

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos

Documento BREF

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC)
Documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles en el Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos

ISBN 84-8320-276-X



9 788483 202760

P.V.P.: 12,00 €
(I.V.A. incluido)



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

CENTRO DE PUBLICACIONES



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL



Comisión Europea

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Documento de referencia
de Mejores Técnicas Disponibles en la Cría
Intensiva de Aves de Corral y Cerdos

Documento BREF



2004

Versión Julio 2003
Traducción al español realizada por el
Ministerio de Medio Ambiente

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente

I.S.B.N.: 84-8320-276-X
NIPO: 310-04-042-0
Depósito legal: M-40874-2004
Imprime: JACARYAN, S.A

Impreso en papel reciclado

NOTA INTRODUCTORIA

El 1 de julio de 2002 se aprobó la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, que incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 96/61/CE.

La ley exige un enfoque integrado de la industria en su entorno y el conocimiento, por parte de todos los implicados -industria, autoridades competentes y público en general- de las Mejores Técnicas Disponibles con el fin de reflejar todos estos aspectos en la Autorización Ambiental Integrada, que otorgan las CC.AA.

En el marco de la Unión Europea, se establece un intercambio de información entre los EE.MM. y las industrias para la elección de estas MTDs, que deben servir de referencia común para los Estados Miembros a la hora de marcar el objetivo de mejora tecnológica de las diferentes actividades.

A tal efecto, la Comisión Europea a través de la Oficina Europea de IPPC (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau) ha organizado una serie de grupos de trabajo técnico, que por epígrafes y actividades proponen a la Comisión los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles (BREF).

Los BREF informarán a las autoridades competentes sobre qué es técnica y económicamente viable para cada sector industrial en orden a mejorar sus actuaciones medioambientales y consecuentemente lograr la mejora del medio ambiente en su conjunto.

El Grupo de Trabajo correspondiente a la Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos comenzó sus trabajos en el año 1999, y el documento final se hizo público en julio de 2003: *Reference Document on Best Available Techniques in the Intensive Rearing of Poultry and Pigs*.

Está disponible, exclusivamente en versión inglesa, en la web de la Oficina Europea de IPPC (<http://eippcb.jrc.es>), y en la web de la Comisión Europea (<http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/industry.htm>).

Este Documento BREF de Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos fue aceptado por el Foro de Intercambio de Información en noviembre de 2002 y fue aprobado por la Comisión Europea el 7 de julio de 2003.

El Ministerio de Medio Ambiente ha asumido la tarea, de acuerdo con los mandatos de la Directiva IPPC y de la Ley 16/2002, de llevar a cabo un correcto intercambio de información en materia de Mejores Técnicas Disponibles, para ello, ha iniciado una serie de traducciones de los documentos BREF europeos.

Se pretende dar un paso más en la adecuación progresiva de la industria española a los principios de la Ley 16/2002 cuya aplicación efectiva debe conducir a una mejora del comportamiento ambiental de las instalaciones afectadas que las haga plenamente respetuosas con el medio ambiente.

La versión española de este documento está disponible en la web de EPER España (www.eper-es.com).

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento es parte de una serie de documentos previstos, que se indican a continuación (en el momento presente, no todos los documentos han sido redactados):

Título completo	Ref. BREF
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Cría Intensiva de Aves y Cerdos	ILF
Documento de Referencia sobre Principios Generales de Monitorización	MON
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para el Curtido de Cueros y Pieles	TAN
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Fabricación de Vidrio	GLS
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Pulpa y Papel	PP
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Siderúrgica	IS
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en las Industrias de Fabricación de Cemento y Cal	CL
Documento de Referencia sobre la Aplicación de Mejores Técnicas Disponibles a Sistemas de Refrigeración Industrial	CV
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Fabricación de Cloro álcalis	CAK
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Proceso de Metales Férricos	FMP
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Proceso de Metales No Férricos	NFM
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Industria Textil	TXT
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para Refinerías de Petróleo y Gas	REF
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Química Orgánica de Gran Volumen	LVOC
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en los Sistemas de Tratamiento y Gestión de Aguas y Gases Residuales en el Sector Químico	CWW
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Alimentaria y Láctea	FM
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Forja y Fundición	SF
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para Emisiones de Almacenamiento	ESB
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en Economía y Efectos sobre Otros Medios (Cross-Media)	ECM
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para Grandes Plantas de Combustión	LCP
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en las Industrias de Mataderos y Subproductos Animales	SA
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Gestión de Residuos Mineros	MTWR
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para el Tratamiento de Superficies de Metales	STM
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para las Industrias de Tratamiento de Residuos	WT
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Fabricación de Productos Químicos Inorgánicos de Gran Volumen (Amoniaco, Ácidos y Fertilizantes)	LVIC-AAF
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Incineración de Residuos	WI
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Fabricación de Polímeros	POL
Documento de Referencia sobre Eficiencia Energética	ENE
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Fabricación de Productos de Química Fina Orgánica	OFC
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Fabricación de Productos de Química Fina Inorgánica	SIC
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para el Tratamiento de Superficies con Disolventes	STS

Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Fabricación de Productos Inorgánicos de Gran Volumen (Sólidos y Otros)	LVIC-S
Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Cerámica	CER

El BREF (documento de referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles sobre Cría Intensiva de Aves y Cerdos) refleja el intercambio de información realizado conforme al Artículo 16(2) de la Directiva del Consejo 96/61/CE. Este resumen ejecutivo – cuya lectura está prevista en conjunción con la explicación de objetivos, uso y condiciones legales, contenida en el Prefacio del BREF – describe los principales hallazgos, las principales conclusiones sobre MTD y los niveles asociados de emisiones y consumos. Puede leerse y entenderse como un documento independiente, pero, como resumen, no presenta todas las complejidades del texto completo del BREF. Por consiguiente, no tiene por finalidad sustituir el texto completo del BREF como herramienta en la toma de decisiones sobre MTD.

Alcance del trabajo

El alcance del BREF sobre ganadería intensiva, basado en la Sección 6.6 del Anexo I de la Directiva de IPPC 96/61/CE, son las “Instalaciones para la cría intensiva de aves o cerdos con más de:

- (a) 40.000 plazas para aves
- (b) 2.000 plazas para cerdos de producción (más de 30 Kg.), o
- (c) 750 plazas para cerdas.”

La Directiva no define el término “aves”. De la discusión del Grupo de Trabajo Técnico (GTT) se concluyó que, en este documento, el ámbito del término es gallinas ponedoras y pollos, pavos, patos y pintadas. No obstante, en este documento sólo se consideran en detalle las gallinas ponedoras y los pollos, debido a la falta de información sobre pavos, patos y pintadas. La producción de cerdos incluye la cría de cochinitos destetados, cuyo engorde/acabado comienza en un peso que varía entre 25 y 35 Kg. de peso en vivo. La cría de cerdas incluye el apareamiento, la gestación y el parto.

Estructura del sector

Ganadería en general

La ganadería ha estado tradicionalmente y sigue estando dominada por explotaciones familiares. Hasta los años sesenta y principios de los setenta, la avicultura y la producción porcina eran sólo parte de las actividades de granjas mixtas dedicadas a la agricultura que criaban animales de distintas especies. El pienso se producía en la granja o se compraba localmente, y los residuos del animal se devolvían al suelo como abono. En la UE sólo quedan un número muy reducido de este tipo de granjas, ya que la mayor demanda del mercado, el desarrollo de material genético y de los equipos de explotación, así como la disponibilidad de piensos relativamente baratos, han animado a los granjeros a especializarse. En consecuencia, el número de animales y el tamaño de las granjas han aumentado, iniciándose la ganadería intensiva.

En este trabajo se han respetado los aspectos y el desarrollo sobre el bienestar de los animales, aunque no han sido uno de los motores fundamentales del mismo. Además en la legislación existente en la UE, la discusión sobre el bienestar de los animales es un tema que sigue abierto. Algunos Estados Miembros cuentan ya con distintos reglamentos sobre el bienestar de los animales y promueven unos requisitos mínimos para las instalaciones de cría que vayan más allá de los indicados en los reglamentos sobre el bienestar de los animales.

Aves

A nivel mundial, Europa es el segundo mayor productor de huevos de gallina, con alrededor del 19% del total mundial, y se espera que esta producción no cambie significativamente en los próximos años. En todos los Estados Miembros se producen huevos para consumo humano. El mayor productor de huevos en la UE es Francia (17% de la producción de huevos), seguido de Alemania (16%), Italia y España (ambos con un 14%), seguidos de cerca por Holanda (13%). De los Estados Miembros exportadores, Holanda es el mayor exportador con un 65% de su producción exportada, seguido de Francia, Italia y España, mientras que en Alemania el consumo es mayor que la producción. La mayoría de los huevos

para consumo producidos en la UE (alrededor del 95% se consumen dentro de la misma Comunidad Europea).

La mayoría de gallinas ponedoras en la UE se mantienen en jaulas aunque, especialmente en el norte de Europa, la producción de huevos sin jaulas ha aumentado en popularidad en los últimos diez años. Por ejemplo, Reino Unido, Francia, Austria, Suecia, Dinamarca y Holanda han aumentado el porcentaje de huevos producidos en sistemas de corral, cría semiintensiva, gallineros con salida libre y parque. El parque con cama de paja es el sistema sin jaula más popular en los Estados Miembros, excepto en Francia, Irlanda y Reino Unido, donde se prefieren los sistemas semiintensivos y el gallinero con salida libre.

El número de ponedoras por granja varía considerablemente, entre unos miles y varios cientos de miles. Se considera que sólo un número relativamente pequeño de granjas por Estado Miembro están por debajo del ámbito de la Directiva de IPPC, esto es, a menos de 40.000 gallinas ponedoras. El número total de granjas en la UE que superan este umbral es de algo más de 2.000.

El mayor productor de carne de ave en la UE-15 (año 2000) es Francia (26 % de la producción de carne de ave de la UE-15), seguido del Reino Unido (17 %), Italia (12 %) y España (11 %). Algunos países están claramente orientados a la exportación, como Holanda, donde el 63% de la producción no se consume en el país, y Dinamarca, Francia y Bélgica, en los que el 51 %, 51 % y 31 % de la producción no se consume dentro del país de producción. Por otra parte, algunos países como Alemania, Grecia y Austria tienen un consumo mayor que su producción; en estos países, el 41 %, 21 % y 23 % del consumo total es importado de otros países.

La producción de carne de ave ha venido aumentando desde 1991. Los mayores productores de la UE (Francia, Reino Unido, Italia y España) presentan un aumento en su producción de carne de ave.

Los pollos no están normalmente en jaulas, aunque existen sistemas de jaulas. La mayoría de la producción de carne de pollo se realiza en sistemas “todo dentro/todo fuera” en los que se aplican camas de paja. Las granjas de pollos con más de 40.000 plazas, que caen dentro de la Directiva de IPPC, son bastante comunes en Europa.

Cerdos

La UE-15 representa alrededor del 20% de la producción mundial de carne de cerdo, que viene indicada por el peso de canal en matadero. El mayor productor de carne de cerdo es Alemania (20%), seguido de España (17%), Francia (13%), Dinamarca (11%) y Holanda (11%). Juntos producen más del 70% de la producción interna de la UE-15. La UE-15 es exportador neto de carne de cerdo, importando sólo una pequeña cantidad. No obstante, no todos los principales productores son exportadores netos. Alemania, por ejemplo, importó alrededor del doble de lo que exportó en 1999.

En la UE-15, la producción porcina aumentó en un 15 % entre 1997 y 2000. El número total de cerdos en Diciembre de 2000 era de 122,9 millones, que corresponde a un aumento del 1,2 % en comparación con 1999.

Las granjas porcinas varían considerablemente en tamaño. En la UE-15, el 67 % de cerdas están en explotaciones de más de 100 cerdas. En Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Italia, Holanda y Reino Unido esta cifra es de más del 70%. En Austria, Finlandia y Portugal predominan las explotaciones de cerdas de menor tamaño.

La mayoría de cerdos de engorde (81%) se crían en explotaciones de más de 200 cerdos, de las que el 63% son explotaciones de más de 400 cerdos. Un 31% de los cerdos de engorde se crían en explotaciones de más de 1.000 cerdos. La industria en Italia, Reino Unido e Irlanda se caracteriza por explotaciones de más de 1.000 cerdos de engorde. Alemania, España, Francia y Holanda tienen porcentajes significativos de cerdos en explotaciones de entre 50 y 400 cerdos de engorde. De estas cifras resulta evidente que sólo un número relativamente pequeño de granjas caen dentro del ámbito de la Directiva IPPC.

En la evaluación de los niveles de emisiones y consumos de la ganadería porcina, es importante conocer el sistema de producción aplicado. El engorde y el acabado se dirigen normalmente a un peso sacrificado de 90 - 95 Kg. (Reino Unido), 100 - 110 Kg. (otros) o 150 - 170 Kg. (Italia); estos pesos se alcanzan a lo largo de distintos periodos de tiempo.

Impacto medioambiental de la industria

En la ganadería intensiva, el aspecto medioambiental clave es que los animales metabolizan el pienso y excretan casi todos los nutrientes a través del estiércol. En la producción de cerdos para sacrificio, el proceso de consumo, utilización y pérdida de nitrógeno es bien conocido, y se detalla en la Figura 1. Lamentablemente no se dispone de cifras similares para la cría de aves.

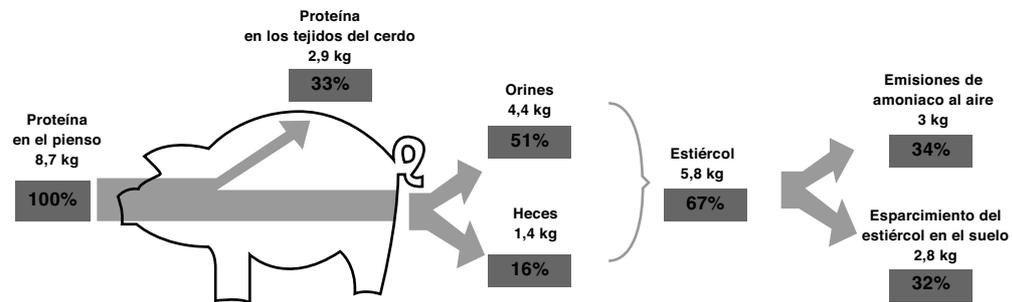


Figura 1: Consumo, utilización y pérdidas de proteínas en la producción de un cerdo de 108 Kg.

La ganadería intensiva implica elevada concentración de animales, y esta concentración puede considerarse como un indicador aproximado de la cantidad de estiércol producido por el ganado. Una elevada concentración puede implicar que el aporte de minerales procedente del estiércol exceda los requisitos de la zona agrícola para la agricultura o para el mantenimiento de pastos.

En la mayoría de países, la producción porcina se concentra en ciertas regiones, por ejemplo en Holanda la producción se concentra en las provincias del sur, en Bélgica está fuertemente concentrada en Flandes Occidental. En Francia, la producción intensiva de cerdos se concentra en el noroeste. Italia tiene concentraciones de producción porcina en el valle del Po; en España se concentra en Cataluña y Galicia, y en Portugal la producción porcina se concentra en el norte. Las mayores densidades están en Holanda, Bélgica y Dinamarca.

Los datos sobre la concentración de la producción ganadera a nivel regional se consideran un buen indicador de si una región puede tener posibles problemas medioambientales. Esto queda claramente ilustrado en la Figura 2, que muestra problemas como: acidificación (NH_3 , SO_2 , NO_x), eutrofización (N, P), molestias locales (olor, ruido) y difusión de metales pesados y pesticidas.



Figura 2: Ilustración de los aspectos medioambientales relacionados con la ganadería intensiva

Técnicas aplicadas y MTD en ganadería intensiva

Generalmente, las actividades que pueden encontrarse en las granjas de ganadería intensiva son:

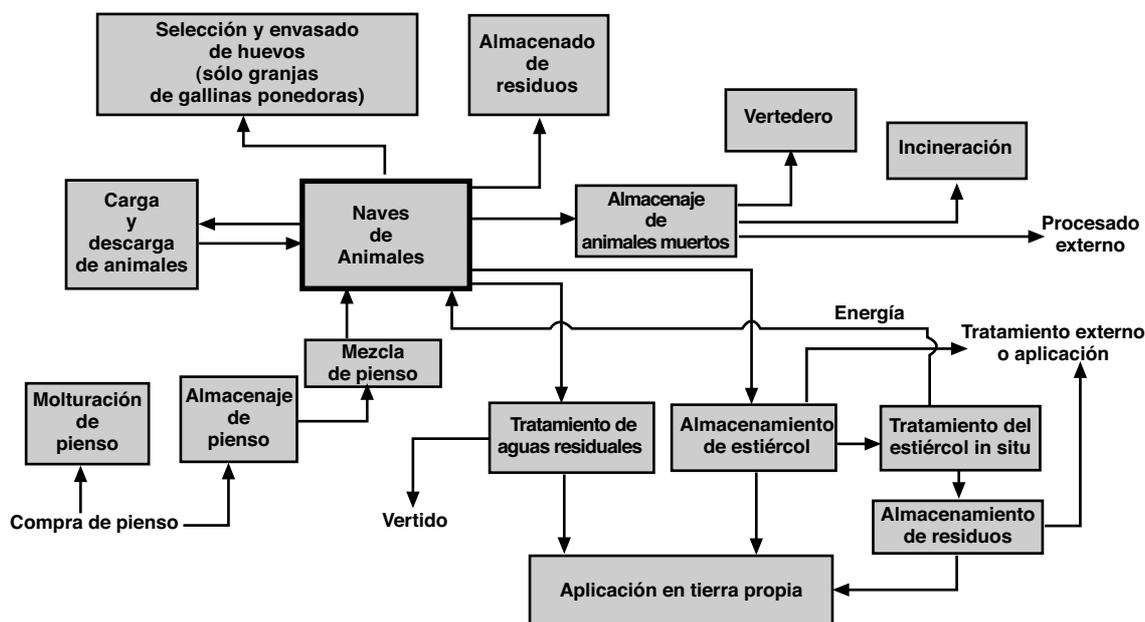


Figura 3: Esquema general de las actividades en las granjas de ganadería intensiva

El aspecto medioambiental central en la ganadería intensiva es el estiércol. Esto se refleja en el orden en que se presentan las actividades agropecuarias en los Capítulos 4 y 5 de este documento, comenzando por una buena práctica agrícola, seguida de estrategias de alimentación que influyan en la calidad y composición del estiércol, métodos para retirar el estiércol de las instalaciones de cría, el almacenamiento y tratamiento del estiércol y por último el esparcimiento del estiércol en el suelo. También se tratan otros aspectos medioambientales como residuos, energía, agua y aguas residuales, así como ruidos, aunque en menor detalle.

Se ha prestado gran atención al amoníaco como contaminante atmosférico clave, dado que se emite en grandes cantidades. Casi toda la información sobre la reducción de emisiones de las explotaciones ganaderas reportaba la reducción de la emisión de amoníaco. Se supone que las técnicas que reducen las emisiones de amoníaco reducirán asimismo las emisiones de otras sustancias gaseosas. Otros impactos medioambientales están relacionados con la emisión de nitrógeno y fósforo al suelo, así como a las aguas superficiales y subterráneas, y se derivan de la aplicación del estiércol a la tierra. Las medidas para reducir estas emisiones no se limitan al almacenamiento, tratamiento o aplicación del estiércol una vez producido, sino que incluyen medidas a lo largo de una cadena completa de elementos, incluidos pasos para minimizar la producción de estiércol.

En los párrafos siguientes se resumen las técnicas aplicadas y las conclusiones sobre MTD para aves y cerdos.

Buenas prácticas agrícolas en la cría intensiva de cerdos y aves

Una buena práctica agrícola es una parte esencial de las MTD. Aunque es difícil cuantificar los beneficios medioambientales en términos de reducciones de emisiones en el uso de energía y agua, es evidente que una gestión consciente de las explotaciones contribuirá a una mayor eficacia medioambiental de las explotaciones intensivas porcinas o avícolas. Para mejorar la eficacia medioambiental general de una granja de una explotación de ganadería intensiva, se considera MTD:

- Diseñar y aplicar programas educativos y de formación para el personal de las granjas.
- Mantener registros del consumo de agua y energía, de las cantidades de pienso para el ganado, de la producción de residuos y de las aplicaciones en el campo de fertilizantes inorgánicos y de estiércol.
- Disponer de un procedimiento de emergencia para tratar emisiones imprevistas e incidentes.
- Implantar un programa de reparación y mantenimiento para garantizar que las estructuras y equipos estén en buen estado de funcionamiento y que las instalaciones se mantengan limpias.
- Efectuar una adecuada planificación de las actividades en el centro, como el suministro de materiales y la eliminación de productos y residuos, y
- Planear la apropiada aplicación de estiércol a la tierra.

Estrategias de alimentación para aves y cerdos

La composición del pienso para aves varía considerablemente, no sólo entre granjas sino también entre los distintos Estados Miembros. Esto es debido a que se trata de una mezcla de distintos ingredientes, como cereales, semillas, soja, y bulbos, tubérculos, raíces y productos de origen animal (Ej. harina de pescado, harinas cárnicas y de huesos, y productos lácteos). Los principales ingredientes para cerdos son cereales y soja.

La alimentación eficaz de los animales tiene por misión suministrar la cantidad requerida de energía neta, aminoácidos esenciales, minerales, oligoelementos y vitaminas para el crecimiento, engorde o reproducción. La formulación de los piensos para cerdos es compleja y hay factores como el peso en vivo y la fase de reproducción, que influyen en la composición del pienso. El pienso líquido es el que se aplica más comúnmente, pero también se aplican piensos secos o mezclas.

Aparte de formular el pienso para que se adapte al máximo a los requisitos de aves y cerdos, durante los ciclos de producción se dan también distintos tipos de alimentos. Ver la Tabla 1 para las distintas categorías y el número de fases de alimentación que se aplican más comúnmente y que son MTD.

Una técnica aplicada para reducir la excreción de nutrientes (N y P) en los purines de cerdos y en las gallinazas de aves, es la “gestión nutricional”. La gestión nutricional intenta adaptar los piensos al máximo a los requisitos de los animales en distintas etapas de la producción, reduciendo con ello la cantidad de residuos nitrogenados derivados de nitrógeno no digerido o catabolizado, y que posteriormente se elimina a través de la orina. Entre las medidas de alimentación se incluyen la alimentación por fases, la formulación de dietas basada en nutrientes digeribles/disponibles, el uso de dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos y el uso de dietas bajas en fósforo y suplementadas con fitasa o dietas con fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad. Además, el uso de algunos aditivos en los piensos, como enzimas, puede aumentar la eficiencia del pienso, mejorando con ello la retención de nutrientes y reduciendo con ello la cantidad de nutrientes que pasan a los purines y gallinazas.

Para cerdos, puede conseguirse una reducción de la proteína cruda del 2 al 3% (20 a 30 g/Kg. de pienso) según la raza/genotipo y la fase de inicio, que en el caso de las aves es del 1 al 2% (10 – 20 g/Kg. de pienso). El rango resultante de contenido de proteína cruda dietética que se considera MTD se indica en la Tabla 1. Los valores de la tabla son sólo indicativos, dado que los mismos, dependen, entre otras cosas, del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En diversos Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Por lo que respecta al fósforo, una base para las MTD es alimentar a los animales (aves y cerdos) con dietas sucesivas (alimentación por fases) con un menor contenido total en fósforo. En estas dietas deben usarse fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad y/o fitasa, con el fin de garantizar un aporte suficiente de fósforo digerible.

Para aves, puede conseguirse una reducción total de fósforo de 0,05 a 0,1 % (0,5 a 1 g/Kg. de pienso) según las razas/genotipos, las materias primas utilizadas y la fase de inicio, mediante la aplicación de fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad y/o fitasa en el pienso. Para cerdos, esta reducción es de 0,03 a 0,07 % (0,3 a 0,7 g/Kg. de pienso). El rango resultante del contenido de fósforo dietético total se indica en la Tabla 1. Por lo que respecta a la situación de los cerdos, los valores asociados con las MTD de la tabla son sólo indicativos, ya que, entre otros, dependen del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En una serie de

Resumen Ejecutivo

Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Especie	Fases	Proteína cruda (% en pienso) ¹⁾	Contenido total fósforo (% en pienso) ²⁾	Comentarios
Pollos de carne (Broilers)	inicio	20 – 22	0,65 – 0,75	1) Con un aporte de aminoácidos bien equilibrado y con óptima digestibilidad y 2) Con fósforo de adecuada digestibilidad, usando fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad y/o fitasa
	crecimiento	19 – 21	0,60 – 0,70	
	acabado	18 – 20	0,57 – 0,67	
Pavos	<4 semanas	24 – 27	1,00 – 1,10	
	5 – 8 semanas	22 – 24	0,95 – 1,05	
	9 – 12 semanas	19 – 21	0,85 – 0,95	
	13+ semanas	16 – 19	0,80 – 0,90	
	16+ semanas	14 – 17	0,75 – 0,85	
Ponedoras	18 – 40 semanas	15,5 – 16,5	0,45 – 0,55	
	40+ semanas	14,5 – 15,5	0,41 – 0,51	
Cochinillos destetados	<10 Kg.	19 – 21	0,75 – 0,85	
Lechones	<25 Kg.	17,5 – 19,5	0,60 – 0,70	
Cerdos engorde	25 – 50 Kg.	15 – 17	0,45 – 0,55	
	50 – 110 Kg.	14 – 15	0,38 – 0,49	
Cerdas	Gestación	13 – 15	0,43 – 0,51	
	Lactancia	16 – 17	0,57 – 0,65	

Tabla 1: Niveles indicativos de proteína cruda en MTD de piensos para aves y cerdos

Instalaciones avícolas; gallinas ponedoras

La mayoría de gallinas ponedoras se siguen manteniendo en jaulas. El sistema convencional es una batería de jaulas con almacenamiento abierto del estiércol bajo las jaulas, aunque actualmente la mayor parte de las técnicas mejoran este sistema. El principio para la reducción de las emisiones de amoníaco de las jaulas es la eliminación frecuente de la gallinaza. La desecación de la gallinaza reduce asimismo las emisiones, al inhibir las reacciones químicas. Cuanto más rápida es la desecación de la gallinaza, menor es la emisión de amoníaco. Una combinación de eliminación frecuente y de desecación forzada de la gallinaza ofrece la máxima reducción de las emisiones de amoníaco de las instalaciones y reduce asimismo las emisiones de las instalaciones de almacenamiento, aunque con un coste energético asociado. Los sistemas de jaulas aplicados comúnmente, y que constituyen MTD, son:

- Un sistema de jaula con eliminación de gallinaza, al menos dos veces por semana, mediante cintas transportadoras de gallinaza, a un almacén cerrado.
- Jaulas en disposición vertical con cintas transportadoras de gallinaza y con desecación por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto.
- Jaulas en disposición vertical con cintas transportadoras de gallinaza y con desecación centrífuga por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto.
- Jaulas en disposición vertical con cintas transportadoras de gallinaza y con desecación mejorada por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto.
- Jaulas en disposición vertical con cintas transportadoras de gallinaza y con túnel de desecación sobre las jaulas; la gallinaza se elimina a un almacén cubierto cada 24 – 36 horas.

El sistema de jaulas con canal de recogida de estiércol abierto y aireado (conocido también como sistema de fosa séptica profunda) es una MTD condicional. En regiones en las que predomina el clima mediterráneo, este sistema es MTD. En regiones con temperaturas medias muy inferiores, esta técnica puede producir emisiones de amoníaco considerablemente mayores, por lo que no es MTD a menos que se disponga de un medio de desecación de la gallinaza en la fosa séptica.

No obstante, a consecuencia de los requisitos de la Directiva 1999/74/CE que establece las normas mínimas para la protección de las gallinas ponedoras, los sistemas de jaulas arriba mencionados quedarán prohibidos. Esta Directiva prohibirá la instalación de nuevos sistemas de jaulas convencionales en 2003 y llevará a una prohibición total del uso de dichos sistemas de jaulas en 2012. No obstante, en 2005 se decidirá si la citada Directiva debe revisarse. Esta decisión depende del resultado de diversos estudios y de negociaciones en curso.

La prohibición de los sistemas de jaulas convencionales obligará a los granjeros a utilizar las denominadas jaulas acondicionadas, o sistemas sin jaulas. Actualmente se están desarrollando distintas técnicas que aplican el concepto de jaulas acondicionadas, aunque todavía hay poca información disponible. No obstante, estos diseños constituirán el único sistema alternativo de jaulas que se permitirá para las instalaciones nuevas a partir de 2003. Los sistemas aplicados de instalaciones sin jaulas que se consideran MTD son:

- Un sistema de cama de paja (con o sin desecación forzada de la gallinaza)
- Un sistema de cama de paja con suelo perforado y desecación forzada de la gallinaza.
- Un sistema de corral con o sin terreno y/o zona exterior para escarbar y picotear.

La información contenida en el cuerpo principal del BREF sobre todos los sistemas de instalaciones arriba mencionados, muestra que la mejora del bienestar de los animales tendría el efecto negativo de limitar la reducción alcanzable de las emisiones de amoníaco de las instalaciones de puesta.

Instalaciones avícolas; pollos de carne (broilers)

La instalación tradicional para la producción intensiva de pollos es una nave simple cerrada de cemento o madera con luz natural o sin ventanas con un sistema de iluminación, aislada térmicamente y con ventilación forzada. También se emplean naves construidas con paredes laterales abiertas (ventanas con cierres tipo persiana); se aplica ventilación forzada (principio de presión negativa) mediante ventiladores y válvulas de entrada de aire. Los pollos se encuentran sobre la cama de paja (normalmente paja cortada, aunque también se utiliza aserrín o papel triturado) distribuida por toda la superficie de la nave. La gallinaza se elimina al término de cada periodo de crecimiento. Los pollos se mantienen normalmente en una concentración de 18 a 24 aves por m², por lo que las naves pueden albergar entre 20.000 y 40.000 aves. Se prevé que la nueva legislación sobre bienestar animal limitará la concentración de pollos de carne (broilers).

Para reducir las emisiones de amoníaco de las instalaciones, debe evitarse que la cama de paja esté húmeda. Por este motivo se diseñó una nueva técnica de instalación (sistema VEA) en el que se prestó atención al aislamiento de la nave, al sistema de abrevadero (para evitar vertidos) y a la aplicación de aserrín/virutas. No obstante, las emisiones resultaron ser iguales a las de las instalaciones tradicionales. Se considera pues MTD para sistemas de instalaciones para pollos de carne:

- Naves con ventilación natural con suelo totalmente recubierto con cama de paja y equipadas con sistemas de abrevadero sin vertidos.
- Naves bien aisladas con ventilación por extractores con suelo totalmente recubierto con cama de paja y equipadas con sistemas de abrevadero sin vertidos (sistema VEA).

Algunos sistemas de reciente desarrollo tienen un sistema de desecación forzada que inyecta aire a través de una capa de paja y deyecciones. La reducción en las emisiones de amoníaco es considerable (reducción del 83 – 94 % en comparación con las instalaciones tradicionales), aunque resultan caros, tienen un mayor consumo energético y elevados niveles de polvo. No obstante, si ya están instalados, se consideran MTD. Estas técnicas son:

- Un sistema de suelo perforado con sistema de desecación por aire a presión.
- Un suelo de gradas con sistema de desecación por aire a presión.
- Un sistema de jaulas dispuestas en vertical con paredes móviles y desecación de la gallinaza por aire a presión.

Normalmente hay un sistema para calentar el aire en las granjas de broilers. Este puede ser un sistema de calefacción por suelo (“Combideck”), que calienta el suelo y las sustancias (como la paja) que hay encima del mismo. El sistema consiste en una bomba de calor, una instalación de almacenamiento subterráneo hecha de tubos, y una capa de placas huecas (espaciadas cada 4 cm.) 2 – 4 metros por debajo del suelo. El sistema emplea dos ciclos de agua: uno que abastece a la instalación, y el otro que actúa como depósito subterráneo. Ambos ciclos son cerrados y están conectados a través de una bomba de calor. En la nave de pollos, las placas huecas se colocan en una capa aislada bajo el suelo de cemento (10 – 12 cm.). Según la temperatura del agua que fluye a través de las placas, el suelo y la paja se calentarán o enfriarán.

Este sistema de calefacción por suelo, propuesto también como técnica para reducir el consumo energético, es una MTD condicional. Puede aplicarse si las condiciones locales lo permiten, es decir, si las condiciones del suelo permiten la instalación de depósitos subterráneos cerrados del agua circulada. El

sistema sólo se aplica en Holanda y Alemania, a una profundidad de 2 – 4 metros. Todavía se desconoce si este sistema funciona igualmente bien en lugares en los que las heladas son más largas e intensas y penetran en el suelo, o donde el clima es mucho más cálido y la capacidad de enfriamiento del suelo puede no ser suficiente.

Instalaciones para cerdos; comentarios generales

Se establecen una serie de puntos generales sobre instalaciones para cerdos, que van seguidos de una descripción detallada de las técnicas aplicadas y de las MTD para instalaciones para cerdas reproductoras y en gestación, cerdos en engorde/acabado, cerdas parturientas y cochinitos destetados.

Los diseños para la reducción de las emisiones de amoníaco a la atmósfera, presentados en el Capítulo 4, comportan básicamente algunos o todos los principios siguientes:

- Reducción de las superficies que producen estiércol.
- Eliminación del estiércol de la fosa séptica a un estercolero externo.
- Aplicación de un tratamiento adicional, como aireación, para obtener estiércol líquido.
- Enfriamiento de la superficie del estiércol.
- Uso de superficies (por ejemplo, en las rejillas y canales estercoleros) que sean lisas y fáciles de limpiar.

En la construcción de los suelos enrejados se utiliza cemento, hierro y plástico. En general, y con rejillas de la misma anchura, el estiércol vertido sobre rejillas de cemento tarda más en caer al foso que con rejillas de hierro y plástico, lo que va asociado a mayores emisiones de amoníaco. Hay que reseñar que las rejillas de hierro no se permiten en algunos Estados Miembros.

La eliminación frecuente del estiércol mediante lavado puede producir más olores en cada lavado. El lavado se realiza normalmente dos veces al día, una vez por la mañana y una por la tarde. El aumento de las emisiones de olores puede causar molestias a los vecinos. Además, el tratamiento de los purines consume asimismo energía. Los efectos cruzados sobre otros medios han sido tenidos en consideración al definir las MTD de los diversos diseños de instalaciones.

Por lo que respecta a la cama (normalmente de paja), se espera que su uso en las explotaciones porcinas aumentará en la Comunidad debido a la mayor concienciación con respecto al bienestar del animal. La cama puede aplicarse en conjunción con sistemas de instalaciones con ventilación natural (controlados automáticamente), en los que la cama protege a los animales de las bajas temperaturas, con lo que se requiere menos energía para ventilación y calefacción. En los sistemas en los que se utiliza cama, el corral puede dividirse en una zona de deyección (sin cama de paja) y una zona de suelo sólido con cama de paja. Los cerdos no siempre utilizan estas zonas correctamente, es decir, defecan en la zona con cama de paja y/o utilizan la zona de deyección sólida o enrejada para yacer. No obstante, el diseño del corral puede influenciar la conducta de los cerdos, aunque en regiones con un clima cálido esto no será suficiente para evitar que los cerdos defequen o yazcan en zonas equivocadas. El motivo de esto es que, en un sistema de cama de paja, los cerdos no tienen la posibilidad de refrescarse echándose en un suelo sin cubrir.

Una evaluación integral del uso de la cama de paja debería incluir los costes adicionales del suministro de paja y de su retirada, así como las posibles consecuencias en las emisiones del almacenamiento del estiércol y en su aplicación al suelo. El uso de cama de paja produce un estiércol sólido que aumenta las materias orgánicas en el suelo. Por lo tanto, en ciertas circunstancias, este tipo de estiércol es beneficioso para la calidad del suelo; se trata de un efecto cruzado muy positivo.

En el Capítulo 4 se evalúan las técnicas aplicadas a las granjas porcinas en cuanto al potencial de reducción de las emisiones de amoníaco, N₂O y CH₄, efectos cruzados (consumo de energía y agua, olor, ruido, polvo), aplicabilidad, operatividad, bienestar animal y coste; la comparación se hace en relación a un sistema específico de referencia.

Instalaciones para cerdos; cerdas en apareamiento/gestación

Los sistemas de instalaciones aplicados actualmente para cerdas en apareamiento/gestación son:

- Suelos totalmente enrejados, ventilación artificial y canal estercolero profundo de recogida inferior (Nota: este es el sistema de referencia).
- Suelos total o parcialmente enrejados con un sistema de vacío inferior para la recogida frecuente de estiércol.
- Suelos total o parcialmente enrejados con canales de desagüe bajo el suelo, y en los que el lavado se hace con estiércol fresco o aireado.
- Suelos total o parcialmente enrejados con canalones/tubos de desagüe debajo, y en los que el lavado se hace con estiércol fresco o aireado.
- Suelos parcialmente enrejados con un canal estercolero reducido debajo.
- Suelos parcialmente enrejados con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.
- Suelos parcialmente enrejados con una pala quitaestiércol.
- Suelo de cemento sólido con cama de paja en toda su superficie.
- Suelo de cemento sólido con paja y tolvas de alimentación eléctricas.

Actualmente, las cerdas en apareamiento/gestación pueden estar estabuladas individualmente o en grupo. No obstante, la legislación de la UE sobre el bienestar de los cerdos (91/630/CEE) establece estándares mínimos para la protección de los cerdos y requiere que las cerdas y cerdas jóvenes se mantengan en grupos, desde las 4 semanas tras su entrega hasta 1 semana antes de la fecha prevista de parto, a partir del 1 de enero de 2003 para instalaciones nuevas o remodeladas, y a partir del 1 de enero de 2013 para las granjas existentes.

Los sistemas de alojamiento en grupo requieren sistemas de alimentación distintos (Ej. comederos electrónicos para cerdas) que los sistemas de alojamiento individual, así como un diseño del corral que condicione la conducta de las cerdas (es decir, el uso de áreas para defecar y para yacer). No obstante, desde un punto de vista medioambiental, los datos presentados parecen indicar que los sistemas de alojamiento en grupo presentan niveles de emisiones similares a los sistemas de alojamiento individual, si se aplican técnicas de reducción similares.

En la misma legislación de la UE sobre el bienestar de los cerdos anteriormente citada (Directiva del Consejo 2001/88/CE que modifica la 91/630/CEE), se incluyen los requisitos para las superficies de los suelos. Para cerdas jóvenes y cerdas preñadas, una parte específica del suelo debe ser suelo sólido continuo con un máximo de un 15% reservado para aberturas de desagüe. Estas nuevas disposiciones se aplican a todas las instalaciones de nueva construcción o remodeladas a partir del 1 de enero de 2003, y a todas las instalaciones a partir del 1 de enero de 2013. El efecto de estas nuevas normativas de suelos sobre las emisiones en comparación con un suelo enrejado típico (que es el sistema de referencia) no se ha investigado. El máximo del 15% para desagüe en la zona de suelo sólido continuo es inferior al 20% para los suelos enrejados de cemento de las nuevas disposiciones (un hueco máximo de 20 mm con un ancho de rejilla mínimo de 80 mm para cerdas y cerdas jóvenes). Por consiguiente, el efecto global es reducir el área de evacuación.

En la evaluación de las MTD sobre instalaciones, las técnicas se comparan frente al sistema de referencia utilizado para la estabulación de cerdas en apareamiento y en gestación, que es un canal estercolero bajo un suelo totalmente enrejado con rejillas de cemento. El estiércol se retira a intervalos frecuentes o infrecuentes. La ventilación artificial elimina los componentes gaseosos emitidos por el estiércol y los purines acumulados. El sistema ha sido aplicado comúnmente en toda Europa. Por lo que respecta a los sistemas de estabulación para cerdas en apareamiento/gestación, la MTD es tener:

- Suelos total o parcialmente enrejados con un sistema de vacío inferior para la eliminación frecuente del estiércol, o
- Suelos parcialmente enrejados y un canal estercolero reducido.

Generalmente se acepta que las rejillas de cemento producen mayores emisiones de amoníaco que las rejillas de metal o de plástico. No obstante, para la MTD arriba indicada no se existe información sobre el efecto de los distintos tipos de rejillas en las emisiones o en los costes.

Las instalaciones de nueva construcción con suelo total o parcialmente enrejado y canalones o tubos de desagüe debajo en los que se aplica lavado líquido no aireado son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que los máximos de olor debido al lavado causen molestias a los vecinos, estas técnicas

son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implantada, es MTD (sin condicionantes).

Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

Los sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, el quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Los sistemas de suelo total o parcialmente enrejados y canalones o tubos de desagüe debajo que utilizan lavado líquido no aireado constituyen, como ya se ha indicado, MTD cuando ya están implantados. La misma técnica utilizada con líquido aireado no es MTD para instalaciones de nueva construcción debido a la generación de olores, el consumo energético y la operatividad. No obstante, en los casos en los que esta técnica ya está implantada, constituye MTD.

Discrepancia:

Un Estado Miembro suscribe las conclusiones sobre MTD pero, en su opinión, las siguientes técnicas son también MTD en casos en los que las técnicas ya están implantadas, y son también MTD cuando está prevista una ampliación (mediante una nueva nave) que funcione con el mismo sistema (en lugar de dos sistemas distintos):

- Suelos, total o parcialmente enrejados, con lavado de una capa permanente de estiércol en canales inferiores, con purín líquido aireado o sin airear.

Estos sistemas, que se aplican frecuentemente en dicho Estado Miembro, pueden conseguir una mayor reducción de las emisiones de amoníaco que los sistemas identificados anteriormente como MTD o MTD condicional. El argumento que se da es que el elevado coste de modernización de los sistemas existentes con cualquiera de esas MTD no está justificado. Cuando se realiza una ampliación, por ejemplo mediante una nueva nave, en una planta que ya adopta estos sistemas, la aplicación de una MTD o MTD condicional reduciría la operatividad, al obligar a utilizar dos sistemas distintos en la misma granja. Por consiguiente, el Estado Miembro considera que estos sistemas son MTD debido a su buena capacidad de reducción de las emisiones, su operatividad y su menor coste.

En los sistemas que utilizan cama de paja se han reportado potenciales de reducción de emisiones muy variables hasta la fecha, por lo que es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con cama de paja o yacija. No obstante, el Grupo de Trabajo Técnico (GTT) concluyó que, cuando se utiliza cama de paja o yacija, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

Instalaciones para cerdos de engorde/acabado

Los sistemas aplicados actualmente para cerdos de engorde/acabado son:

- Suelos totalmente enrejados, ventilación artificial y canal estercolero profundo de recogida inferior (Nota: este es el sistema de referencia).
- Suelos total o parcialmente enrejados con un sistema de vacío debajo para la retirada frecuente de purines.
- Suelos total o parcialmente enrejados con canales de desagüe debajo del suelo, y en los que el lavado se hace con purín fresco o aireado.
- Suelos total o parcialmente enrejados con canalones/tubos de desagüe debajo, y en los que el lavado se hace con purín fresco o aireado.
- Suelos parcialmente enrejados con un canal estercolero reducido debajo.
- Suelos parcialmente enrejados con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.
- Suelos parcialmente enrejados con una pala quitaestiércol.

- Suelos parcialmente enrejados con piso sólido convexo central o con piso sólido inclinado en la parte frontal del corral, canal estercolero con paredes laterales inclinadas, y foso de purines con inclinación.
- Suelos parcialmente enrejados con un canal estercolero reducido, incluidas paredes inclinadas y sistema de vacío.
- Suelo parcialmente enrejado con eliminación rápida de estiércol y pasillo con paja.
- Suelo parcialmente enrejado con cubículo cubierto.
- Suelo de cemento sólido con cama de paja en toda su superficie y condiciones climáticas como las del exterior.
- Suelo de cemento sólido con pasillo con paja y sistema de circulación de paja.

Los cerdos de engorde/acabado se alojan siempre en grupo, y la mayoría de los sistemas para la estabulación en grupo de cerdas son también aplicables aquí. En la evaluación de las MTD sobre instalaciones, las técnicas se comparan con el sistema de referencia utilizado para la estabulación de cerdos de engorde/acabado, que es un suelo totalmente enrejado con un canal estercolero profundo debajo y ventilación mecánica. En los sistemas de alojamiento para cerdos de engorde/acabado, la MTD es:

- Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío para eliminación frecuente, o
- Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido con paredes inclinadas y sistema de vacío, o
- Suelo parcialmente enrejado con piso sólido convexo central o con piso sólido inclinado en la parte frontal del corral, canal estercolero con paredes laterales inclinadas, y un foso de purines con inclinación.

En general se acepta que las rejillas de cemento dan mayores emisiones de amoníaco que las rejillas de metal o plástico. No obstante, los datos de emisiones reportados muestran sólo una diferencia del 6%, aunque los costes son considerablemente mayores. Las rejillas metálicas no están permitidas en todos los Estados Miembros, ya que no son adecuadas para cerdos de peso elevado.

Las instalaciones de nueva construcción con suelos, total o parcialmente enrejados y canalones o tubos inferiores de desagüe, en los que se aplica lavado con líquido sin airear son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que el aumento de olores debido al lavado cause molestias a los vecinos, estas técnicas son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implantada, es MTD (sin condicionantes).

Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las palas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente. A destacar que la eficacia energética puede ser menor en situaciones en las que el calor derivado de la refrigeración no se utilice, debido por ejemplo a que no hay cochinitos destetados que mantener calientes.

Los sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, el quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Los sistemas de suelos, total o parcialmente enrejados y canalones o tubos de desagüe debajo que utilizan lavado líquido no aireado constituyen, como ya se ha indicado, MTD cuando ya están implantados. La misma técnica utilizada con líquido aireado no es MTD para instalaciones de nueva construcción debido a la generación de olores, el consumo energético y la operatividad. No obstante, en los casos en los que esta técnica ya está implantada, constituye MTD.

Discrepancia:

Un Estado Miembro suscribe las conclusiones sobre MTD pero, por el mismo motivo y utilizando algunos de los argumentos anteriormente mencionados en las instalaciones para cerdas en apareamiento / gestación, en su opinión, las siguientes técnicas constituyen también MTD:

- Suelo total o parcialmente enrejado con lavado de una capa de estiércol líquido permanente en canales inferiores con líquido aireado o sin airear.

En los sistemas que utilizan cama de paja se han reportado potenciales de reducción de emisiones muy variables hasta la fecha, por lo que es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con cama de paja. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza cama de paja, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, no pueden ser excluidas como MTD. El siguiente sistema es un ejemplo de qué puede ser MTD:

- Suelos de cemento sólidos con un pasillo con paja y un sistema de circulación de paja.

Instalaciones para cerdas parturientas

Los sistemas aplicados actualmente para cerdas parturientas son:

- Parideras con suelos totalmente enrejados y canal estercolero inferior profundo (que es la referencia)
- Parideras con suelos totalmente enrejados y una plancha inclinada debajo
- Parideras con suelos totalmente enrejados y un canal combinado de agua y estiércol debajo
- Parideras con suelos totalmente enrejados y un sistema de desagüe con canalones de estiércol debajo
- Parideras con suelos totalmente enrejados y un colector de estiércol debajo
- Parideras con suelos totalmente enrejados y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol
- Parideras con suelos parcialmente enrejados
- Parideras con suelos parcialmente enrejados y una pala quitaestiércol

Las cerdas parturientas en Europa se alojan normalmente en jaulas con suelos enrejados de hierro y/o plástico. En la mayoría de instalaciones, las cerdas tienen movimiento restringido, y los lechones se mueven libremente. La mayoría de instalaciones tienen ventilación controlada y a menudo una zona con calefacción para los lechones durante los primeros días. Este sistema con un canal estercolero profundo debajo es el sistema de referencia.

La diferencia entre los suelos total y parcialmente enrejados no es tan clara en el caso de cerdas parturientas, dado que la cerda tiene movimiento restringido. En ambos casos, la deyección se produce en la misma zona enrejada. Las técnicas de reducción se centran por consiguiente en las modificaciones en el canal estercolero.

La MTD es una jaula con suelo totalmente enrejado de hierro o plástico y con:

- Un canal combinado de agua y estiércol, o
- Un sistema de desagüe con canalones de estiércol, o
- Un colector de estiércol debajo.

Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

Las jaulas con sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, el quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Para instalaciones nuevas, las siguientes técnicas no son MTD:

- Jaulas con suelo parcialmente enrejado y canal estercolero reducido, y
- Jaulas con suelo totalmente enrejado y una plancha inclinada debajo.

No obstante, cuando estas técnicas están ya aplicadas, constituyen MTD. A destacar que con este último sistema pueden desarrollarse fácilmente moscas si no se toman medidas de control.

Es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con cama de paja. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza cama de paja, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

Instalaciones para cochinitos destetados

Los sistemas de alojamiento actualmente empleados para cochinitos destetados son:

- Corrales o cubiertas con suelos totalmente enrejados y un canal estercolero profundo debajo (referencia).
- Corrales o cubiertas con suelos, total o parcialmente enrejados y un sistema de vacío para la eliminación frecuente del estiércol.
- Corrales o cubiertas con suelos totalmente enrejados y un suelo inclinado de cemento para separar las heces y los orines.
- Corrales o cubiertas con suelos totalmente enrejados y un canal estercolero con quitaestiércol.
- Corrales o cubiertas con suelos totalmente enrejados y canalones/tubos de desagüe debajo, en los que el lavado se realiza con estiércol fresco o aireado.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados; sistema de dos ambientes.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados y un suelo sólido inclinado o en pendiente.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados y un canal estercolero poco profundo y un canal para agua de beber vertida.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados con rejillas de hierro triangulares y canales de estiércol con canalones.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados y pala quitaestiércol.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados con rejillas de hierro triangulares y un canal estercolero con paredes laterales inclinadas.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.
- Corrales con suelos parcialmente enrejados con rejillas triangulares y una cubierta.
- Suelos sólidos de cemento con paja y ventilación natural.

Los cochinitos destetados se alojan en grupo en corrales o cubiertas. En principio, la eliminación del estiércol es idéntica para un corral que para una cubierta. El sistema de referencia es un corral o cubierta con un suelo totalmente enrejado con rejillas de metal o plástico y un canal estercolero profundo.

Se supone que, en principio, las medidas de reducción aplicables a los corrales convencionales para cochinitos destetados pueden también aplicarse a las cubiertas, pero no se han reportado experiencias con cambios de este tipo.

La MTD es un corral:

- o cubierta con suelo total o parcialmente enrejado con un sistema de vacío para la extracción frecuente de estiércol, o
- o cubierta con suelo totalmente enrejado bajo el cual hay un suelo inclinado de cemento para separar las heces y los orines, o
- con suelo parcialmente enrejado (sistema de dos ambientes), o
- con suelo parcialmente enrejado de hierro o plástico y un suelo sólido inclinado o convexo, o
- con suelo parcialmente enrejado con rejillas de metal o plástico y un canal estercolero poco profundo y un canal para agua de bebida vertida, o
- con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de metal y un canal de purines con paredes laterales inclinadas.

Las instalaciones de nueva construcción con suelo total o parcialmente enrejado y canalones o tubos de desagüe debajo en los que se aplica lavado con líquido no aireado son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que el aumento de olores debido al lavado cause molestias a los vecinos, estas técnicas son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implantada, es MTD (sin condicionantes).

Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

Resumen Ejecutivo

Los sistemas con suelos total y parcialmente enrejados con una pala quitaestiércol debajo funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, la pala quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Los cochinitos destetados se mantienen asimismo en suelos de cemento sólidos con cama de paja total o parcial. No se han reportado datos de emisiones de amoníaco para estos sistemas. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza cama de paja, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

El siguiente sistema es un ejemplo de qué puede ser MTD:

- un corral con ventilación natural con suelo totalmente recubierto con cama de paja.

Agua para cerdos y aves

En la cría de cerdos y aves de corral, el agua se utiliza para actividades de limpieza y para dar de beber a los animales. La reducción del consumo de agua de los animales no se considera viable. Varía de acuerdo con la dieta y, aunque algunas estrategias de producción incluyen un acceso restringido al agua, el acceso permanente al agua se considera generalmente como una obligación.

En principio se aplican tres tipos de sistemas de abrevado para los animales: bebederos de boquilla de baja capacidad o bebederos de gran capacidad de taza, abrevaderos y bebederos circulares para las aves; en el caso de los cerdos bebederos de boquilla en caño o taza, abrevaderos y boquillas de mordida. Todos ellos tienen ventajas y desventajas. No obstante, no hay bastantes datos disponibles para llegar a una conclusión sobre MTD.

En las actividades en las que se emplea agua, MTD es reducir el consumo de agua mediante:

- Limpiar las instalaciones y el equipo con limpiadores de alta presión tras cada ciclo de producción o cada lote. Para instalaciones de cerdos, normalmente el agua de lavado entra en el sistema de purines, por lo que es importante encontrar un equilibrio entre la limpieza y el uso de la menor cantidad de agua posible. En las instalaciones de aves es también importante encontrar el equilibrio entre la limpieza y el uso de la menor cantidad de agua posible.
- Realizar una calibración regular de la instalación de agua de abrevado para evitar vertidos.
- Mantener un registro del consumo de agua realizando mediciones, y
- Detectar y reparar las fugas.

Energía para cerdos y aves

En la cría de cerdos y aves, el consumo mayoritario de energía se utiliza en la calefacción y ventilación de las instalaciones.

MTD es la reducción del consumo de energía mediante la aplicación de una buena práctica pecuaria, comenzando por el diseño de las instalaciones de cría y con una adecuada gestión y mantenimiento de las instalaciones y de los equipos.

Hay muchas acciones que pueden realizarse como parte de la rutina diaria para reducir la cantidad de energía requerida para calefacción y ventilación. Muchos de estos puntos se mencionan en la parte principal del documento. A continuación se mencionan algunas medidas específicas de MTD:

La MTD para instalaciones avícolas es reducir el consumo de energía con las siguientes medidas:

- Aislamiento de las naves en regiones con temperaturas ambiente bajas (valores de U 0,4 $W/m^2/^\circ C$ o inferiores).
- Optimización del diseño del sistema de ventilación en cada nave para proporcionar un buen control de la temperatura y conseguir frecuencias de ventilación mínimas en invierno.
- Evitar la resistencia de los sistemas de ventilación mediante una inspección frecuente y la limpieza de los conductos y ventiladores, y
- Aplicar una iluminación de bajo consumo.

La MTD para instalaciones de cría de cerdos es reducir el consumo de energía con las siguientes medidas:

- Aplicación de ventilación natural cuando sea posible; esto requiere un adecuado diseño de la instalación y de los corrales (es decir, microclima en los corrales) y una planificación espacial con respecto a las direcciones prevalentes del viento con el fin de facilitar la circulación de aire; esto es sólo aplicable a instalaciones nuevas.
- Para instalaciones con ventilación mecánica: Optimización del diseño del sistema de ventilación en cada nave para proporcionar un buen control de temperatura y conseguir caudales de ventilación mínimos en invierno.
- Para instalaciones con ventilación mecánica: Evitar la resistencia de los sistemas de ventilación mediante una inspección frecuente y la limpieza de los conductos y ventiladores, y
- Aplicar una iluminación de bajo consumo.

Almacenamiento del estiércol de cerdos y aves

La Directiva sobre Nitratos establece unas disposiciones mínimas sobre el almacenamiento del estiércol en general, con el fin de proporcionar al agua un nivel general de protección contra la contaminación, y unas disposiciones adicionales sobre el almacenamiento del estiércol en Zonas Vulnerables a los Nitratos. No todas las disposiciones de esta Directiva se tratan en este documento debido a la falta de datos, pero cuando se tratan, el GTT acordó que MTD para depósitos de almacenamiento de estiércol, pilas de estiércol sólido o balsas de estiércol es la misma dentro y fuera de las Zonas Vulnerables a Nitratos.

La MTD consiste en diseñar canales estercoleros para purines y gallinaza con suficiente capacidad hasta que pueda realizarse su ulterior tratamiento o su aplicación al suelo. La capacidad requerida depende del clima y de los periodos en los que no es posible su aplicación al suelo. Para los purines, por ejemplo, la capacidad puede diferir con respecto al estiércol que se produce en una granja a lo largo de un periodo de 4 – 5 meses en clima mediterráneo, un periodo de 7 – 8 meses en condiciones de clima atlántico o continental, hasta un periodo de 9 – 12 meses en zonas boreales. Para la gallinaza, la capacidad requerida depende del clima y de los periodos en los que la aplicación sobre el suelo no es posible.

Para una pila de estiércol de cerdo (purín) que esté siempre situado en el mismo lugar, en la granja o en el campo, la MTD es:

- Utilizar un suelo de cemento, con un sistema de recogida y un depósito para el líquido de escorrentía.
- Localizar zonas de almacenamiento de estiércol de nueva construcción en las que sea más improbable que se causen molestias a receptores sensibles al olor, teniendo en cuenta la distancia hasta los receptores y la dirección predominante del viento.

Si debe almacenarse gallinaza, la MTD es almacenar la gallinaza seca en un granero con suelo impermeable, y con suficiente ventilación.

Para una pila temporal de purín o gallinaza en el campo, la MTD es situar el montón de estiércol lejos de receptores sensibles como vecinos y cursos de agua (incluidos arroyos del campo) en los que pueda entrar el líquido de escorrentía.

La MTD para el almacenamiento de purines en un depósito de cemento o acero incluye lo siguiente:

- Un depósito estable capaz de soportar las agresiones mecánicas, térmicas y químicas.
- La base y las paredes del depósito deben ser impermeables y estar protegidas contra la corrosión.
- El depósito debe vaciarse regularmente para inspección y mantenimiento, preferiblemente cada año.
- Deben usarse válvulas dobles en todas las salidas con válvula del depósito.
- El purín debe agitarse sólo justo antes de vaciar el depósito, por ejemplo para su aplicación al suelo.

Se considera MTD cubrir los depósitos de purines con una de las siguientes opciones:

- Una cubierta rígida, o una estructura en forma de tienda de campaña, o
- Una cubierta flotante, por ejemplo de paja triturada, corteza natural, lona, papel de aluminio, turba, aglomerado de arcilla expandida ligero (LECA) o poliestireno expandido (EPS).

Todos estos tipos de cubiertas se aplican, aunque tienen sus limitaciones técnicas y operativas. Esto significa que la decisión sobre el tipo de cubierta a seleccionar sólo puede tomarse caso por caso.

Las balsas de almacenamiento de purines son también una opción tan viable como los depósitos de purines, siempre que tengan la base y las paredes impermeables (suficiente contenido de arcilla o revestimiento con plástico) en combinación con un sistema de detección de fugas y provisión de cubierta.

Se considera MTD cubrir las balsas de almacenamiento de purines con una de las siguientes opciones:

- Una cubierta de plástico, o
- Una cubierta flotante, como por ejemplo de paja triturada, LECA o corteza natural.

Todos estos tipos de cubiertas se aplican, aunque tienen sus limitaciones técnicas y operativas. Esto significa que la decisión sobre el tipo de cubierta preferida sólo puede tomarse caso por caso. En algunas situaciones puede ser muy costoso, o puede que incluso no sea técnicamente posible instalar una cubierta en una balsa existente. El coste de instalación de una cubierta para balsas muy grandes o balsas con formas inusuales puede ser muy elevado. Puede que resulte técnicamente imposible instalar una cubierta cuando, por ejemplo, los perfiles de las orillas no sean adecuados para fijar la cubierta en los mismos.

Tratamiento in situ del estiércol de cerdos y aves

El tratamiento del estiércol antes de su aplicación al suelo puede realizarse por los siguientes motivos:

1. Recuperar la energía residual (biogás) del estiércol.
2. Reducir las emisiones de olores durante el almacenamiento y/o la aplicación al suelo.
3. Reducir el contenido de nitrógeno del estiércol, con el fin de evitar la posible contaminación del suelo y de las aguas superficiales en la aplicación al suelo, así como para reducir los olores.
4. Permitir un transporte fácil y seguro del estiércol a lugares distantes, o cuando deba aplicarse en otros procesos.

Se aplican una serie de sistemas de tratamiento del estiércol, aunque la mayoría de granjas en la UE pueden manejar el estiércol sin tener que recurrir a las técnicas indicadas a continuación. Además del tratamiento in situ, el estiércol de cerdos y aves puede también ser tratado (ulteriormente) en instalaciones industriales externas, como por ejemplo, en instalaciones de combustión, compostaje o desecación de residuos de granjas avícolas. La evaluación de los tratamientos externos está fuera del ámbito de este BREF.

Las técnicas aplicadas en el tratamiento in situ del estiércol de cerdos y aves son:

- Separación mecánica
- Aireación del estiércol líquido
- Tratamiento biológico de los purines
- Compostaje del estiércol sólido
- Compostaje de la gallinaza con corteza de pino
- Tratamiento anaeróbico del estiércol
- Balsas anaeróbicas
- Evaporación y desecación de los purines
- Incineración del estiércol de los broilers
- Aplicación de aditivos al estiércol

En general, el proceso in situ del estiércol es MTD sólo en ciertas condiciones (es decir, es una MTD condicional). Las condiciones del proceso in situ del estiércol que determinan si una técnica es MTD hacen mención a condiciones como la disponibilidad de terreno, el exceso o demanda local de nutrientes, la asistencia técnica, las posibilidades de comercialización de energía verde y la reglamentación local.

La Tabla 2 siguiente muestra algunos ejemplos de las condiciones de MTD para el proceso de purines. La lista no es exhaustiva, y hay otras técnicas que pueden ser MTD en determinadas condiciones. También es posible que las técnicas escogidas sean también MTD en otras condiciones.

En las siguientes condiciones	Ejemplo de MTD:
<ul style="list-style-type: none"> • La granja está situada en una zona con excedentes de nutrientes pero con suficiente terreno en los alrededores de la granja para el esparcimiento de la fracción líquida (con un contenido de nutrientes reducido), y • la fracción sólida puede esparcirse en zonas remotas con demanda de nutrientes o puede aplicarse en otros procesos. 	Separación mecánica de los purines con un sistema cerrado (Ej. centrífuga o prensa espiral) para minimizar las emisiones de amoniaco (Sección 4.9.1)
<ul style="list-style-type: none"> • La granja está situada en una zona con excedentes de nutrientes pero con suficiente terreno en los alrededores de la granja para el esparcimiento de la fracción líquida, y • la fracción sólida puede esparcirse en zonas remotas con demanda de nutrientes, y • se dispone de asistencia técnica para operar la instalación de tratamiento aeróbico de forma adecuada. 	Separación mecánica de los purines con un sistema cerrado (Ej. centrífuga o prensa espiral) para minimizar las emisiones de amoniaco seguida de tratamiento aeróbico de la fracción líquida (Sección 4.9.3), y en la que el tratamiento aeróbico está bien controlado de modo que se minimizan las emisiones de amoniaco y N ₂ O
<ul style="list-style-type: none"> • Hay mercado para la energía verde y los reglamentos locales permiten la cofermentación de (otros) productos orgánicos residuales y el esparcimiento en la tierra de productos digeridos. 	Tratamiento anaeróbico de los purines en una instalación de biogás (Sección 4.9.6.)

Tabla 2: Ejemplos de MTD condicionales en el procesado in situ de purines

Un ejemplo de MTD en el procesado de la gallinaza es:

- Aplicación de un túnel de desecación externo con bandas perforadas para gallinaza, cuando el sistema de alojamiento de las gallinas ponedoras no incorpore un sistema de desecación de gallinaza u otra técnica para reducir las emisiones de amoniaco.

Esparcimiento en la tierra del estiércol de cerdos y aves

Generalidades

La Directiva sobre Nitratos establece las disposiciones mínimas sobre la aplicación de estiércol al suelo con el fin de proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación por compuestos de nitrógeno, y las disposiciones adicionales para la aplicación de estiércol al suelo en zonas designadas como vulnerables. No todas las disposiciones de esta Directiva se tratan en este documento por falta de datos pero, cuando se tratan, el GTT acordó que la MTD sobre esparcimiento en la tierra es igualmente válida dentro y fuera de estas zonas designadas como vulnerables.

Hay distintas etapas en el proceso, desde la reproducción del estiércol a su postproducción y su esparcimiento final en el terreno, en las que las emisiones pueden reducirse o controlarse. Las distintas técnicas que son MTD y que pueden aplicarse en las distintas fases del proceso se detallan a continuación. No obstante, el principio de MTD se basa en la aplicación de las cuatro acciones siguientes:

- Aplicación de medidas nutricionales.
- Equilibrar el estiércol a esparcir con la cantidad de terreno disponible y los requisitos del cultivo y – si se aplican – con otros fertilizantes.
- Gestionar correctamente la aplicación del estiércol en la tierra, y
- Utilizar sólo las técnicas que son MTD para el esparcimiento del estiércol en la tierra y – si procede – en el acabado.

Se considera MTD minimizar las emisiones de estiércol en el suelo y en las aguas subterráneas equilibrando la cantidad de estiércol con los requisitos previsibles del cultivo (nitrógeno y fósforo, así como el aporte de minerales a la cosecha en el suelo y en la fertilización). Hay disponibles distintas herramientas para equilibrar la absorción total de nutrientes por el suelo y la vegetación frente al aporte total de nutrientes del estiércol, como efectuar un balance de nutrientes del suelo o determinar el número de animales en función del terreno disponible.

Se considera MTD tener en consideración las características del terreno en cuestión al aplicar estiércol; en particular, las condiciones del suelo, el tipo de suelo y su inclinación, las condiciones climáticas, la

pluviometría y el riego, el uso de la tierra y las prácticas agrícolas, incluidos los sistemas de rotación de cultivos. Se considera MTD reducir la contaminación de las aguas haciendo en particular lo siguiente:

- No aplicar estiércol en la tierra si el terreno está:
 - Saturado de agua
 - Inundado
 - Helado
 - Cubierto de nieve
- No aplicar estiércol a terrenos con pendientes muy inclinadas.
- No aplicar estiércol en lugares adyacentes a cualquier curso de agua (dejando una franja de tierra sin tratar), y
- Esparcir el estiércol lo más cerca posible del momento en que se vaya a producir el máximo crecimiento del cultivo y la absorción de nutrientes.

Se considera MTD gestionar el esparcimiento del estiércol para reducir las molestias por olores cuando puedan verse afectados los vecinos, haciendo en particular lo siguiente:

- Realizar la aplicación en los días en que es menos probable que la gente esté en casa, y evitando los fines de semana y festividades.
- Prestar atención a la dirección del viento en relación con las viviendas vecinas.

El estiércol puede tratarse para minimizar las emisiones de olores, lo que permite mayor flexibilidad para determinar los lugares y condiciones climáticas apropiados para su aplicación al suelo.

Purines

Las emisiones de amoníaco a la atmósfera causadas por el esparcimiento en el terreno pueden reducirse mediante la selección del equipo adecuado. La técnica de referencia es un esparcidor por aspersión convencional, no seguida de incorporación rápida. Generalmente, las técnicas de esparcimiento en suelo que reducen las emisiones de amoníaco reducen asimismo las emisiones de olores.

Cada técnica tiene sus limitaciones y no es aplicable en todas las circunstancias y/o tipos de terreno. Las técnicas que inyectan el purín son las que consiguen una mayor reducción, aunque las técnicas que esparcen el estiércol encima del terreno seguido de incorporación poco después pueden conseguir la misma reducción. No obstante, esto genera costes adicionales de mano de obra y energía y sólo es aplicable a tierra que sea fácilmente cultivable. Las conclusiones sobre MTD se presentan en la Tabla 3. Los niveles alcanzados son muy específicos de cada lugar y sólo sirven como ilustración de las reducciones potenciales.

La mayoría del GTT acordó que tanto la inyección como el esparcimiento en bandas e incorporación (si la tierra puede cultivarse fácilmente) antes de 4 horas es MTD para la aplicación de purines a tierra cultivable, aunque se produjo una discrepancia con respecto a esta conclusión (ver abajo).

El GTT también acordó que, para la aplicación de los purines al suelo, el esparcidor por aspersión convencional no es MTD. No obstante, cuatro Estados Miembros propusieron que si la difusión se utiliza con una baja trayectoria de esparcimiento, y a baja presión (para crear gotas grandes, evitando con ello la atomización y la deriva con el viento), y el purín se incorpora al suelo lo antes posible (por lo menos antes de 6 horas), o se aplica a un terreno cultivable en fase de crecimiento, estas combinaciones constituyen MTD. El GTT no ha alcanzado el consenso con respecto a esta última propuesta.

No se han propuesto técnicas de reducción para el esparcimiento de purín sólido. No obstante, para reducir las emisiones de amoníaco del esparcimiento en la tierra de estiércol sólido, su incorporación al terreno es el factor importante, no la técnica de esparcimiento. En terrenos de pasto, el estiércol no puede ser incorporado.

Discrepancias:

1. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que el esparcimiento de purines en terreno cultivable seguida de su incorporación sea MTD. En su opinión, el esparcimiento por sí mismo, que tiene asociada una reducción de las emisiones del 30 – 40%, es MTD para el esparcimiento de purines en terreno cultivable. Argumentan que el esparcimiento ya consigue una reducción razonable de las emisiones y que la manipulación adicional requerida para su incorporación en el terreno es difícil de organizar, así como que la reducción adicional que puede conseguirse no compensa los costes adicionales.
2. Otra discrepancia sobre la incorporación hace referencia al estiércol sólido. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que la incorporación del estiércol sólido lo antes posible (en menos de 12 horas) es MTD. En su opinión, la incorporación en 24 horas, que tiene asociada una reducción de emisiones de alrededor del 50%, es MTD. Argumentan que la reducción adicional de las emisiones de amoníaco que puede conseguirse no compensa los costes adicionales y dificultades que comporta la organización de la logística para una incorporación en un tiempo más corto.

Uso de la tierra	MTD	Reducción de las emisiones	Tipo de purín	Aplicabilidad
Pastos y cultivos con una <u>altura de cultivo</u> de menos de 30 cm	Arrastre con manguera (esparcimiento)	30 % puede ser menos si se aplica a una altura de pasto >10 cm	Líquido	pendiente (<15 % para cisternas; <25 % para sistemas umbilicales); no utilizable para estiércol viscoso o con mucha paja, el tamaño y forma del campo son importantes,
Principalmente pastos	Arrastre con cuñas (esparcimiento)	40 %	Líquido	pendiente (<20 % para cisternas; <30 % para sistemas umbilicales); no estiércol viscoso, tamaño y forma del campo, hierba de menos de 8 cm de altura.
Pastos	Inyección superficial (surco abierto)	60 %	Líquido	pendiente <12 %, grandes limitaciones de tipo de suelo y condiciones, no estiércol viscoso.
Principalmente pastos, tierra cultivable	Inyección profunda (surco cerrado)	80 %	Líquido	pendiente <12 %, grandes limitaciones de tipo de suelo y condiciones, no estiércol viscoso.
Tierra cultivable	Esparcimiento e incorporación en 4 horas	80 %	Líquido	Incorporación sólo aplicable para tierra fácilmente cultivable, en otras situaciones la MTD es el esparcimiento de bandas sin incorporación.
Tierra cultivable	Incorporación lo antes posible, pero en menos de 12 horas	en: 4 horas: 80 % 12 horas: 60 –70 %	Estiércol sólido	Sólo para tierra que pueda ser cultivada fácilmente.

Tabla 3: MTD para equipos de esparcimiento en suelo de purinesGallinaza

La gallinaza tiene un alto contenido de nitrógeno disponible, y por lo tanto es importante conseguir una distribución uniforme y una velocidad de aplicación precisa. A este respecto, el esparcidor giratorio no es adecuado. El esparcidor de descarga posterior y los esparcidores de doble función son mucho mejores. Para gallinaza húmeda (<20 % de materia seca) de sistemas de jaulas, como los descritos en la Sección 4.5.1.4, el esparcimiento con una baja trayectoria a baja presión es la única técnica de esparcimiento aplicable. No obstante, no se ha extraído ninguna conclusión acerca de qué técnica de esparcimiento constituye MTD. Para reducir las emisiones de amoníaco del esparcimiento en el suelo de gallinaza, la incorporación es el factor importante, no la técnica de esparcimiento. Para pastos, la incorporación no es posible.

Se considera MTD para esparcimiento en suelo – húmeda o seca – de gallinaza sólida la incorporación en 12 horas. La incorporación sólo puede aplicarse a tierra que sea fácilmente cultivable. La reducción de emisiones alcanzable es del 90%, pero esto es muy específico de cada lugar y sirve sólo como ilustración de una posible reducción.

Discrepancia:

Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que la incorporación de la gallinaza sólida en 12 horas sea MTD. En su opinión, la incorporación en 24 horas, que tiene asociada una reducción de emisiones de alrededor del 60–70%, es MTD. Argumentan que la reducción adicional de las emisiones de amoníaco que puede conseguirse no compensa los costes adicionales y dificultades que comporta la organización de la logística para una incorporación en un tiempo más corto.

Observaciones finales

Una característica de este trabajo es que el potencial de reducción de las emisiones de amoníaco asociado a las técnicas descritas en el Capítulo 4, se indica como reducciones relativas (en %) con respecto a una técnica de referencia. Esto se hace debido a que el nivel de emisiones y de consumo del ganado depende de muchos factores distintos, como la raza del animal, la variación en la formulación del pienso, la fase de producción y el sistema de gestión aplicado, aunque también de otros factores como el clima y las características del suelo. La consecuencia de ello es que las emisiones absolutas de amoníaco asociadas a las técnicas aplicadas, como el sistema de estabulación, el almacenamiento del estiércol, y la aplicación del estiércol a la tierra, cubren una gama muy amplia y hacen difícil la interpretación de los niveles absolutos. Por consiguiente, se ha preferido el uso de los niveles de reducción de amoníaco expresados en porcentajes.

Nivel de consenso

Este BREF cuenta con el apoyo de la mayoría de miembros del GTT, aunque en cinco conclusiones relativas a MTD se han registrado discrepancias. Las dos primeras discrepancias hacen referencia a un sistema de alojamiento utilizado para cerdas reproductoras/en gestación y cerdos de engorde/acabado. La tercera discrepancia es sobre el esparcimiento en la tierra de purines mediante esparcimiento seguido de incorporación. Las discrepancias cuarta y quinta hacen referencia al tiempo de espera entre el esparcimiento en la tierra y la incorporación del estiércol sólido de cerdos o aves. Las cinco discrepancias se hallan reseñadas en este resumen ejecutivo.

Recomendaciones para trabajos futuros

Para revisiones futuras del BREF, todos los miembros del GTT y partes interesadas deberían continuar recopilando datos, en un formato que pueda ser fácilmente comparado, sobre los niveles actuales de emisiones y consumos, y sobre la eficiencia de las técnicas a considerar en la determinación de las MTD. Retrospectivamente, se facilitó muy poca información, lo que debe considerarse un aspecto clave en las revisiones futuras del BREF. Algunas áreas específicas en las que faltan datos e información son las siguientes:

- Sistemas de jaulas acondicionadas para gallinas ponedoras.
- Pavos, patos y pintadas.
- El uso de la paja en las explotaciones porcinas.
- Los costes asociados de los equipos de alimentación para la alimentación en multifases de cerdos y aves
- Técnicas para el procesado in situ del estiércol, que requiere una mayor cualificación y cuantificación para permitir una mejor evaluación para las consideraciones sobre MTD.
- El uso de aditivos en el estiércol.
- Ruido, energía, aguas residuales y residuos.
- Aspectos como el contenido de materia seca del estiércol y el riego.
- Cuantificación de las distancias a los cursos de agua al esparcir el estiércol en el suelo.
- Cuantificación de las inclinaciones de los terrenos al esparcir el estiércol en el suelo.
- Técnicas de desagüe sostenibles.

El bienestar animal se ha tenido en consideración en este documento. No obstante, sería útil desarrollar criterios de evaluación en relación con los aspectos del bienestar animal de las explotaciones.

Temas sugeridos para futuros proyectos de I+D

La sección 6.5 del cuerpo principal del BREF muestra una lista de unos treinta temas que podrían considerarse como posibles temas para futuros proyectos de Investigación y Desarrollo.

La CE promueve y subvenciona, a través de sus programas de I+D, una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, técnicas emergentes de tratamiento de efluentes y tecnologías de reciclaje, así como estrategias de gestión. Estos proyectos tienen el potencial de ser una útil contribución a futuras revisiones del BREF. Por lo tanto, se invita a los lectores a informar a la EIPPCB de los resultados de cualquier investigación que puedan ser relevantes en el ámbito del presente documento (ver también el prefacio de este documento).

PREFACIO

1. Contexto del presente documento

Salvo que se indique lo contrario, las referencias a “la Directiva” en el presente documento deberán entenderse como referencias a la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC). Dado que la Directiva se aplica sin perjuicio de las disposiciones de la Comunidad sobre salud y seguridad laboral, también lo hace este documento.

Este documento forma parte de una serie en la que se presentan los resultados del intercambio de información entre los Estados Miembros de la Unión Europea y los sectores afectados con respecto a las mejores técnicas disponibles (MTD), los trabajos de seguimiento de las mismas y su evolución. Ha sido publicado por la Comisión Europea con arreglo al apartado 2 del artículo 16 de la Directiva y, por lo tanto, debe tenerse en cuenta de conformidad con el anexo IV de la Directiva a la hora de determinar las “mejores técnicas disponibles”.

2. Principales obligaciones legales de la Directiva de IPPC y definición de MTD

A fin de ayudar al lector a comprender el contexto legal en el que se ha redactado el presente documento, se describen en este prefacio las disposiciones más importantes de la Directiva de IPPC, incluida la definición del término “mejores técnicas disponibles” (MTD). Se trata de una descripción inevitablemente incompleta, de carácter exclusivamente informativo. No tiene valor legal y no modifica ni menoscaba en modo alguno las disposiciones de la Directiva.

La Directiva tiene por objeto la prevención y el control integrados de la contaminación a través de las actividades relacionadas en su anexo I, encaminadas a lograr un alto grado de protección del medio ambiente en su conjunto. Aunque el ámbito legal de la Directiva es exclusivamente la protección medioambiental, en su aplicación también deben tenerse en cuenta otros objetivos comunitarios, como garantizar la existencia de las condiciones necesarias para la competitividad de la industria comunitaria, contribuyendo con ello al desarrollo sostenible.

Más concretamente, en ella se establece un sistema de permisos para ciertas categorías de instalaciones industriales que exige que tanto sus titulares como las autoridades reguladoras realicen un análisis integrado y global del potencial de contaminación y consumo de la instalación. El objetivo global de un enfoque integrado de este tipo debe ser mejorar la gestión y el control de los procesos industriales, a fin de conseguir un alto grado de protección para el medio ambiente en su conjunto. Para ello es fundamental el principio general establecido en el artículo 3, por el que los titulares deben tomar todas las medidas adecuadas de prevención de la contaminación, en particular mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles que les permitan mejorar su comportamiento con respecto al medio ambiente.

En el apartado 11 del artículo 2 de la Directiva se define el término “mejores técnicas disponibles” como “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente”, y a continuación se incluye la siguiente aclaración adicional de la citada definición:

“mejores”: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

“técnicas”: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación se diseña, construye, mantiene, explota y desmantela;

“disponibles”: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado Miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

Además, el Anexo IV de la Directiva contiene una lista de “aspectos que deben tenerse en cuenta con carácter general o en un supuesto particular cuando se determinen las mejores técnicas disponibles (...), teniendo en cuenta los costes y ventajas que pueden derivarse de una acción y los principios de precaución y prevención”. Estas consideraciones incluyen la información publicada por la Comisión de conformidad con el Artículo 16(2).

Las autoridades competentes responsables de la concesión de permisos deben tener en cuenta los principios generales establecidos en el artículo 3 a la hora de determinar las condiciones del permiso. Estas condiciones deben incluir los valores límite de emisión, en su caso complementados o sustituidos por parámetros o medidas técnicas equivalentes. De acuerdo con el Artículo 9(4) de la Directiva, estos valores límite de emisión, parámetros y medidas técnicas equivalentes deben basarse – sin perjuicio del cumplimiento de las normas de calidad medioambiental – en las mejores técnicas disponibles, sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica, sino tomando en consideración las características técnicas de la instalación de que se trate, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente. En todos los casos, las condiciones del permiso deberán incluir disposiciones relativas a la reducción de la contaminación a larga distancia o transfronteriza y garantizar un alto nivel de protección para el medio ambiente en su conjunto.

Los Estados Miembros tienen la obligación, de acuerdo con el artículo 11 de la Directiva, de velar por que las autoridades competentes estén al corriente o sean informadas acerca de la evolución de las mejores técnicas disponibles.

3. Objetivo del presente documento

El apartado 2 del artículo 16 de la Directiva obliga a la Comisión a organizar “un intercambio de información entre los Estados Miembros y las industrias correspondientes acerca de las mejores técnicas disponibles, las prescripciones de control relacionadas y su evolución” y a publicar los resultados de tal intercambio.

La finalidad del intercambio de información se establece en el considerando 25 de la Directiva, que estipula que “los avances y el intercambio de información en la Comunidad sobre las mejores técnicas disponibles contribuirán a reducir los desequilibrios tecnológicos en el ámbito de la Comunidad, ayudarán a la divulgación mundial de los valores límite establecidos y de las técnicas empleadas en la Comunidad y, asimismo, ayudarán a los Estados Miembros para la aplicación eficaz de la presente Directiva.”

La Comisión (DGXI) ha creado un foro de intercambio de información (IEF) para contribuir al cumplimiento de las disposiciones del apartado 2 del artículo 16 y en este marco se han creado varios grupos de trabajo técnico. Tanto en el foro como en los grupos de trabajo participan representantes de los Estados Miembros y del sector, de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 del artículo 16.

El objetivo de esta serie de documentos es reflejar con precisión el intercambio de información que ha tenido lugar con arreglo a las disposiciones del apartado 2 del artículo 16 y facilitar información de referencia que las autoridades competentes deberán tomar en consideración a la hora de establecer las condiciones de concesión de los permisos. La importante información que estos documentos contienen con respecto a las mejores técnicas disponibles les convierte en instrumentos de gran valor para guiar el comportamiento en materia de medio ambiente.

4. Fuentes de Información

En este documento se resume la información obtenida de diversas fuentes, que incluye en especial los conocimientos técnicos de los grupos creados para ayudar a la Comisión en su trabajo, y que ha sido verificada por los servicios de la Comisión. Se agradecen efusivamente todas las aportaciones realizadas.

5. Cómo entender y utilizar el presente documento

La información que contiene el presente documento tiene por objeto servir de punto de partida para el proceso de determinación de las MTD en casos específicos. A la hora de determinar las MTD y establecer condiciones para permisos basadas en las MTD, deberá tenerse siempre en cuenta el objetivo global de lograr el máximo grado posible de protección para el medio ambiente en su conjunto.

El resto de esta sección describe el tipo de información que contiene cada una de las secciones del documento.

El Capítulo 1 proporciona información general a nivel europeo sobre los sectores agropecuarios afectados. Esto incluye datos económicos, niveles de consumo y producción de huevos, carne de aves de corral y carne de cerdo, así como información sobre algunos requisitos legislativos.

En el Capítulo 2 se describen los sistemas y técnicas de producción que se aplican comúnmente en Europa. Este capítulo proporciona la base para los sistemas de referencia detallados en el Capítulo 4 para evaluar la eficacia medioambiental de las técnicas de reducción. Su propósito no es describir sólo las técnicas de referencia, ni puede cubrir todas las modificaciones de una técnica que pueden encontrarse en la práctica.

El Capítulo 3 proporciona datos e información sobre los niveles actuales de emisiones y consumos, que reflejan la situación en las instalaciones existentes en el momento presente. Intenta presentar los factores responsables de la variación de los niveles de emisión y consumo.

El Capítulo 4 describe las técnicas que se consideran más relevantes para la determinación de las MTD y de las condiciones de permisos basadas en las MTD. Esta información incluye los niveles de emisión y consumo considerados obtenibles con el uso de la técnica, una idea de los costes y de los efectos sobre otros medios asociados con su aplicación, así como el grado en que tal técnica es aplicable al conjunto de instalaciones que requieren permisos de IPPC (Ej. instalaciones nuevas, existentes, grandes o pequeñas). No se incluyen las técnicas que se consideran generalmente obsoletas.

El Capítulo 5 presenta las técnicas y los niveles de emisiones y consumos que se consideran compatibles con las MTD en un sentido general. El objeto que se persigue es proporcionar indicaciones relativas a los niveles de emisiones y consumos que pueden considerarse como un punto de referencia apropiado para ayudar en la determinación de las condiciones de permisos basadas en las MTD, o para el establecimiento de normas generales de obligado cumplimiento según el Artículo 9(8). No obstante, debe recalarse que este documento no propone valores límites de las emisiones. La determinación de condiciones de permiso apropiadas deberá tener en cuenta factores locales y específicos de cada lugar, como las características técnicas de la instalación en cuestión, su ubicación geográfica y las condiciones medioambientales locales. En el caso de instalaciones existentes, debe también tenerse en cuenta la viabilidad económica y técnica de su modernización. Incluso el mero objetivo de asegurar un elevado nivel de protección del entorno en su conjunto comporta a menudo que deban hacerse concesiones en la apreciación de distintos tipos de impacto medioambiental, y estas apreciaciones estarán muchas veces influenciadas por consideraciones locales.

Aunque se ha intentado tratar algunas de estas cuestiones, no es posible analizarlas con detalle en el presente documento. Por consiguiente, las técnicas y los niveles presentados en el Capítulo 5 no tienen por qué ser necesariamente apropiados para todas las instalaciones. Por otra parte, la obligación de garantizar un alto grado de protección medioambiental, incluida la máxima reducción de la contaminación transfronteriza o de larga distancia, implica que no es posible establecer las condiciones de concesión de los permisos con arreglo a consideraciones puramente locales. Por ello, es esencial que las autoridades competentes en materia de permisos tengan muy en cuenta la información que contiene el presente documento.

Como las mejores técnicas disponibles cambian con el tiempo, este documento está sujeto a revisión y actualización. Todo comentario o sugerencia debe enviarse a la Oficina Europea de IPPC, emplazada en el Instituto de Estudios Tecnológicos Prospectivos, cuyas señas se indican a continuación:

Edificio Expo; C/ Inca Garcilaso s/n; E-41092 Sevilla, España
Teléfono: +34 95 4488 284
Fax: +34 95 4488 426
e-mail: eippcb@jrc.es
Internet: <http://eippcb.jrc.es>

Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Cría Intensiva de Aves y Cerdos

RESUMEN EJECUTIVO.....	IV
PREFACIO	XXVII
ALCANCE DEL TRABAJO	XLIII
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 Cría intensiva.....	1
1.2 El sector de producción avícola en Europa.....	2
1.2.1 Producción de huevos.....	3
1.2.2 Producción de pollos para carne (broilers).....	5
1.2.3 Economía del sector avícola.....	7
1.3 El sector de producción porcina en Europa.....	10
1.3.1 Dimensión, evolución y distribución geográfica del sector porcino en Europa.....	10
1.3.2 Producción y consumo de carne de cerdo.....	15
1.3.3 Economía del sector porcino.....	17
1.4 Aspectos medioambientales de la producción intensiva avícola y porcina.....	18
1.4.1 Emisiones a la atmósfera.....	20
1.4.2 Emisiones al suelo, a las aguas subterráneas y superficiales.....	22
1.4.3 Otras emisiones.....	24
2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TÉCNICAS APLICADAS.....	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Producción avícola.....	26
2.2.1 Producción de huevos.....	26
2.2.1.1 Sistemas de jaulas en batería para gallinas ponedoras.....	27
2.2.1.1.1 Sistema de almacenamiento abierto de estiércol bajo las jaulas.....	29
2.2.1.1.2 Sistemas de batería con almacenamiento abierto aireado de estiércol (sistemas con fosa de estiércol o elevados).....	29
2.2.1.1.3 Sistema de nave sobre pilares.....	30
2.2.1.1.4 Sistema de batería con retirada de gallinaza mediante una pala quitaestiércol hasta un depósito cerrado.....	31
2.2.1.1.5 Sistema de batería con cinta con retirada frecuente de estiércol hasta un almacén cerrado con o sin desecación.....	31
2.2.1.1.6 Jaulas acondicionadas.....	32
2.2.1.2 Sistemas de estabulación sin jaulas para gallinas ponedoras.....	34
2.2.1.2.1 Sistema de parque con cama de paja para gallinas ponedoras.....	34
2.2.1.2.2 Sistema de aviario (aseladeros).....	35
2.2.2 Producción de carne de pollo (broilers).....	35
2.2.3 Otros sectores de la producción avícola.....	36
2.2.3.1 Producción de pavos.....	36
2.2.3.1.1 Sistemas de estabulación de uso común.....	36
2.2.3.1.2 Sistema de nave cerrada.....	37
2.2.3.1.3 Sistema de parque con yacija parcialmente ventilado.....	38
2.2.3.2 Producción de patos.....	39
2.2.3.3 Producción de pintadas.....	40
2.2.4 Control del clima de las instalaciones avícolas.....	40
2.2.4.1 Control de temperatura y ventilación.....	40
2.2.4.2 Iluminación.....	43
2.2.5 Alimentación y abrevado en la producción avícola.....	44
2.2.5.1 Formulación de los piensos para producción avícola.....	44
2.2.5.2 Sistemas de alimentación.....	45
2.2.5.3 Sistemas de abrevado.....	46
2.3 Producción porcina.....	47
2.3.1 Estabulación de cerdos y recogida de estiércol.....	47
2.3.1.1 Instalaciones para cerdas en apareamiento y gestación.....	49
2.3.1.1.1 Estabulación individual con suelo total o parcialmente enrejado para cerdas en apareamiento o gestación.....	50

2.3.1.1.2	Jaulas con suelo sólido para cerdas en apareamiento y gestación.....	50
2.3.1.1.3	Estabulación en grupo con o sin paja para cerdas en gestación	51
2.3.1.2	Sistemas de estabulación para cerdas parturientas.....	52
2.3.1.2.1	Estabulación para cerdas parturientas con movimiento restringido.....	53
2.3.1.2.2	Estabulación de cerdas parturientas con libertad de movimiento	54
2.3.1.3	Sistemas de estabulación para cochinitos destetados	54
2.3.1.4	Estabulación de cerdos de engorde/acabado	57
2.3.1.4.1	Estabulación de cerdos de engorde - acabado con suelo totalmente enrejado.....	57
2.3.1.4.2	Estabulación de cerdos de engorde/acabado sobre un suelo con enrejado parcial.....	58
2.3.1.4.3	Estabulación de cerdos de engorde-acabado sobre suelo de cemento sólido con paja.....	59
2.3.2	Control del clima en las instalaciones porcinas	61
2.3.2.1	Calefacción de las instalaciones porcinas.....	62
2.3.2.2	Ventilación de las naves para cerdos	63
2.3.2.3	Iluminación de las instalaciones porcinas	66
2.3.3	Sistemas de alimentación y abrevadero de cerdos.....	67
2.3.3.1	Formulación de los piensos porcinos.....	67
2.3.3.2	Sistemas de alimentación.....	68
2.3.3.3	Sistemas de suministro de agua.....	70
2.4	Procesado y almacenamiento del pienso para animales.....	70
2.5	Recogida y almacenamiento de estiércol.....	71
2.5.1	Estiércol avícola.....	73
2.5.2	Estiércol porcino	73
2.5.3	Sistemas de almacenamiento de estiércol sólido y de estiércol con yacija	74
2.5.4	Sistemas de almacenamiento para purines.....	75
2.5.4.1	Almacenamiento de los purines en depósitos o estercoleros	75
2.5.4.2	Almacenamiento de purines en balsas.....	76
2.5.4.3	Almacenamiento de purines en sacos flexibles.....	77
2.6	Procesado del estiércol in situ	77
2.6.1	Separadores mecánicos	78
2.6.2	Tratamiento aeróbico de los purines	78
2.6.3	Tratamiento aeróbico del estiércol sólido (compostaje).....	79
2.6.4	Tratamiento anaeróbico.....	79
2.6.5	Balsas anaeróbicas	79
2.6.6	Aditivos para estiércol porcino	80
2.6.7	Impregnación con turba	82
2.7	Técnicas de aplicación de estiércol	83
2.7.1	Sistemas de transporte de purines.....	84
2.7.1.1	Cisterna al vacío	84
2.7.1.2	Cisterna con bomba	84
2.7.1.3	Manguera umbilical	84
2.7.1.4	Irrigador	84
2.7.2	Sistemas de aplicación de purines.....	85
2.7.2.1	Esparcidor por aspersión	85
2.7.2.2	Difusor de bandas.....	87
2.7.2.3	Difusor de cuñas de arrastre	87
2.7.2.4	Inyector (surco abierto).....	88
2.7.2.5	Inyector (surco cerrado).....	88
2.7.2.6	Incorporación.....	89
2.7.3	Sistemas de aplicación de estiércol sólido	90
2.8	Transporte en la granja.....	91
2.9	Mantenimiento y limpieza.....	91
2.10	Uso y desecho de residuos	92
2.11	Almacenamiento y desecho de animales muertos.....	93
2.12	Tratamiento de aguas residuales	93
2.13	Instalaciones para producción de calor y energía	94
2.14	Monitorización y control de consumos y emisiones.....	94
3	NIVELES DE EMISIONES Y CONSUMOS DE LAS EXPLOTACIONES DE CRÍA INTENSIVA DE AVES Y CERDOS	97
3.1	Introducción	97
3.2	Niveles de consumo	98
3.2.1	Consumo de pienso y niveles nutricionales	98
3.2.1.1	Alimentación avícola	99

3.2.1.2	Alimentación de cerdos	100
3.2.2	Consumo de agua	104
3.2.2.1	Necesidades de agua en granjas avícolas.....	104
3.2.2.1.1	Consumo de los animales	104
3.2.2.1.2	Consumo de agua de limpieza.....	105
3.2.2.2	Necesidades de agua en las granjas porcinas	105
3.2.2.2.1	Consumo de los animales	105
3.2.2.2.2	Consumo de agua de limpieza.....	107
3.2.3	Consumo de energía	107
3.2.3.1	Granjas avícolas	108
3.2.3.2	Explotaciones porcinas	109
3.2.4	Otros recursos.....	111
3.2.4.1	Cama (yacija).....	111
3.2.4.2	Materiales de limpieza	112
3.3	Niveles de emisiones	112
3.3.1	Excreción de estiércol	113
3.3.1.1	Niveles de excreción y características del estiércol avícola	113
3.3.1.2	Niveles de excreción y características del estiércol porcino	116
3.3.2	Emisiones de los sistemas de estabulación	120
3.3.2.1	Emisiones de explotaciones avícolas.....	120
3.3.2.2	Emisiones de explotaciones porcinas.....	121
3.3.3	Emisiones de las instalaciones de almacenamiento exterior de estiércol	122
3.3.4	Emisiones del tratamiento del estiércol.....	122
3.3.5	Emisiones del esparcimiento en el suelo.....	123
3.3.5.1	Emisiones a la atmósfera	123
3.3.5.2	Emisiones al suelo y a las aguas subterráneas.....	124
3.3.5.3	Emisiones de N, P y K a las aguas superficiales	125
3.3.5.4	Emisiones de metales pesados.....	125
3.3.6	Emisiones de olores.....	127
3.3.7	Ruido	127
3.3.7.1	Fuentes y emisiones en granjas avícolas.....	128
3.3.7.2	Fuentes y emisiones de ruido en explotaciones porcinas	129
3.3.8	Cuantificación de otras emisiones.....	129
4	TÉCNICAS A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MTD.....	130
4.1	Buenas prácticas agrícolas en la gestión medioambiental	131
4.1.1	Selección del lugar y aspectos espaciales	132
4.1.2	Educación y formación.....	132
4.1.3	Actividades de planificación	132
4.1.4	Monitorización	133
4.1.5	Planes de emergencia	133
4.1.6	Reparaciones y mantenimiento	134
4.2	Gestión nutricional	134
4.2.1	Enfoque general.....	134
4.2.2	Alimentación por fases.....	140
4.2.3	Adición de aminoácidos para obtener dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos.....	142
4.2.4	Adición de fitasa para obtener dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa para aves y cerdos.....	145
4.2.5	Fosfatos inorgánicos de alta digestibilidad	147
4.2.6	Otros aditivos para piensos	148
4.3	Técnicas para un consumo racional del agua	149
4.4	Técnicas para un consumo racional de la energía.....	150
4.4.1	Buenas prácticas para el uso racional de la energía en las granjas avícolas	151
4.4.1.1	Combustibles para calefacción.....	151
4.4.1.2	Electricidad.....	152
4.4.1.3	Iluminación de bajo consumo	154
4.4.1.4	Recuperación de calor en las naves de pollos con suelo con yacija calentado y refrigerado (sistema Combideck)	155
4.4.2	Buenas prácticas para un uso racional de la energía en granjas porcinas	158
4.5	Técnicas para la reducción de emisiones de las explotaciones avícolas.....	160
4.5.1	Técnicas para la estabulación en jaulas de gallinas ponedoras.....	160
4.5.1.1	Sistemas de jaulas en batería con almacenamiento de estiércol abierto aireado (sistemas de fosa de estiércol o pilares y sistema de canales).....	163

4.5.1.2	Sistema de jaulas en batería con pilares.....	164
4.5.1.3	Sistema de jaulas en batería con retirada de estiércol mediante pala quitaestiércol a un depósito cerrado	164
4.5.1.4	Sistema de jaulas en batería con retirada de estiércol mediante cintas de estiércol a un estercolero cerrado	165
4.5.1.5	Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol y desecación del estiércol.....	166
4.5.1.5.1	Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol con desecación forzada por aire...	166
4.5.1.5.2	Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol con desecación por aire forzado por palas	168
4.5.1.5.3	Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol con desecación mejorada por aire forzado.....	169
4.5.1.5.4	Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol y túnel de desecación sobre las jaulas	170
4.5.2	Técnicas para la estabulación sin jaulas de gallinas ponedoras.....	171
4.5.2.1	Sistemas de corral con yacija o de régimen de suelo.....	171
4.5.2.1.1	Sistemas de corral con yacija para ponedoras.....	171
4.5.2.1.2	Sistema de yacija con desecación de estiércol por aire forzado	172
4.5.2.1.3	Sistema de corral con yacija con suelo perforado y desecación forzada.....	173
4.5.2.2	Sistema de aviario	175
4.5.3	Técnicas para la cría de pollos de carne.....	176
4.5.3.1	Corral con suelo perforado con sistema de desecación forzada por aire.....	177
4.5.3.2	Sistema de suelo con niveles con desecación forzada para pollos de carne.....	178
4.5.3.3	Sistema de jaulas con niveles con laterales extraíbles y desecación forzada de estiércol....	179
4.5.4	Técnicas para la estabulación de pavos	181
4.5.5	Técnica de final de proceso (end of pipe) para la reducción de las emisiones a la atmósfera de las explotaciones avícolas	182
4.5.5.1	Lavador químico húmedo.....	182
4.5.5.2	Túnel de desecación externo con cintas de estiércol perforadas.....	183
4.6	Técnicas para reducir las emisiones de las explotaciones porcinas.....	185
4.6.1	Técnicas de estabulación integradas para cerdas en apareamiento y gestación	187
4.6.1.1	Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío (STE con vacío)	188
4.6.1.2	Suelo totalmente enrejado con lavado con una capa permanente de estiércol líquido en los canales inferiores (STE con canales de lavado).....	189
4.6.1.3	Suelo totalmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (STE con canalones de desagüe).....	191
4.6.1.4	Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido (SPE con canal estercolero reducido).....	192
4.6.1.5	Suelo parcialmente enrejado con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.....	194
4.6.1.6	Suelo parcialmente enrejado con sistema de vacío (SPE con sistema de vacío).....	195
4.6.1.7	Suelo parcialmente enrejado con lavado de una capa permanente de estiércol en canales situados debajo (SPE con canales de lavado).....	196
4.6.1.8	Suelo parcialmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (SPE con canalones de desagüe).....	197
4.6.1.9	Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol (SPE con pala).....	198
4.6.1.10	Suelo de cemento sólido con cama completa (SCS con cama completa).....	200
4.6.1.11	Sistema de suelo de cemento sólido con paja y comederos electrónicos.....	200
4.6.2	Técnicas de estabulación integradas para cerdas parturientas.....	201
4.6.2.1	Jaulas con suelo totalmente enrejado y una plancha en pendiente	203
4.6.2.2	Jaulas con suelo totalmente enrejado y combinación de canales de agua y estiércol.....	204
4.6.2.3	Jaulas con suelo totalmente enrejado y sistema de lavado con canalones de estiércol	205
4.6.2.4	Jaulas con suelo totalmente enrejado y colector de estiércol	206
4.6.2.5	Jaulas con suelo totalmente enrejado y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol	207
4.6.2.6	Jaulas con suelo parcialmente enrejado.....	207
4.6.2.7	Jaulas con suelo parcialmente enrejado y pala quitaestiércol	208
4.6.3	Técnicas de estabulación integradas para cochinitos destetados.....	209
4.6.3.1	Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y fondo de cemento inclinado para separar heces y orines	211
4.6.3.2	Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y canal estercolero con pala quitaestiércol.....	211
4.6.3.3	Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y canalones o tubos de desagüe	212
4.6.3.4	Corrales con suelo parcialmente enrejado; el sistema de dos climas	213
4.6.3.5	Corrales con suelo parcialmente enrejado y piso sólido inclinado o convexo.....	214

4.6.3.6	Corrales con suelo parcialmente enrejado y canal estercolero poco profundo y canal para agua vertida.....	215
4.6.3.7	Corrales con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de hierro y canal de estiércol con canalones	215
4.6.3.8	Corrales con suelo parcialmente enrejado y pala quitaestiércol.....	216
4.6.3.9	Corrales con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de hierro y canal de estiércol con paredes laterales inclinadas	217
4.6.3.10	Corrales con suelo parcialmente enrejado y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.....	218
4.6.3.11	Suelo parcialmente enrejado con casetas cubiertas: Sistema de estabulación en casetas.....	219
4.6.3.12	Corrales con suelo de cemento sólido y cama de paja: ventilación natural	220
4.6.4	Técnicas de estabulación integradas para cerdos de engorde/acabado	221
4.6.4.1	Suelo parcialmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (SPE con canalones de desagüe).....	222
4.6.4.2	Suelo parcialmente enrejado con canal de estiércol con paredes laterales inclinadas	224
4.6.4.3	Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido, incluidas paredes inclinadas y sistema de vacío.....	225
4.6.4.4	Suelo parcialmente enrejado con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.....	225
4.6.4.5	Suelo parcialmente enrejado con retirada rápida del estiércol y pasillo exterior con cama (SPE + PE con cama).....	226
4.6.4.6	Suelo parcialmente enrejado con caseta cubierta: sistema de estabulación en caseta cubierta	227
4.6.4.7	Suelo de cemento sólido con cama de paja y clima exterior.....	228
4.6.4.8	Suelo de cemento sólido con pasillo exterior con cama de paja (SCS + PE con cama)	228
4.6.5	Medidas de final de proceso (end of pipe) para la reducción de las emisiones a la atmósfera de la estabulación de cerdos	229
4.6.5.1	Biolavador.....	229
4.6.5.2	Lavador químico húmedo.....	230
4.7	Técnicas para la reducción del olor.....	231
4.8	Técnicas para la reducción de las emisiones en el almacenamiento	234
4.8.1	Reducción de las emisiones del almacenamiento de estiércol sólido	234
4.8.1.1	Práctica general	234
4.8.1.2	Aplicación de una cubierta a montones de estiércol sólido.....	235
4.8.1.3	Almacenamiento de gallinaza en granero o cobertizo	236
4.8.2	Reducción de las emisiones del almacenamiento de purines.....	236
4.8.2.1	Aspectos generales	236
4.8.2.2	Aplicación de una cubierta rígida a depósitos de purines.....	237
4.8.2.3	Aplicación de una cubierta flexible a depósitos de purines.....	238
4.8.2.4	Aplicación de una cubierta flotante a depósitos de purines.....	238
4.8.2.5	Aplicación de cubiertas a balsas de purines	241
4.8.3	Almacenamiento de pienso	242
4.9	Técnicas para el procesado in situ del estiércol	242
4.9.1	Separación mecánica del estiércol porcino	245
4.9.2	Aireación del purín líquido	246
4.9.3	Separación mecánica y tratamiento biológico de purines	247
4.9.4	Compostaje de estiércol sólido.....	249
4.9.5	Compostaje de gallinaza con corteza de pino	250
4.9.6	Tratamiento anaeróbico del estiércol en una instalación de biogás	251
4.9.7	Sistema de balsas anaeróbicas.....	252
4.9.8	Evaporación y secado de estiércol porcino	253
4.9.9	Incineración de gallinaza.....	254
4.9.10	Aditivos para purines	255
4.10	Técnicas para la reducción de las emisiones de la aplicación del estiércol a la tierra	256
4.10.1	Equilibrado del esparcimiento de estiércol con el terreno disponible	256
4.10.2	Programas de protección de las aguas subterráneas.....	258
4.10.3	Planificación del esparcimiento en el suelo de estiércol, según se realiza en el Reino Unido e Irlanda.....	258
4.10.4	Sistemas de aplicación de estiércol	259
4.10.5	Sistema de irrigación de bajo caudal para agua sucia.....	263
4.11	Técnicas para reducir las emisiones de ruido.....	264
4.11.1	Control del ruido de extractores	264
4.11.2	Control del ruido de las actividades discontinuas de la granja	266
4.11.3	Aplicación de barreras acústicas	268

4.12	Técnicas para el tratamiento y desecho de otros residuos aparte del estiércol y los animales muertos	269
4.12.1	Tratamiento de residuos líquidos	269
4.12.2	Tratamiento de residuos sólidos.....	270
5	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES	272
5.1	Buenas Prácticas Agrícolas en la cría intensiva de cerdos y aves	274
5.2	Cría intensiva de cerdos	276
5.2.1	Técnicas nutricionales	276
5.2.1.1	Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de nitrógeno	276
5.2.1.2	Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de fósforo	277
5.2.2	Emisiones a la atmósfera de las naves de cría de cerdos	277
5.2.2.1	Sistemas de estabulación para cerdas en apareamiento / gestación	278
5.2.2.2	Sistemas de estabulación para cerdos de engorde/acabado	280
5.2.2.3	Sistemas de estabulación para cerdas parturientas (incluidos lechones)	281
5.2.2.4	Sistemas de estabulación para cochinitos destetados	282
5.2.3	Agua	283
5.2.4	Energía	284
5.2.5	Almacenamiento de estiércol	284
5.2.6	Proceso de estiércol in situ	285
5.2.7	Técnicas para el esparcimiento en el suelo de purines	286
5.3	Cría intensiva de aves	288
5.3.1	Técnicas nutricionales	288
5.3.1.1	Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de nitrógeno	288
5.3.1.2	Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de fósforo	289
5.3.2	Emisiones a la atmósfera de las naves de cría de aves	289
5.3.2.1	Sistemas de explotación para ponedoras	289
5.3.2.2	Sistemas de estabulación para pollos de carne	291
5.3.3	Agua	291
5.3.4	Energía	292
5.3.5	Almacenamiento de estiércol	292
5.3.6	Procesado de gallinaza in situ	293
5.3.7	Técnicas para el esparcimiento en el suelo de gallinaza	293
6	CONCLUSIONES FINALES	294
6.1	Plazos de ejecución del trabajo	294
6.2	Fuentes de información	294
6.3	Nivel de consenso	294
6.4	Recomendaciones para trabajos futuros	295
6.5	Temas sugeridos para futuros proyectos de I+D	296
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	298
	GLOSARIO	305
	ABREVIATURAS	307
7	ANEXOS	308
7.1	Especie animal y unidades ganaderas (UG)	308
7.2	Referencias a la legislación europea	309
7.3	Legislación nacional de Estados Miembros Europeos	310
7.4	Ejemplos de valores límite de emisiones y límites para el esparcimiento de estiércol en los Estados Miembros	323
7.5	Ejemplo de protocolo para seguimiento de las emisiones de amoníaco procedentes de los sistemas de estabulación	324
7.6	Ejemplo de cálculos de costes asociados a la aplicación de técnicas de reducción de emisiones	326
7.7	Procedimiento para evaluar una MTD para las técnicas aplicadas en las granjas de cría intensiva de aves y cerdos	335

Lista de tablas

Tabla 1.1: Algunos datos típicos de la producción avícola.....	3
Tabla 1.2: Resumen de los costes de producción de huevos para distintos sistemas.....	7
Tabla 1.3: Número de aves, total de granjas y granjas bajo la definición de la Sección 6.6 del Anexo 1 de la Directiva del Consejo 96/69/CE para distintos Estados Miembros europeos.....	9
Tabla 1.4: Número de explotaciones porcinas en los Estados Miembros de la UE según la definición de la Sección 6.6 del Anexo 1 de la Directiva del Consejo 96/69/CE.....	14
Tabla 1.5: Niveles generales de producción en las explotaciones porcinas del Reino Unido.....	16
Tabla 1.6: Emisiones a la atmósfera de los sistemas intensivos de producción pecuaria.....	20
Tabla 1.7: Vista esquemática de los procesos y factores involucrados en la emisión de amoníaco de las explotaciones pecuarias.....	21
Tabla 1.8: Principales emisiones al suelo y a las aguas subterráneas de los sistemas intensivos de producción pecuaria.....	22
Tabla 2.1: Rango de pesos de las razas de patos para producción de carne y huevos.....	39
Tabla 2.2: Ejemplo de temperaturas interiores para estabulación de pollos de carne.....	41
Tabla 2.3: Valores límites aconsejables aplicados en Bélgica para distintas sustancias gaseosas en el aire interior en naves de pollos de carne.....	41
Tabla 2.4: Ejemplo de necesidades de luz para la producción avícola según se aplica en Portugal.....	44
Tabla 2.5: Número de animales por sistema de abrevado en distintos sistemas de cría.....	47
Tabla 2.6: Niveles generales indicativos para ambientes interiores en la cría de cerdos.....	61
Tabla 2.7: Ejemplo de requisitos de temperatura aplicados para el cálculo de la capacidad de calefacción en las instalaciones con calefacción para distintas categorías de cerdos sanos.....	62
Tabla 2.8: Efecto del sistema de alimentación sobre la ganancia de peso, el índice de conversión de pienso y las pérdidas de pienso.....	69
Tabla 2.9: Tiempos de almacenamiento del estiércol avícola y porcino en determinados Estados Miembros.....	72
Tabla 2.10: Comparación cualitativa de las características de cuatro sistemas de transporte de purines.....	85
Tabla 3.1: Aspectos medioambientales claves de las principales actividades de la granja.....	97
Tabla 3.2: Indicación del tiempo de producción, índice de conversión y nivel de alimentación para especies avícolas.....	99
Tabla 3.3: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y balance de aminoácidos recomendado.....	100
Tabla 3.4: Niveles aplicados de calcio y fósforo en piensos avícolas.....	100
Tabla 3.5: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y balance de aminoácidos recomendado para cerdas (1 fase para cada fase principal de engorde).....	101
Tabla 3.6: Niveles aplicados de calcio y fósforo en los piensos para cerdas.....	102
Tabla 3.7: Ejemplo de racionamiento utilizado para cerdas de acabado, pesados y ligeros, en Italia.....	102
Tabla 3.8: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y l balance de aminoácidos recomendado para cerdos (1 fase para cada etapa principal de engorde).....	103
Tabla 3.9: Niveles de calcio y fósforo aplicados al pienso para cerdos de engorde/acabado.....	103
Tabla 3.10: Niveles nutricionales medios aplicados en Italia para cerdos de gran peso para distintos intervalos de peso vivo (en % del pienso).....	104
Tabla 3.11: Consumo de agua de distintas especies avícolas por ciclo y año.....	104
Tabla 3.12: Consumo estimado de agua para la limpieza de instalaciones avícolas.....	105
Tabla 3.13: Necesidades de agua de los cerdos de acabado y de las cerdas en l/cabeza/día en relación con la edad y la fase de producción (Derivados de [27, IKC Veehouderij, 1993], [59, Italia, 1999], [125, Finlandia, 2001] y [92, Portugal, 1999]).....	106
Tabla 3.14: Ejemplo del efecto de la relación agua/pienso sobre la producción y el contenido de materia seca del estiércol de cerdos de engorde/acabado.....	106
Tabla 3.15: Efecto del nivel de suministro de agua de los bebederos de boquilla en la producción de estiércol y en su contenido de materia seca para cerdos de engorde/acabado.....	107
Tabla 3.16: Consumo de agua estimado para la limpieza de instalaciones porcinas.....	107
Tabla 3.17: Niveles orientativos del consumo diario de energía de las actividades en granjas avícolas en Italia.....	108
Tabla 3.18: Niveles indicativos de consumo de energía de explotaciones avícolas en el Reino Unido... ..	109
Tabla 3.19: Consumo anual aproximado de energía para tipos y sistemas típicos de instalaciones porcinas en el Reino Unido.....	110
Tabla 3.20: Consumo total de energía para distintos tipos de granjas de distintos tamaños en el Reino Unido.....	110
Tabla 3.21: Consumo energético medio por tipo de granja porcina y por tipo de fuente de energía en Italia.....	111
Tabla 3.22: Consumo energético medio para granjas en Italia por tamaño de granja y fuente de energía.....	111

Tabla 3.23: Cantidades típicas de yacija utilizadas para cerdos y aves en sistemas de estabulación.....	112
Tabla 3.24: Ejemplo de contribución a las emisiones de NH ₃ -N de distintas actividades, en el Reino Unido (1999)	112
Tabla 3.25: Ejemplo de modelos utilizados en Bélgica para el cálculo de la producción mineral bruta en el estiércol	113
Tabla 3.26: Rango de niveles reportados de producción de estiércol avícola, contenido de materia seca y análisis de nutrientes de la gallinaza fresca en distintos sistemas de explotación avícola	115
Tabla 3.27: Rango de niveles reportados en la producción diaria y anual de estiércol, orines y purines en distintas fases de la producción porcina.....	116
Tabla 3.28: Ejemplo del efecto de niveles reducidos de PB en el pienso para cerdos de engorde y acabado sobre la ingesta diaria, la retención y las pérdidas de nitrógeno.....	117
Tabla 3.29: Excreción media de nitrógeno (Kg. por año) en un corral con una cerda de cría (205 Kg.) y diversos números de lechones (hasta 25 Kg.) en el destete	117
Tabla 3.30: Retención de nitrógeno en distintas fases de crecimiento de cerdos de acabado (datos de Italia).....	118
Tabla 3.31: Excreción anual de nitrógeno en distintos países	118
Tabla 3.32: Ejemplo de consumo, retención y excreción de fósforo en cerdos (Kg. por cerdo).....	118
Tabla 3.33: Composición media del estiércol y desviación típica (entre paréntesis) en Kg. por 1000 Kg. de estiércol ..	119
Tabla 3.34: Indicación de los niveles reportados de emisiones a la atmósfera de explotaciones avícolas (Kg./ave/año).....	121
Tabla 3.35: Rango de emisiones a la atmósfera de sistemas de explotación porcina en Kg. /animal plaza /año ..	121
Tabla 3.36: Emisiones de NH ₃ para distintas técnicas de almacenamiento de estiércol	122
Tabla 3.37: Factores que influyen en los niveles de emisiones a la atmósfera de amoniaco del esparcimiento de estiércol en el suelo.....	124
Tabla 3.38: Producción de nitrógeno en el estiércol animal (1997)	125
Tabla 3.39: Concentraciones de metales pesados en purines y estiércol sólido	126
Tabla 3.40: Concentraciones de metales pesados en purines y estiércol sólido	126
Tabla 3.41: Contribución anual media al aporte de metales pesados a través del estiércol porcino y avícola en Alemania.....	127
Tabla 3.42: Niveles reportados de emisiones olores de purines de cerdo.....	127
Tabla 3.43: Fuentes de ruido típicas y ejemplo de niveles de ruido en explotaciones avícolas	128
Tabla 3.44: Fuentes típicas de ruido y ejemplos de niveles de ruido en explotaciones porcinas	129
Tabla 4.1: Información facilitada para cada una de las técnicas incluidas en el Capítulo 4.....	130
Tabla 4.2: Niveles normales de excreción de nitrógeno (N) en Bélgica, Francia y Alemania.....	136
Tabla 4.3: Niveles normales de excreción de pentóxido de difósforo (P ₂ O ₅) en Bélgica, Francia y Alemania	136
Tabla 4.4: Porcentaje de reducción en la producción de nitrógeno (N) obtenido con los programas de alimentación de referencia en comparación con el nivel de excreción normal en Bélgica, Francia y Alemania	136
Tabla 4.5: Porcentaje de reducción en la producción de pentóxido de difósforo (P ₂ O ₅) obtenido con los programas de alimentación de referencia en comparación con el nivel de excreción normal en Bélgica, Francia y Alemania	136
Tabla 4.6: Regresiones utilizadas en Bélgica para calcular el nivel real de excreción.....	137
Tabla 4.7: Gestión nutricional en Bélgica, Francia y Alemania: características de los piensos de referencia...138	138
Tabla 4.8: Índice de costes del pienso compuesto y contenido de nitrógeno según la gestión nutricional.....139	139
Tabla 4.9: Resumen del efecto de una reducción de la proteína dietética y del uso de dietas bajas en proteínas sobre la excreción de nitrógeno y la emisión de amoniaco.....	143
Tabla 4.10: Fósforo total, fitato-fósforo y actividad de la fitasa en una selección de materias primas para piensos de origen vegetal	145
Tabla 4.11: Reducción calculada de la excreción de fósforo basada en la digestibilidad de aves	147
Tabla 4.12: Desecación intermitente con aire en sistemas de ponedoras en jaulas en batería	153
Tabla 4.13: Luminosidad específica y graduabilidad de distintos tipos de bombillas y tubos fluorescentes154	154
Tabla 4.14: Indicación de la longevidad de distintos tipos de luces para explotaciones avícolas	155
Tabla 4.15: Resultados de la aplicación del sistema Combideck.....	157
Tabla 4.16: Niveles en granjas en Henk Wolters, Dalfsen, Holanda.....	158
Tabla 4.17: Resumen de características de las técnicas integradas para la estabulación en batería de gallinas ponedoras	162
Tabla 4.18: Resumen de las características de las técnicas para la estabulación sin jaulas de gallinas ponedoras	171
Tabla 4.19: Resumen de características de las técnicas integradas para la estabulación de pollos de carne	176
Tabla 4.20: Resumen de datos operativos y de costes de un lavador químico húmedo para emisiones de instalaciones de explotaciones de ponedoras y broilers.....	183
Tabla 4.21: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas para instalaciones nuevas para cerdas en apareamiento y gestación	188
Tabla 4.22: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas en instalaciones nuevas para cerdas parturientas.....	202

Tabla 4.23: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas para nuevas instalaciones para cochinitos destetados.....	210
Tabla 4.24: Niveles de eficacia de las técnicas de alojamiento integradas para nuevas instalaciones para cerdos de engorde/acabado.....	222
Tabla 4.25: Resumen de las reducciones en las emisiones de amoníaco y de los costes de un biolavador para distintas categorías de cerdos	230
Tabla 4.26: Resumen de la reducción de las emisiones de amoníaco y de los costes de un lavador químico húmedo para distintas categorías de cerdos	231
Tabla 4.27: Reducciones de la evaporación de amoníaco del almacenamiento de purines, obtenidas mediante la aplicación de distintos tipos de cubiertas flotantes.....	240
Tabla 4.28: Resumen de datos de la eficacia de técnicas de tratamiento in situ del estiércol	244
Tabla 4.29: Resultados de las técnicas de separación mecánica expresados como porcentaje de estiércol bruto en la fracción sólida	245
Tabla 4.29: Datos de costes para algunas técnicas de separación mecánica.....	246
Tabla 4.31: Balance de masa de la separación mecánica y tratamiento biológico de purines.....	247
Tabla 4.32: Distribución relativa de una serie de componentes en distintas corrientes de productos	248
Tabla 4.33: Composición del estiércol y de los productos en g/Kg.....	248
Tabla 4.34: Estimación de los costes operativos de una instalación para la separación mecánica y el tratamiento biológico de estiércol de cerda, con una capacidad de 5.000 toneladas anuales, en €/tonelada de estiércol.....	249
Tabla 4.35: Datos de costes para el compostaje de la gallinaza de 200.000 ponedoras mediante agitación mecánica	251
Tabla 4.36: Costes para una instalación de evaporación y desecación de estiércol porcino con una capacidad de 15 - 20 m ³ por día	254
Tabla 4.36: Datos de costes para la incineración de gallinaza in situ	255
Tabla 4.38: Características de cuatro distintos sistemas de distribución de estiércol y técnicas de incorporación.....	262
Tabla 4.39: Efecto reductor de las distintas medidas contra el ruido.....	265
Tabla 5.1: Niveles indicativos de proteína bruta en los piensos MTD para cerdos	277
Tabla 5.2: Niveles indicativos de fósforo total en los piensos MTD para cerdos.....	277
Tabla 5.3: Ejemplos de MTD condicional en el proceso in situ de purines.....	286
Tabla 5.6: Niveles indicativos de fósforo total en piensos de MTD para aves y cerdos.....	289
Tabla 7.1: Especie animal indicada en unidades ganaderas	308
Tabla 7.2: Límites máximos tolerados para la aplicación de N y P ₂ O ₅ orgánicos (Kg./ha) mediante el esparcimiento de estiércol en la tierra, en Flandes, desde 1-1-2003	323
Tabla 7.3: Límites máximos tolerados para la aplicación de N y P ₂ O ₅ orgánicos (Kg./ha) mediante el esparcimiento de estiércol en la tierra, en Flandes, en zonas sensitivas relacionadas con el agua	323
Tabla 7.4: Ejemplos de valores límite de emisiones para determinadas actividades in situ.....	323
Tabla 7.5: Ejemplos de factores para incluir en la medición de emisiones procedentes de las naves avícolas.....	324
Tabla 7.6: Ejemplo de factores a incluir en la medición de las emisiones de la estabulación de cerdos.....	325
Tabla 7.7: 'Unidades' empleadas para la evaluación de costes	327
Tabla 7.8: Consideraciones de los costes de inversión	328
Tabla 7.9: Consideraciones de costes anuales.....	328
Tabla 7.10: Gastos adicionales incurridos con la aplicación de estiércol líquido en el suelo mediante inyección, en el Reino Unido	329
Tabla 7.11: Gastos adicionales incurridos en la incorporación de estiércol a la tierra mediante arado en el Reino Unido.....	329
Tabla 7.12: Costes adicionales para cambios en naves en el Reino Unido.....	330
Tabla 7.13: Gastos adicionales incurridos para la sustitución de suelos enrejados metálicos en el Reino Unido	330
Tabla 7.14: Espacio necesario para cerdos de acabado en el Reino Unido	331
Tabla 7.15: Interés en hipotecas agrarias en el Reino Unido	332
Tabla 7.16: Vida productiva de las instalaciones	332
Tabla 7.17: Costes de reparaciones como porcentaje de los costes nuevos	333
Tabla 7.18: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de alimentación	333
Tabla 7.19: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de estabulación.....	334
Tabla 7.20: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de almacenamiento de estiércoles	334
Tabla 7.21: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de almacenamiento de estiércoles	334
Tabla 7.22: Matriz de evaluación	336

Lista de figuras

Figura 1.1: Concentración de animales en la Unión Europea, expresada en número de unidades pecuarias por hectárea de superficie agrícola utilizada.....	2
Figura 1.2: Dinámica de la producción y consumo de huevos en la UE	4
Figura 1.3: Ejemplo de la cadena de producción del sector de producción de huevos.....	5
Figura 1.4: Dinámica de la producción y el consumo de carne de ave.....	6
Figura 1.5: Ejemplo de la cadena de producción del sector de producción de pollos de carne.....	7
Figura 1.6: Distribución de cerdas de cría en Europa para cada Estado Miembro en 1998	10
Figura 1.7: Producción porcina indígena bruta en 1998	11
Figura 1.8: Número de propietarios por tamaño de las explotaciones en 1997. La leyenda indica el tamaño de las explotaciones (en orden inverso).....	12
Figura 1.10: Número de cerdas en diferentes categorías de tamaño (1997). La leyenda indica el tamaño de la explotación en términos de número de cerdas	13
Figura 1.11: Número de cerdos para engorde por tamaño de explotación (1997).....	13
Figura 1.12: Densidad espacial de la producción porcina en la UE-15	15
Figura 1.13: Peso en canal de los cerdos sacrificados en cada Estado Miembro	15
Figura 1.14: Comercio de carne de cerdo de los Estados Miembros de la UE.....	16
Figura 1.15: Consumo de carne de cerdo por cápita (Kg./persona) en diferentes años en Europa	17
Figura 1.16: Ilustración de los aspectos medioambientales relacionados con la ganadería intensiva.....	19
Figura 1.17: Consumo, utilización y pérdidas de proteína en la producción de un cerdo para sacrificio con un peso vivo final de 108 Kg.	20
Figura 1.18: Ciclo del nitrógeno que muestra las principales transformaciones y emisiones	23
[50, MAFF, 1999]	23
Figura 2.1: Esquema general de las actividades de las granjas de ganadería intensiva.....	26
Figura 2.2: Cuatro diseños comunes de baterías para la estabulación de gallinas ponedoras	28
Figura 2.3: Ejemplo de canal estercolero bajo una batería escalonada.....	29
Figura 2.4: Sistema de fosa de estiércol para gallinas ponedoras	30
Figura 2.5: Ejemplo de sistema de canales para gallinas ponedoras	30
Figura 2.6: Ejemplo de un canal estercolero abierto con una pala quitaestiércol bajo una batería escalonada	31
[10, Holanda, 1999].....	31
Figura 2.7: Ejemplo de un sistema de batería con cintas de estiércol (3 niveles) con una cinta bajo cada nivel para retirar la gallinaza a un almacén cerrado.....	32
Figura 2.8: Esquema de un posible diseño de una instalación de jaulas acondicionadas.....	33
Figura 2.9: Esquema de la sección transversal de un sistema tradicional de parque con yacija para gallinas ponedoras	34
Figura 2.10: Figura esquemática de un sistema de aviario	35
Figura 2.11: Ejemplo de esquema de sección transversal de una nave típica de pollos de carne.....	36
Figura 2.12: Sección transversal esquemática del sistema de parque con cama parcialmente ventilado para pavos.....	38
Figura 2.13: Vista esquemática de un diseño de instalación para cerdas en apareamiento sobre suelo parcialmente enrejado	50
Figura 2.14: Diseño de suelo para jaulas con suelo de cemento sólido para cerdas en apareamiento y gestación.....	51
Figura 2.15: Ejemplo de estabulación en grupo para cerdas en gestación sobre suelo de cemento sólido con yacija.....	51
Figura 2.16: Ejemplo de sistema de estabulación con distintas zonas funcionales para cerdas en gestación.	52
Figura 2.17: Diseño de paridera con suelo totalmente enrejado	53
Figura 2.18: Ejemplo de estabulación confinada de cerdas parturientas con suelo totalmente enrejado con una fosa de estiércol debajo	54
Figura 2.19: Ejemplo de un plan aplicado para una paridera (suelo parcialmente enrejado) sin restricción de movimiento.....	54
Figura 2.20: Sección transversal de una unidad de cría con suelo totalmente enrejado y rejas de plástico o metal	55
Figura 2.21: Vista esquemática de un corral para cochinitos destetados con suelo parcialmente enrejado (1/3) y una cubierta sobre la zona de descanso.....	56
Figura 2.22: Ejemplo de corral simple para engorde-acabado con suelo totalmente enrejado y ejemplo de un esquema con dos corrales con distintos sistemas de alimentación.	58
Figura 2.23: Diseños de corral para cerdos de engorde-acabado con suelo parcialmente enrejado (convexo) y una zona sólida en el centro.....	58

Figura 2.24: Diseño de un sistema con suelo parcialmente enrejado con uso restringido de paja para cerdos de engorde-acabado.....	59
Figura 2.25: Suelo de cemento sólido con pasillo enrejado externo y quitaestiércol en la parte inferior...	59
Figura 2.26: Diseño con frontal abierto utilizando balas de paja para protección (Reino Unido).....	60
Figura 2.27: Ejemplo de sistema de suelo de cemento sólido para cerdos de engorde-acabado	60
Figura 2.28: Suelo de cemento sólido con un pasillo exterior recubierto de paja y canal estercolero	61
Figura 2.29: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación por extracción	64
Figura 2.30: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación a presión.....	64
Figura 2.31: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación neutro	65
Figura 2.32: Ejemplo de silos construidos cerca de naves de pollos de carne (Reino Unido).....	71
Figura 2.33: Almacenamiento de estiércol con yacija con contención separada de la fracción líquida (Italia)	74
Figura 2.34: Estercolero sobre el nivel del suelo con pozo colector bajo tierra	76
Figura 2.35: Balsa y características de diseño.....	76
Figura 2.36: Ejemplo de un esparcidor por aspersión con un plato difusor.....	85
Figura 2.37: Ejemplo de cañón aspersor	86
Figura 2.38: Ejemplo de técnica de aspersión con baja trayectoria y baja presión.....	86
Figura 2.39: Ejemplo de una técnica de disseminación por aspersión con baja trayectoria y a baja presión	87
Figura 2.40: Ejemplo de un difusor de bandas equipado con distribuidor rotatorio para mejorar la distribución lateral	87
Figura 2.41: Ejemplo de difusor de cuñas de arrastre	88
Figura 2.42: Ejemplo de un inyector de surco abierto poco profundo	88
Figura 2.43: Equipo de incorporación en combinación con una cisterna grande	89
Figura 2.44: Ejemplo de esparcidor rotatorio.....	90
Figura 2.45: Ejemplo de esparcidor de descarga trasera	90
Figura 2.46: Ejemplo de esparcidor de doble función.....	91
Figura 4.1: El suplemento con aminoácidos permite una reducción en la cantidad de ingesta de proteínas de los animales, manteniendo un aporte adecuado de aminoácidos.	142
Figura 4.2: Efecto de las dietas con reducción de los niveles de proteína bruta sobre la ingestión de agua por parte de los cerdos.....	150
Figura 4.3: Representación esquemática de la instalación del sistema de recuperación de calor en una nave de pollos.....	156
Figura 4.4: Representación gráfica del principio de funcionamiento del sistema “Combideck” durante un ciclo de producción de pollos de carne	156
Figura 4.5: Esquema de una jaula con instalación de desecación (neumática).....	166
Figura 4.6: Esquema de un diseño que incorpora dos jaulas con cinta de estiércol y un canal de desecación	167
Figura 4.7: Principio de desecación por aire forzado por palas	168
Figura 4.8: Esquema de un túnel de secado sobre jaulas apiladas verticalmente	170
Figura 4.9: Sistemas de yacija con desecación forzada mediante tubos bajo el suelo enrejado	173
Figura 4.10 : Sistema de yacija con suelo perforado y desecación forzada del estiércol.....	174
Figura 4.11: Representación esquemática de un sistema de desecación forzada con suelo perforado para pollos de carne (A), un diseño mejorado (B), y un detalle del suelo en el diseño mejorado (C)	178
Figura 4.12: Sección transversal esquemática de un sistema de suelo con niveles con desecación forzada (flujo ascendente) para pollos de carne	179
Figura 4.13: Representación esquemática de una jaula con niveles con cama en una nave de pollos de carne	180
Figura 4.14: Sección transversal esquemática de una jaula en un sistema de jaulas con niveles con cama	181
Figura 4.15: Esquema de un diseño de lavador químico húmedo.....	182
Figura 4.16: Principio de túnel de desecación externo con cintas de estiércol perforadas	184
Figura 4.17: Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío	189
Figura 4.18: Suelo totalmente enrejado con lavado con una capa permanente de estiércol líquido.....	190
Figura 4.19: Suelo totalmente enrejado con canalones de desagüe	191
Figura 4.20: Suelo totalmente enrejado con tubos de desagüe.....	191
Figura 4.21: Establación individual con un canal estercolero pequeño	193
Figura 4.22: Suelo de cemento sólido y pasillo externo totalmente enrejado con canal estercolero debajo	193
Figura 4.23: Aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.....	195
Figura 4.24: Suelo parcialmente enrejado con sistema de vacío.....	195

Figura 4.25: Suelo parcialmente enrejado y pasillo externo con lavado de una capa de estiércol permanente en canal situado debajo.....	196
Figura 4.26: Suelo parcialmente enrejado con canalones de desagüe en estabulación individual	197
Figura 4.27: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol (SPE con pala).....	199
Figura 4.28: Sistema de suelo de cemento sólido con paja y comederos electrónicos para las cerdas	201
Figura 4.29: Plancha en pendiente bajo el suelo enrejado	203
Figura 4.30: Combinación de canales de agua y estiércol	204
Figura 4.31: Sistema de lavado con canalones de estiércol	205
Figura 4.32: Suelo totalmente enrejado con colector de estiércol	206
Figura 4.33: Corral de partos con aletas de refrigeración flotantes	207
Figura 4.34: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol.....	208
Figura 4.35: Cubículos o corrales con fondo de cemento inclinado debajo para separar las heces y los orines	211
Figura 4.36: Sistema de plataforma con pala quitaestiércol bajo suelo totalmente enrejado	212
Figura 4.37: Corrales con suelo totalmente enrejado con canalones o tubos de desagüe.....	212
Figura 4.37: Sección transversal de una nave de cría con suelo parcialmente enrejado, dos climas	213
Figura 4.39: Suelo parcialmente enrejado con rejillas de hierro o plástico y piso de cemento convexo o inclinado	214
Figura 4.40: Canal estercolero poco profundo con un canal para agua vertida en la parte delantera, en combinación con un suelo convexo y rejillas de hierro o plástico	215
Figura 4.41: Suelo convexo con rejillas triangulares de hierro en combinación con un sistema de canalones	216
Figura 4.42: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol.....	217
Figura 4.43: Suelo convexo con enrejado con rejillas triangulares de hierro en combinación con un sistema de alcantarillado y paredes laterales inclinadas en el canal de purines	218
Figura 4.44: Corral para cochinitos destetados, con suelo parcialmente enrejado y refrigeración de la superficie del estiércol.....	218
Figura 4.45: Sistema de estabulación en casetas.....	219
Figura 4.46: Corrales con suelo de cemento sólido con yacija: ventilación natural	220
Figura 4.47: Suelo convexo, con rejillas de cemento (o triangulares de hierro) en combinación con un sistema de canalones	223
Figura 4.48: Suelo convexo con rejillas de cemento y paredes laterales inclinadas en el canal estercolero	224
Figura 4.49: Corral de cría con suelo parcialmente enrejado con rejillas de cemento o triangulares de hierro y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol.....	226
Figura 4.50: Suelo parcialmente enrejado con retirada rápida de estiércol y pasillo externo con cama ..	227
Figura 4.51: Dos diseños de biolavador	229
Figura 4.52: Ejemplo de sistema de irrigación de bajo caudal	263

ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del BREF sobre ganadería intensiva se basa en la Sección 6.6 del Anexo I de la Directiva IPPC, 96/61/CE como “Instalaciones para la cría intensiva de aves o cerdos con más de:

- (d) 40.000 plazas para aves de corral
- (e) 2.000 plazas para cerdos de engorde (más de 30 Kg.), o
- (f) 750 plazas para cerdas”

La Directiva no define el término **aves de corral**. De la discusión del Grupo de Trabajo Técnico (GTT) se concluyó que, en este documento, el alcance del término es

- gallinas ponedoras y pollos
- pavos
- patos
- pintadas

No obstante, en este documento sólo se presentó información limitada sobre patos y pintadas, por lo que sólo se discuten brevemente.

La incubación de huevos no se incluye en el ámbito de explotaciones avícolas, ya que se considera una actividad separada y no está integrada en las granjas de gallinas ponedoras o de pollos.

La Directiva distingue entre granjas de **cerdos** y granjas de **cerdas**. En la práctica, hay granjas de ciclo cerrado que tienen tanto cerdas como cerdos de engorde/acabado. Normalmente, sus capacidades están por debajo de los umbrales del Anexo I para ambos sectores, pero tienen al menos impacto medioambiental potencial igual al de las granjas especificadas en el Anexo I. El GTT concluyó que las granjas de cría, las granjas de crecimiento/acabado y las granjas de ciclo cerrado están todas incluidas en el ámbito de este BREF por lo que respecta a la identificación de las técnicas de reducción y la evaluación de las MTD.

La cría de cerdos incluye la cría de cochinitos destetados, cuyo engorde/acabado se inicia a un peso entre 25 y 35 Kg. de peso en vivo. La cría de cerdas incluye cerdas en celo, gestación y parto (incluida camada) y cerdas jóvenes (cerdas de reposición).

En línea con el artículo 2.3 de la Directiva 96/61/CE, **una granja** se considera una instalación que puede consistir en una o más unidades técnicas fijas y todas las actividades asociadas. Para el ámbito de este trabajo, el GTT incluyó algunas técnicas que consideró relevantes pero que no siempre se aplican en las instalaciones cubiertas por la IPPC. Por ejemplo, el esparcimiento en la tierra de estiércol se trata con gran detalle, aunque se reconoce que el esparcimiento en la tierra es realizada muchas veces por subcontratados y a menudo en terrenos ajenos a la granja en la que se ha generado el estiércol. El motivo de considerar el esparcimiento en la tierra con tanto detalle es evitar que las ventajas de una medida aplicada por una granja para reducir las emisiones al inicio de una cadena queden anuladas por la mala aplicación posterior del esparcimiento en la tierra o de técnicas al final de la cadena. En otras palabras, puesto que los principales impactos medioambientales de la cría se derivan del estiércol de los animales, las medidas para reducir las emisiones no se limitan a las técnicas de las instalaciones [F1] y al almacenamiento del estiércol, sino que incluyen medidas en toda una cadena de actividades, incluidas las estrategias de alimentación y el esparcimiento final del estiércol, por lo que las mismas están incluidas en el ámbito de este documento.

Los elementos que caen fuera del ámbito del presente trabajo son las instalaciones centralizadas de tratamiento de estiércol o residuos y los sistemas de cría alternativos, como la cría en corral libre de cerdos utilizando sistemas rotativos.

Se describen las siguientes **actividades pecuarias**, aunque se reconoce que no todas las actividades tienen aplicación en todas las explotaciones:

Alcance

- gestión de la explotación (incluido mantenimiento y limpieza de los equipos)
- estrategia de alimentación (y preparación de piensos)
- cría de animales
- recogida y almacenamiento de estiércol
- tratamiento in situ del estiércol
- esparcimiento en la tierra del estiércol
- tratamiento de aguas residuales.

Entre los aspectos medioambientales asociados con las actividades arriba indicadas se incluyen:

- consumo de energía y agua
- emisiones a la atmósfera (Ej. amoníaco, polvo)
- emisiones al suelo y a las aguas subterráneas (Ej. nitrógeno, fósforo, metales)
- emisiones a las aguas superficiales
- emisiones de residuos diferentes del estiércol y de los cadáveres.

Algunos factores como los requisitos de bienestar animal, las emisiones microbiológicas y la resistencia a los antibióticos de los animales, son importantes para la evaluación de las técnicas medioambientales. Han sido incluidos en la evaluación en los casos en que se ha facilitado la información. Los temas relativos a aspectos como la salud humana y los productos de origen animal no han sido parte del intercambio de información y no se cubren en este BREF.

1 INFORMACIÓN GENERAL

Este capítulo proporciona información general sobre la producción porcina y avícola en Europa. Describe brevemente la posición de Europa en el mercado mundial y la evolución del mercado interno europeo y de los mercados de sus Estados Miembros. Introduce los principales aspectos medioambientales asociados con la cría intensiva de cerdos y aves de corral.

1.1 Cría intensiva

La ganadería ha estado tradicionalmente y sigue estando dominada por explotaciones familiares. Hasta los años sesenta y principios de los setenta, la avicultura y la producción porcina eran sólo parte de las actividades de granjas mixtas dedicadas a la agricultura que criaban animales de distintas especies. El pienso se producía en la granja o se compraba localmente, y los residuos del animal se devolvían al suelo como abono. En la UE sólo queda un número muy reducido de este tipo de granjas.

Desde entonces, la mayor demanda del mercado, el desarrollo de material genético y de los equipos de explotación, así como la disponibilidad de piensos relativamente baratos, han animado a los granjeros a especializarse. En consecuencia, el número de animales y el volumen de las granjas han aumentado, iniciándose la ganadería intensiva. Los piensos se importaban con frecuencia del exterior de la UE, dado que las cantidades y tipos requeridos no podían producirse localmente. La cría intensiva produjo pues importaciones considerables de nutrientes que no se devolvían al mismo suelo (a través del estiércol) que había producido los cultivos que proporcionaban los componentes del pienso. En lugar de ello, el estiércol se aplica en el terreno disponible. No obstante, en muchas regiones de ganadería intensiva no existe suficiente terreno disponible. Además, los animales eran alimentados con elevados niveles de nutrientes (en ocasiones más de lo estrictamente necesario) para asegurar niveles de crecimiento óptimos. Estos nutrientes eran parcialmente excretados en procesos naturales, aumentando más si cabe el nivel de nutrientes en el estiércol.

La ganadería intensiva supone elevadas concentraciones de animales. La concentración de animales en sí se considera un indicador bruto de la cantidad de estiércol animal producido por el ganado. Una elevada concentración indica normalmente que el suministro de minerales supera los requisitos de la zona agrícola para cultivos o para el mantenimiento de pastos. Por lo tanto, los datos sobre la concentración de la producción pecuaria a nivel regional se consideran un buen indicador de las zonas con posibles problemas medioambientales (Ej. contaminación por nitrógeno).

En un informe sobre el tratamiento de la contaminación por nitrógeno [77, LEI, 1999], se utiliza el término unidades pecuarias (UP = 500 Kg. de masa animal) para presentar el tamaño total de la población pecuaria, permitiendo sumar las especies animales en función de sus requisitos de alimentación. El significado del término “cría intensiva” en Europa se ilustra utilizando la concentración de animales expresada en número de unidades pecuarias por hectárea de terreno agrícola utilizada (UP/ha).

La Figura 1.1 muestra la concentración de animales (en UP/ha) a nivel regional. La concentración de animales supera las 2 UP/ha en la mayor parte de Holanda, partes de Alemania (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalia), Bretaña (Francia), Lombardía (Italia) y algunas partes de España (Galicia, Cataluña). Una concentración de animales de 2 UP/ha se considera que está cerca de las cantidades de nitrógeno de estiércol de ganado que puede aplicarse de acuerdo con la Directiva sobre Nitratos. La imagen ilustra asimismo que para casi todos los Estados Miembros el impacto medioambiental de la cría intensiva es un tema regional, pero en algunos países como Holanda y Bélgica puede casi considerarse como un tema de alcance nacional.

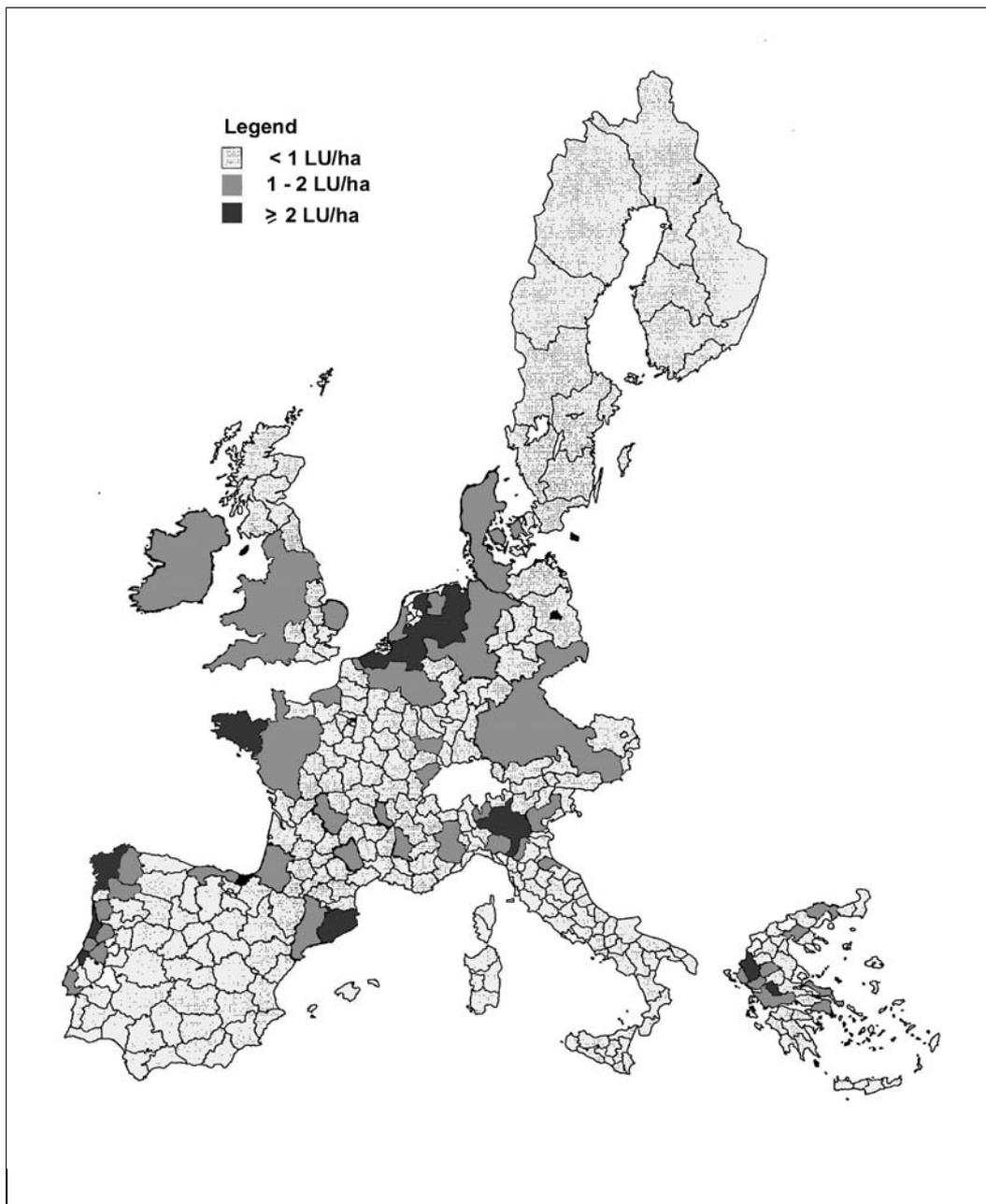


Figura 1.1: Concentración de animales en la Unión Europea, expresada en número de unidades pecuarias por hectárea de superficie agrícola utilizada [153, Eurostat, 2001] [77, LEI, 1999]

Las áreas con elevadas concentraciones de ganado normalmente tienen muchas explotaciones intensivas porcinas y avícolas, cada una de ellas con gran número de animales. Por ejemplo, el porcentaje de cerdos y aves supera el 50 % en la mayoría de dichas regiones, mientras que las aves representan más del 20 % de la población ganadera regional en partes de Francia (País del Loira, Bretaña), España (Cataluña) y Reino Unido (Este de Inglaterra). En algunos Estados Miembros hay un declive en el número real de explotaciones, pero las granjas que quedan tienden a tener más animales y una mayor producción. En algunos Estados Miembros (como España) se crean nuevas empresas o se instalan grandes explotaciones [77, LEI, 1999].

1.2 El sector de producción avícola en Europa

La inmensa mayoría de granjas avícolas son parte de la cadena de producción de huevos de gallina o de pollos para carne. Un número comparativamente menor de granjas produce pavos (carne) y patos (para carne, foie-gras o huevos); se sabe muy poco acerca de la producción de pintadas. Las siguientes

secciones describen brevemente los sectores avícolas en Europa, con énfasis en la producción de gallinas y pollos, ya que sólo se ha presentado información limitada sobre los otros sectores productivos. Pueden encontrarse datos estadísticos más detallados en los informes anuales de la Comisión Europea (DG Agricultura y Eurostat [153, Eurostat, 2001]).

Los datos de la producción avícola varían según las especies y razas de aves, según los Estados Miembros y también según la demanda de los mercados. Las razas son seleccionadas por sus capacidades de producción de huevos o por su potencial de crecimiento (carne). La Tabla 1.1 presenta algunos datos de producción típicos para especies de aves cubiertas por el alcance de la IPPC.

Factores técnicos	Gallinas ponedoras	Pollos de carne	Pavos		Patos
			M	H	
Ciclo de producción (días)	385 – 450	39 – 45	133	98 – 133	42 – 49
Peso (Kg.)	1,85	1,85 – 2.15	14,5 – 15	7,5 – 15	2,3
Índices de conversión	1,77	1,85	2,72	2,37	2,5
Peso (Kg./m ²)	Sin datos	30 – 37	Sin datos	Sin datos	20

Tabla 1.1: Algunos datos típicos de la producción avícola [92, Portugal, 1999] [179, Holanda, 2001] [192, Alemania, 2001]

1.2.1 Producción de huevos

A nivel mundial, Europa es el segundo mayor productor de huevos de gallina, con el 19% del total mundial, que equivale a 148.688 millones de huevos al año (1998), y se espera que esta producción no cambie significativamente en los próximos años. En 1999, la UE-15 tenía unos 305 millones de ponedoras que producían 5.342 millones de toneladas de huevos o, a una media de unos 62 gramos por huevo, unos 86.161 millones de huevos. Esto significa que, en promedio, se produjeron unos 282 huevos comercializables por gallina al año (el número real es ligeramente superior, ya que algunos huevos se desechan debido a fisuras y suciedad).

La producción de huevos sigue una tendencia cíclica, dado que la producción aumenta/disminuye tras periodos de precios favorables/bajos [203, EC, 2001].

En todos los Estados Miembros se producen huevos para consumo humano. El mayor productor de huevos en la UE es Francia (18% de la cabaña y 17% de la producción de huevos), seguido de Alemania (14% de la cabaña y 16% de la producción de huevos), Italia (15% de la cabaña y 14% de la producción de huevos), y España (14% de la cabaña y 14% de la producción de huevos), todos ellos con niveles de producción comparables, seguidos de cerca por Holanda (12% de la cabaña y 13% de la producción de huevos). De los Estados Miembros exportadores, Holanda es el mayor exportador con un 65% de su producción exportada, seguido de Francia, Italia y España, mientras que en Alemania el consumo es mayor que la producción.

Por lo que respecta al alojamiento de los animales, se espera que las reducciones en la concentración de cría bajo la Directiva 99/74/CE tengan como consecuencia explotaciones con un menor número de plazas de animales, ya que sólo un número reducido de gallinas podrá alojarse legalmente en cada jaula. En consecuencia, está previsto que se reduzca el número de instalaciones con más de 40.000 plazas, dado que deberá retirarse hasta un 20% [203, EC, 2001] de las aves para cumplir con la nueva reglamentación. Los números actuales de granjas afectadas por la Directiva de IPPC (más de 40.000 plazas de aves) se detallan en la Tabla 1.3.

La mayoría de gallinas ponedoras en la UE se mantienen en jaulas, especialmente en el norte de Europa. La producción de huevos procedentes de gallinas no mantenidas en jaulas ha aumentado en popularidad en los últimos diez años. Por ejemplo, Reino Unido, Francia, Austria, Suecia, Dinamarca y Holanda han aumentado el porcentaje de huevos producidos en sistemas como corral, cría semiintensiva, gallinero con salida libre y cama de paja. La cama de paja es el sistema sin jaula más popular en los Estados Miembros,

excepto en Francia, Irlanda y Reino Unido, donde se prefieren los sistemas semiintensivos y el gallinero con salida libre.

El número de ponedoras por granja varía considerablemente, entre unos miles y varios cientos de miles. Se considera que sólo un número relativamente pequeño de granjas por Estado Miembro están por debajo del ámbito de la Directiva IPPC. De las otras especies avícolas que ponen huevos, sólo pueden encontrarse un par de explotaciones que superen las 40.000 plazas.

La mayoría de huevos para consumo producidos en la UE (alrededor del 95%) se consumen dentro de la misma Comunidad Europea. El consumo anual por cápita en el año 2000 fue de unos 12,3 Kg. En comparación con 1991, los niveles de consumo muestran un ligero declive (Figura 1.2).

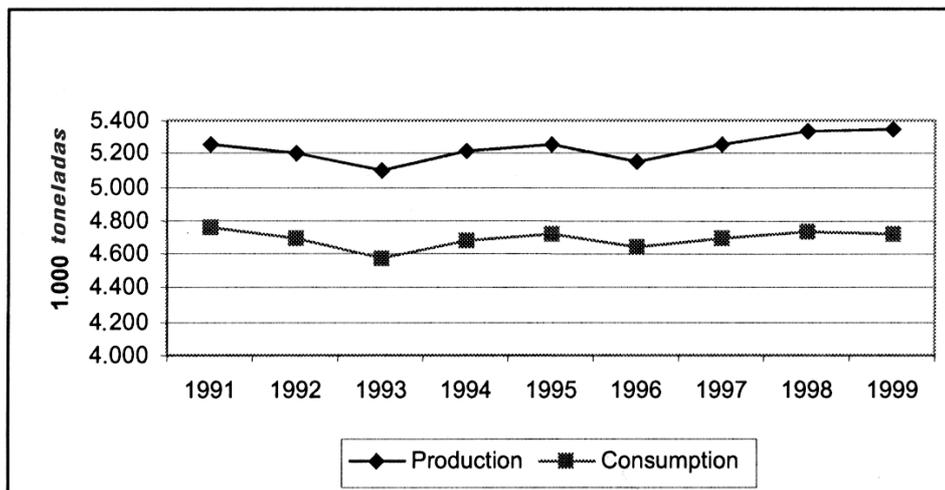


Figura 1.2: Dinámica de la producción y consumo de huevos en la UE
[153, Eurostat, 2001]

La cadena de producción del sector de producción de huevos es una secuencia de distintas actividades, cada una de las cuales representa un paso de cría o producción. La selección, incubación y salida del cascarón, cría y puesta de huevos con frecuencia se producen en lugares distintos y en granjas distintas, con el fin de evitar la posible diseminación de enfermedades. Las granjas de gallinas ponedoras, particularmente las de mayor tamaño, incluyen con frecuencia la clasificación y el envasado de los huevos, que después son suministrados directamente a mayoristas o al mercado de venta al público.

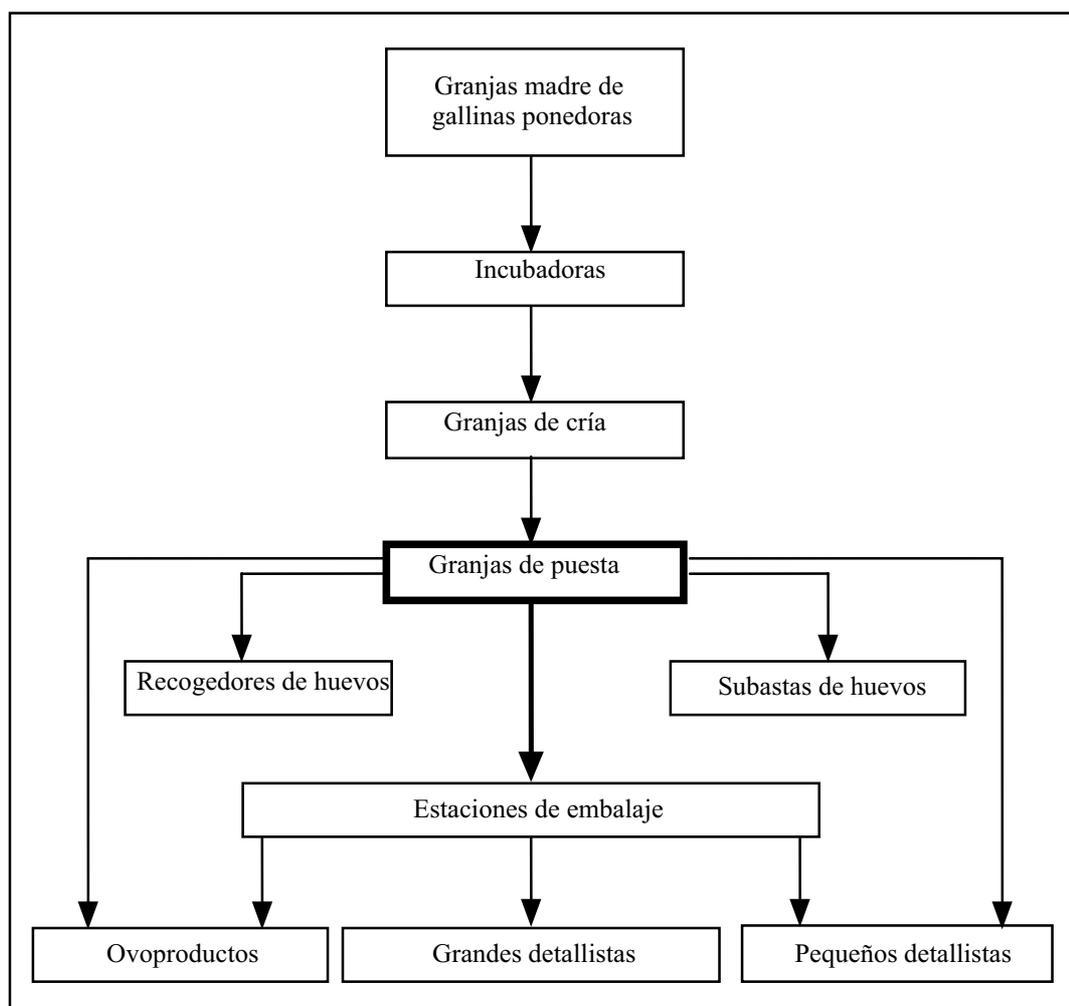


Figura 1.3: Ejemplo de la cadena de producción del sector de producción de huevos [26, LNV, 1994]

No se ha facilitado información sobre la estructura, posición y desarrollo de otros sectores de producción de huevos (en particular de pato). Constituyen una actividad muy pequeña en comparación con el sector de producción de huevos.

1.2.2 Producción de pollos para carne (broilers)

Según la DG de Agricultura, unidad D2, la producción total de carne de pollo en la UE-15 fue de 8.748 millones de toneladas para el año 2000 de las que 8.332 millones de toneladas se consumieron dentro de la UE. El resto 0,452 millones de toneladas (5,1 %) fueron exportaciones netas [203, EC, 2001]

El mayor productor de carne de ave en la UE-15 (año 2000) es Francia (26 % de la producción de la UE), seguido del Reino Unido (17 %), Italia (12 %) y España (11 %). Algunos países están claramente orientados a la exportación, como Holanda, donde el 63% de la producción no se consume en el país, y Dinamarca, Francia y Bélgica, en los que el 51 %, 51 % y 31 % respectivamente de la producción no se consume dentro del país de producción. Por otra parte, algunos países como Alemania, Grecia y Austria tienen un consumo mayor que su producción; en estos países, el 41 %, 21 % y 23 % respectivamente del consumo total es importado de otros países [203, EC, 2001].

La producción de carne de ave ha ido en aumento desde 1991 en 232.000 toneladas anuales de promedio. Los mayores productores de la UE (Francia, Reino Unido, Italia y España) registraron todos ellos un aumento en su producción de carne de ave.

Desde 1991 y hasta el año 2000, Francia y el Reino Unido aumentaron la producción en un 24,4 % y un 38,3 % respectivamente, mientras que España aumentó en un 11,9 % [203, EC, 2001]. Si bien la producción de huevos en la Unión Europea puede describirse como “plana”, el crecimiento del sector se registra en la producción de carne de ave. La preocupación del público con respecto al consumo de carne de vaca, ternera y cerdo pueden seguir potenciando este crecimiento.

El consumo personal ha venido aumentando en una media de 459 gramos por persona. Esto significa que el consumo en la UE-15 aumentó en 170.666 toneladas anuales (1999). Las exportaciones a otros países han venido también aumentando, en 38.000 toneladas anuales de promedio.

Los Estados Miembros con el mayor consumo en la UE son Francia, Reino Unido, Alemania y España. Todos aumentaron su consumo entre 1991 y 2000: Francia en un 21 %, Alemania y España en un 41 % y un 11 % respectivamente. El Reino Unido se convirtió en el mayor consumidor de carne de pollo a partir de 1994; su consumo ha aumentado en un 51% [203, EC, 2001].

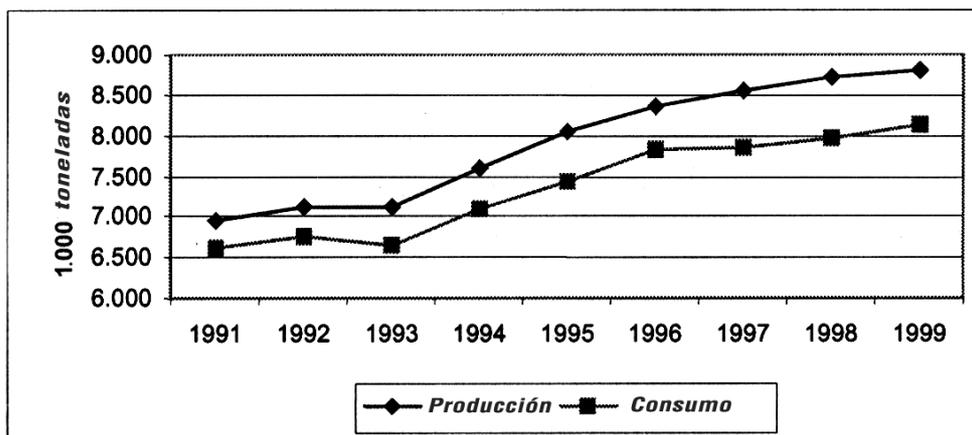


Figura 1.4: Dinámica de la producción y el consumo de carne de ave en la UE
[153, Eurostat, 2001]

La producción de pollos de carne (broilers) es una parte especializada de la cadena de producción. En la Figura 1.5 se muestran los distintos pasos de la cadena de producción de broilers. Este documento trata en particular las granjas de producción de pollos de carne o broilers. Los pollos no están normalmente alojados en jaulas, aunque existen sistemas con jaulas. La mayoría de la producción de carne de ave se basa en sistemas de todo dentro – todo fuera con suelos recubiertos con cama de paja. Las granjas avícolas con más de 40.000 plazas son bastante comunes en Europa. La duración de un ciclo de producción depende del peso de sacrificio requerido, de la alimentación y del estado (salud) de las aves, y varía entre 5 semanas (Finlandia) y 8 semanas [125, Finlandia, 2001], periodo tras el cual los pollos son transportados al matadero. Después de cada ciclo, las instalaciones se limpian y desinfectan totalmente. La duración de este periodo va desde una semana hasta dos (Finlandia, Reino Unido) o incluso tres semanas (Irlanda).

Un tipo de producción que hasta el momento ha sido específica de Francia es la de los pollos denominados de “etiqueta roja” (label rouge). Los pollos tienen acceso permanente al aire libre y son sacrificados a una edad mínima de 80 días, con más de 2 Kg. de peso en vivo. Este tipo de producción está aumentando en popularidad y actualmente (año 2000) representa cerca del 20 % del consumo francés de pollos de carne [169, FEFAC, 2001] (con referencia a ITAVI, 2000).

El sector de producción de pavos es el mayor de los otros sectores de producción de carne de ave. Es un sector importante en cuatro Estados Miembros (Francia, Italia, Alemania y Reino Unido). Desde 1991, la producción en la UE ha aumentado en un 50 % [203, EC, 2001]. Las pautas anuales de demanda de carne de pavo muestran demandas similares durante todo el año, con cuatro máximos de la demanda en febrero – marzo, junio, agosto – septiembre y noviembre – diciembre.

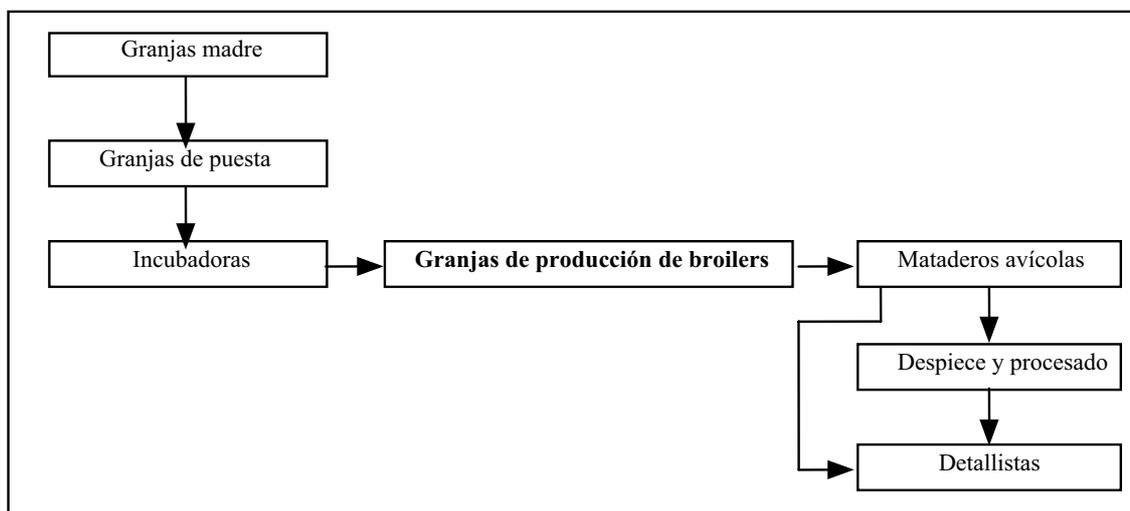


Figura 1.5: Ejemplo de la cadena de producción del sector de producción de pollos de carne [26, LNV, 1994]

1.2.3 Economía del sector avícola

La mayoría de granjas avícolas son explotaciones familiares. Algunas granjas pertenecen a grandes empresas que realizan todas las actividades propias de la línea de producción, desde la producción a la venta al público, incluyendo el suministro de piensos para los animales. La inversión en ganado y elementos de producción (equipo, instalaciones) está ligada al margen neto de beneficio de la granja. El margen neto de las explotaciones avícolas varía en cada Estado Miembro y depende de los costes de producción y del precio de producto. Los costes de producción se componen de:

- Costes de los pollitos (excepto en sistemas integrales)
- Costes de alimentación
- Costes veterinarios
- Costes de mano de obra
- Costes de energía
- Mantenimiento de los equipos y de las instalaciones
- Costes de amortización de los equipos y las instalaciones
- Intereses

El coste de la producción de huevos está también relacionado con factores de producción como la concentración de aves. Los costes de producción son menores en jaulas para muchas aves; los costes aumentan al aumentar el espacio disponible en las jaulas y con el uso de sistemas sin jaulas. Por consiguiente, los mayores estándares de bienestar que se están adoptando actualmente en la UE a consecuencia de la Directiva 1999/74/CE, que requiere más espacio para las aves, aumentarán los costes de producción. Se espera que esto tendrá como consecuencia un aumento de las importaciones de países con menores estándares de bienestar (y por consiguiente menores costes de producción) en detrimento de los huevos producidos en la UE, si los consumidores no están dispuestos a pagar un precio mayor.

Sistema	Espacio disponible	Costes relativos
Jaula	450 cm ² /ave	100
Jaula	600 cm ² /ave	105
Jaula	800 cm ² /ave	110
Jaulas grandes/Aseladeros	500 cm ² /ave	110
Jaulas grandes/Aseladeros	833 cm ² /ave	115
Cama de paja	1.429 cm ² /ave	120
Gallinero con salida libre	100.000 cm ² /ave	140

Tabla 1.2: Resumen de los costes de producción de huevos para distintos sistemas [13, EC, 1996]

Los ingresos brutos de una granja dependen del número de huevos o kilos de peso en vivo que puedan venderse, y de los precios a los que vende el granjero (incluido el precio de las gallinas que ya no ponen). Los precios de los productos avícolas no están garantizados ni son fijos, y varían con las fluctuaciones de precios del mercado. Este mercado está a su vez afectado por la dinámica y la estructura de las grandes cadenas de supermercados de alimentación (15 en 1999), que constituyen la principal salida para los productos avícolas y son por consiguiente responsables de la mayor parte de la facturación anual de los productos avícolas.

En 1999, el precio medio de los huevos en la Unión Europea era de 78,87 €/100 Kg. (0,049 €/huevo). En 2000, el precio medio de los huevos fue de 100,39 €/100 Kg. (0,062 €/huevo). Los precios de los huevos y de los piensos para ponedoras se han ido reduciendo desde 1991. Globalmente, el margen bruto para la producción de huevos se ha reducido ligeramente desde 1991 [203, EC, 2001].

En 1998, el precio medio de la carne de pollo en la Unión Europea era de 143,69 €/100 Kg. En 1999, el precio medio de la carne de pollo de enero a septiembre era de 133,44 €/100 Kg. Los precios de la carne se han ido reduciendo desde 1991, pero al mismo tiempo han disminuido asimismo los precios de los piensos. Generalmente, desde 1991, el margen bruto para la producción de carne de pollo se ha reducido ligeramente.

Los precios se ven igualmente alterados cuando el sector está afectado por la contaminación de los productos (Salmonella y dioxinas) o por problemas que afectan a otros mercados de productos animales (peste porcina, encefalopatía espongiforme bovina). Estos efectos pueden ser regionales, pero en particular en los Estados Miembros orientados a la exportación, pueden transferirse fácilmente a un mercado europeo más amplio.

Por ejemplo, la crisis de las dioxinas a mediados de 1999, asociada con la contaminación de los alimentos de origen animal, afectó gravemente a los mercados de carne de pollo y huevos en Bélgica. Al retirarse productos de las estanterías de los establecimientos de venta, el consumo y los precios cayeron en picado. Mientras que la crisis tuvo un efecto grave en la economía de la industria belga, los Estados Miembros vecinos también notaron los efectos, ya que tanto su consumo como los precios mostraron un declive. Por otra parte, los brotes de fiebre aftosa, peste porcina, y en particular de encefalopatía espongiforme, hicieron que los hábitos de los consumidores derivaran hacia un mayor consumo de productos avícolas.

Se han presentado pocos datos económicos sobre la producción de carne fresca de pavo. El estudio de mercado de la National Farmers Union (NFU) de septiembre de 2000 sobre la carne fresca de pavo indica los costes (por ave comercializada). A modo indicativo, los costes asociados a la producción de carne fresca de pavo fueron de 18 €/animal (peso de sacrificio 6,4 Kg.) y de 23,4 €/animal (peso de sacrificio 10 Kg.). Estos costes dependen del precio de los pollitos, cuyo peso inicial puede variar, y del peso final de las aves en el momento de su venta. Los costes incluyen asimismo el desplumado y sangrado [126, NFU, 2001].

Estado Miembro	Ponedoras			Broilers			Pavos			Patos			Pintadas		
	Aves (10 ⁶)	Granjas	IPPC	Aves (10 ⁶)	Granjas	IPPC	Aves (10 ⁶)	Granjas	IPPC	Aves (10 ⁶)	Granjas	IPPC	Aves (10 ⁶)	Granjas	IPPC
Bélgica (2000) ¹	12,7	4.786	172 (50.000) ²	26,6	2.703	320 (50.000) ²	0,3	232	n.d.	0,04	853	n.d.	0,06	206	n.d.
Dinamarca	n.d.	n.d.	549 (20.000) ²	n.d.	n.d.	432 (25.000) ²	n.d.	n.d.	264 (10.000) ²	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
España	40,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,135	n.d.	n.d.	0,092	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Finlandia (1999) ¹	3,6	4.000	2	5,5	227	64	0,150	55	n.d.	0,003	2	n.d.	ninguna	n.d.	n.d.
Irlanda	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Italia	47,2	2.066	n.d.	475,7	2.696	n.d.	38,9	750	n.d.	10,1	n.d.	n.d.	25,3	n.d.	n.d.
Holanda	32,5	2.000	n.d.	50,9	1.000	n.d.	1,5	125	n.d.	1	65	n.d.	0,2	20	n.d.
Austria	n.d.	n.d.	22	n.d.	n.d.	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Portugal (1998) ¹	6,2	622	25 (50.000) ²	199	3.217	43 (50.000) ²	4,7	176	20 (50.000) ²	0,3	12	0	muy pocas	n.d.	n.d.
Suecia	2,2	900	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Reino Unido	n.d.	n.d.	>200	n.d.	n.d.	700	n.d.	n.d.	20	n.d.	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.

1) año del informe

2) Número de plazas, algunos datos se reportaron con umbrales distintos a los de la IPPC, ya que el umbral IPPC no es aplicable en estadísticas prácticas. "n.d.": no se han presentado datos, o datos no disponibles

Tabla 1.3: Número de aves, total de granjas y granjas bajo la definición de la Sección 6.6 del Anexo 1 de la Directiva del Consejo 96/69/CE para distintos Estados Miembros europeos.

Fuentes: Informes de Estados Miembros en sus comentarios y documentos nacionales sobre MTD (ver referencias).

1.3 El sector de producción porcina en Europa

1.3.1 Dimensión, evolución y distribución geográfica del sector de producción porcina en Europa

La dinámica de la industria europea de producción porcina es seguida y descrita en detalle por los institutos nacionales y europeos (Ej. FAO, LEI, MLC, Eurostat). Los datos de las secciones siguientes han sido extraídos de estas fuentes para mostrar la imagen general del sector de producción porcina.

En la UE-15, la producción porcina aumentó en un 15 % entre 1997 y 2000. El número total de cerdos en Diciembre de 1999 era de 124,3 millones, lo que suponía un aumento del 5,4% en comparación con 1997. Este aumento fue principalmente atribuible al crecimiento de las cabañas porcinas en España, Holanda y Alemania (este último país mostró una recuperación tras el brote de peste porcina clásica), que compensó el declive en la cabaña porcina en el Reino Unido.

En 1999, la producción se ralentizó, pero los efectos del reciente brote de fiebre aftosa no se incluyen. Las pautas anuales muestran que la producción de carne de cerdo es siempre mayor en el último trimestre del año.

Aunque estudios sobre la cabaña porcina realizados en los Estados Miembros en diciembre de 2000 muestran un ligero declive en comparación con 1999 (-1,2 %), el nivel global se mantuvo elevado (122,9 millones de animales). Los mayores descensos se registraron en Austria, Finlandia, Suecia y el Reino Unido, mientras que la cabaña porcina total aumentó en aproximadamente un 6,1 % en Dinamarca.

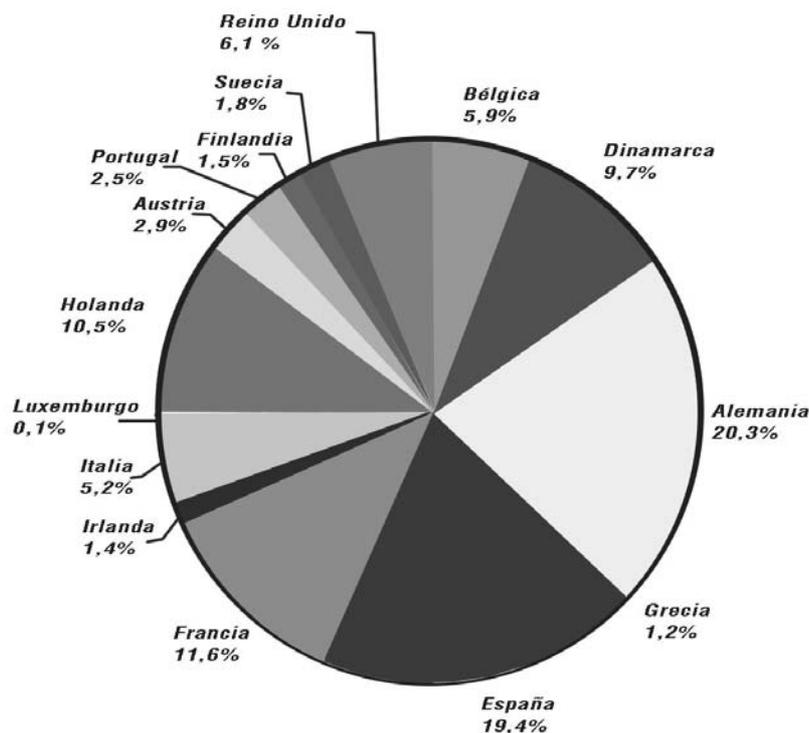


Figura 1.6: Distribución de cerdas de cría en Europa para cada Estado Miembro en 1998 [Eurostat Nov/Dec 1998 Surveys]

En el 2000, la cabaña porcina en la UE-15 se estimaba en 33,4 millones de lechones (<20 Kg.), 46,9 millones de cerdos de engorde/acabado (>50 Kg.), 12,9 millones de cerdos de cría (>50 Kg.), 0,4 millones de verracos y 21,1 millones de cerdas (12,5 de cría y 8,6 gestantes).

Los principales Estados Miembros que crían cerdos son Alemania, España, Francia, Holanda y Dinamarca, con una cuota combinada de un 71% de las cerdas de cría en 1998 (Figura 1.7). Los datos para 2000 muestran que esta cifra ha aumentado ligeramente (73%), y que los aumentos en Dinamarca y España han compensado los claros declives en Holanda y, en menor medida, en Alemania.

El número de cerdas se refleja en términos de cerdos producidos o producción indígena bruta (PIB). De nuevo, Alemania, España, Francia, Dinamarca y Holanda produjeron el 69,5 % de los cerdos de la UE-15 en 1998 (Figura 1.7) y aumentaron su producción, por lo que en 2000 representaron más del 73% de la producción total de la Comunidad. Las tendencias del PIB en los Estados Miembros muestran que Irlanda, Holanda y el Reino Unido, en particular, han reducido su producción.

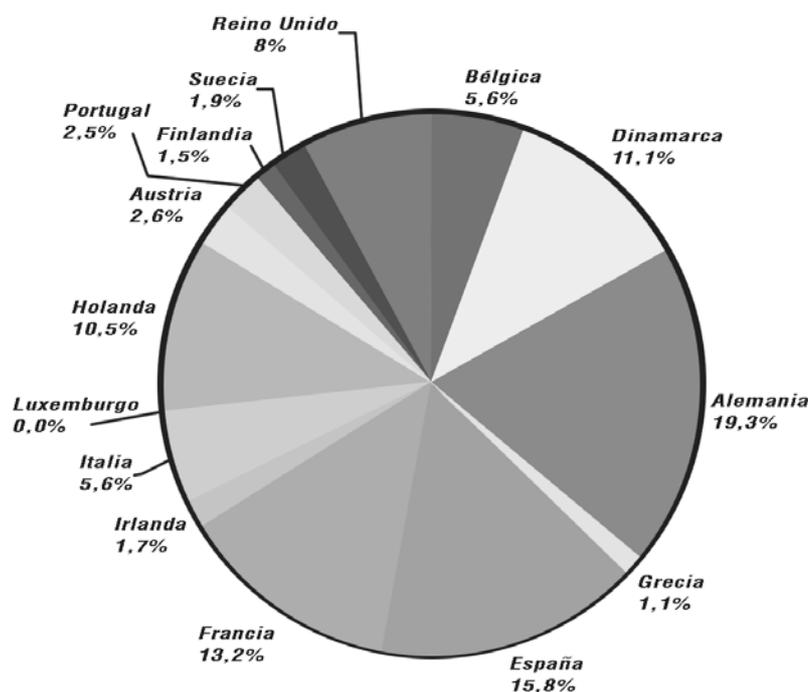


Figura 1.7: Producción porcina indígena bruta en 1998
[Eurostat Nov/Dec 1998 Surveys]

Las explotaciones porcinas tienen tamaños considerablemente variables. Las cifras más recientes disponibles sobre el tamaño de las explotaciones se remontan a 1997. Aunque las cabañas porcinas han aumentado en Europa, el número de explotaciones se ha reducido, mientras que las explotaciones individuales han aumentado su tamaño. El mayor tamaño promedio de las explotaciones se ha encontrado en Irlanda (1.009 cabezas), seguida de Holanda (723), Bélgica (629), Dinamarca (605) y Reino Unido (557). En la UE-15, el 71% de granjas tienen menos de 10 cerdos. Esto es frecuente en Grecia, España, Francia, Italia, Austria y Portugal, donde más del 50% de las explotaciones tienen menos de 10 cerdos (Figura 1.8). Otro 10 por ciento de las explotaciones de la UE tienen un número promedio de animales entre 10 y 49 cerdos. Aunque la mayoría de propietarios tienen pequeñas explotaciones, la mayoría de la producción porcina (88%) está asociada a explotaciones de más de 200 cerdos, de las que el 52% tienen incluso más de 1.000 cerdos (Figura 1.9).

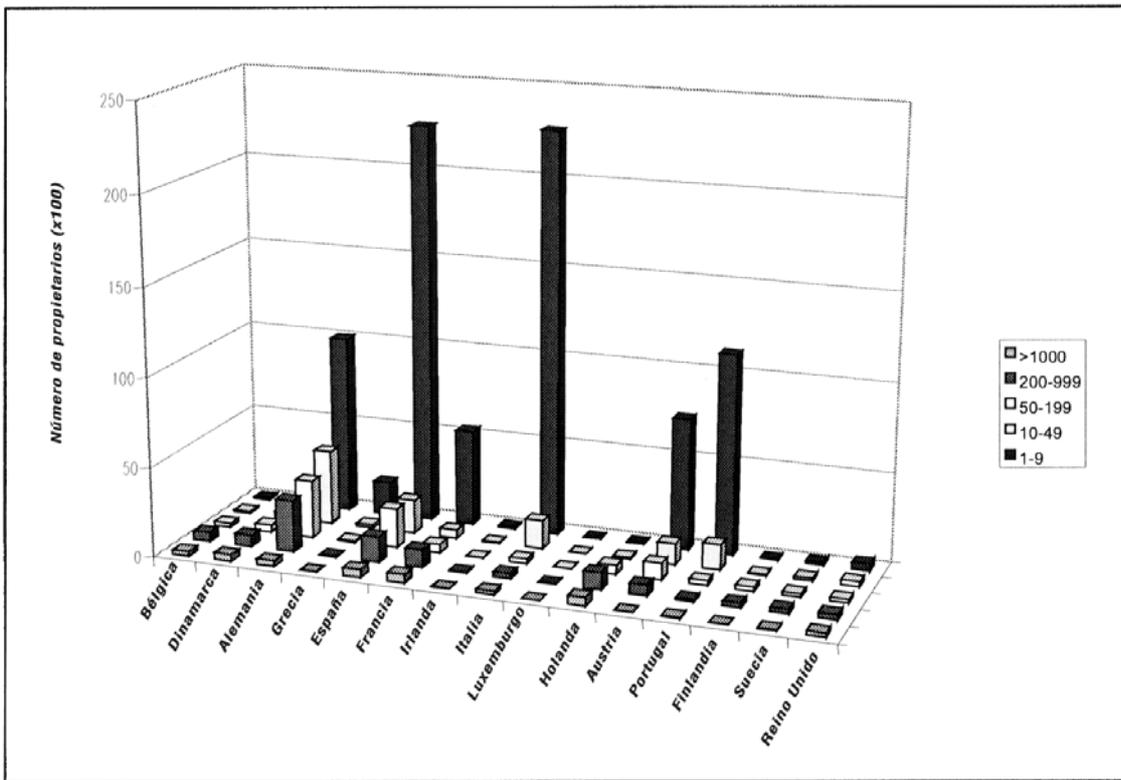


Figura 1.8: Número de propietarios por tamaño de las explotaciones en 1997. La leyenda indica el tamaño de las explotaciones (en orden inverso)
[153, Eurostat, 2001]

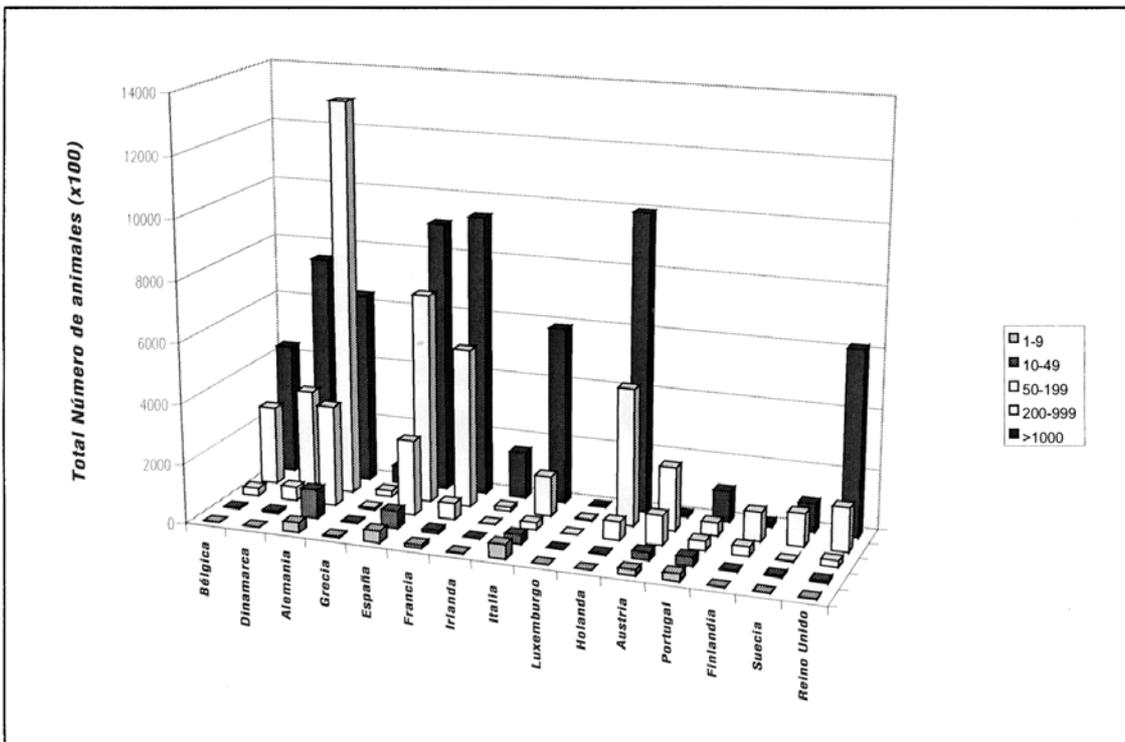


Figura 1.9: Número de animales por cada una de las categorías de tamaño de las explotaciones (1997)
[153, Eurostat, 2001]

En la UE-15, un 67 % de las cerdas están en explotaciones de más de 100 cerdas (Figura 1.10). En Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Italia, Holanda y Reino Unido esta cifra está por encima del 70 %. En Austria, Finlandia y Portugal predominan las explotaciones de menor tamaño.

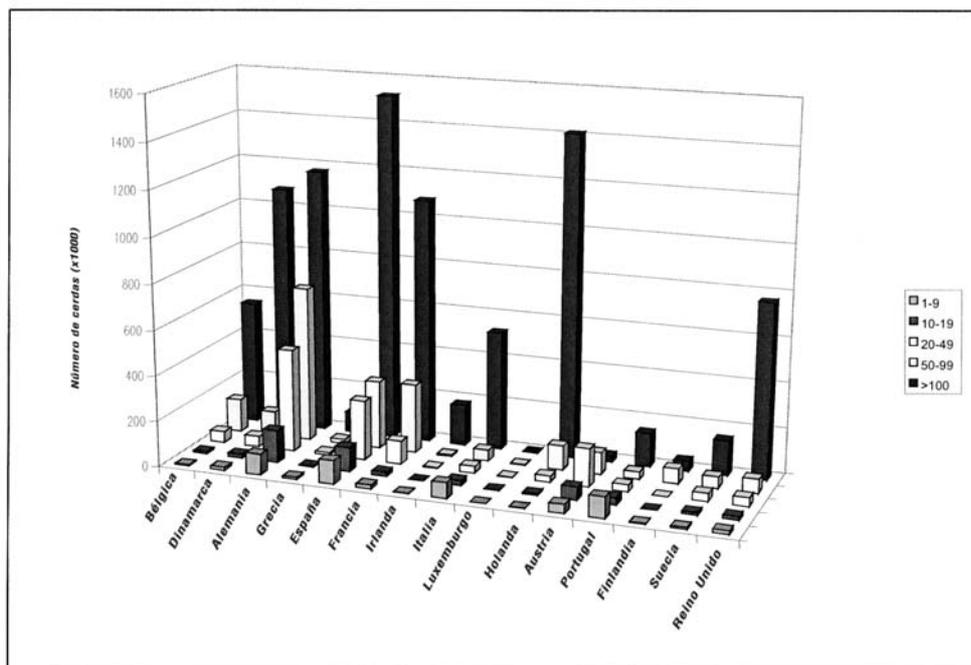


Figura 1.10: Número de cerdas en diferentes categorías de tamaño (1997). La leyenda indica el tamaño de la explotación en términos de número de cerdas [153, Eurostat, 2001]

La mayoría de cerdos de engorde (81 %) se crían en explotaciones de más de 200 cerdos (Figura 1.11), y el 63 % de ellos en explotaciones de más de 400 cerdos. El 31 % de los cerdos de engorde se crían en explotaciones de más de 1.000 cerdos. El sector en Italia, Reino Unido e Irlanda se caracteriza por explotaciones de más de 1.000 cerdos de engorde. Alemania, España, Francia y Holanda tienen considerables porcentajes de cerdos en explotaciones de entre 50 y 400 cerdos de engorde.

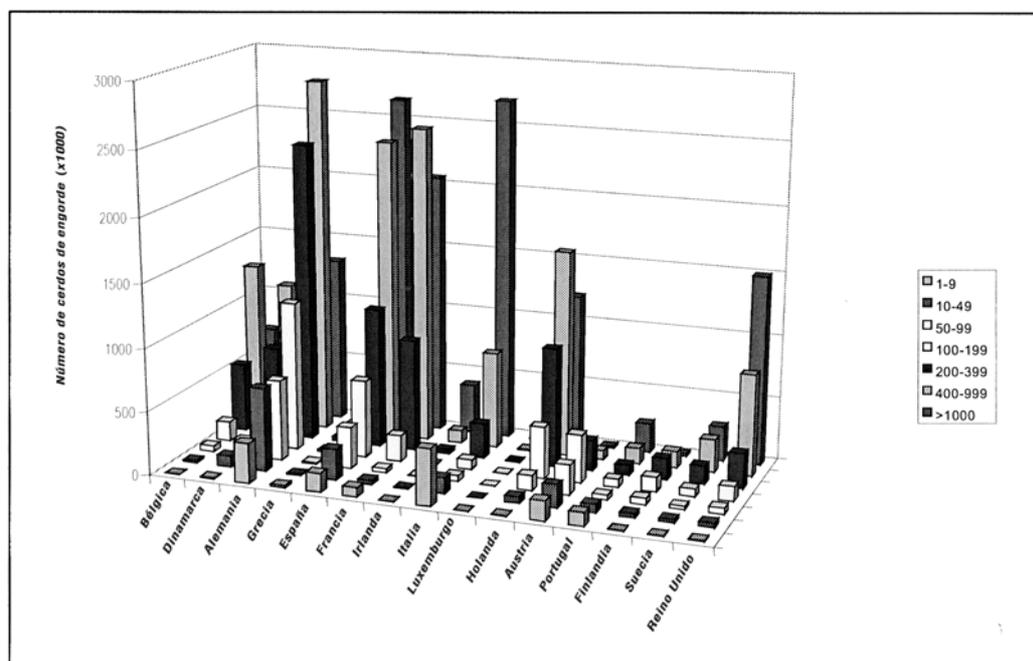


Figura 1.11: Número de cerdos para engorde por tamaño de explotación (1997) [153, Eurostat, 2001]

De estas cifras resulta evidente que sólo un número relativamente pequeño de granjas están dentro de la definición de la Sección 6.6 del Anexo 1 de la Directiva del Consejo 96/69/CE (Tabla 1.4).

Estado Miembro	Cerdos (>30 Kg.)			Cerdas		
	Número de animales (millones)	Número de granjas	Granjas bajo IPPC	Número de animales (millones)	Número de granjas	Granjas bajo IPPC
Bélgica (2000)	2,9	7.487	71	0,8	7.450	n.d.
Dinamarca (1997)	6,2	n.d.	n.d.	1,2	n.d.	n.d.
Alemania (1997)	15,6	n.d.	261	2,6	n.d.	281
España (1997)	11,6	n.d.	822	2,1	n.d.	252
Francia (1997)	9,9	n.d.	n.d.	1,4	n.d.	n.d.
Finlandia (1997)	0,79	4.727	6	0,18	n.d.	n.d.
Irlanda (1997)	1,0	n.d.	n.d.	0,19	n.d.	n.d.
Italia (2001)	0,958	n.d.	407	0,147	n.d.	116
Holanda (1997)	7,2	n.d.	n.d.	1,4	n.d.	n.d.
Austria	n.d.	n.d.	6	n.d.	n.d.	n.d.
Portugal (1997)	1,3	n.d.	n.d.	0,33	n.d.	n.d.
Reino Unido (1997)	4,7	n.d.	n.d.	0,9	n.d.	n.d.

Los datos de 1997 se reportan en [10, Holanda, 1999] con referencia a Eurostat '97
Los datos de Bélgica para cerdos hacen referencia a cerdos de >50 Kg. de peso en vivo
Los datos alemanes sobre explotaciones IPPC hacen referencia a más de 1.500 cerdos y más de 500 cerdas
Los datos españoles sobre explotaciones IPPC hacen referencia a menos de 750 cerdas y más de 2.000 cerdos
Los datos de Finlandia hacen referencia a cerdos crecientote engorde de >20 Kg. de peso vivo
n.d. = no hay datos disponibles

Tabla 1.4: Número de explotaciones porcinas en los Estados Miembros de la UE según la definición de la Sección 6.6 del Anexo 1 de la Directiva del Consejo 96/69/CE.

En la mayoría de países, la producción porcina se concentra en determinadas regiones; por ejemplo, en Holanda, la producción porcina se concentra en las provincias del sur. Según los datos de 1994, se han registrado concentraciones de 2.314 cerdos por hectárea en Noord-Brabant y de 1763 en Limburg.

Las explotaciones porcinas en Bélgica están fuertemente concentradas en Flandes Occidental (aproximadamente un 60 % de la cabaña porcina). En Francia, la producción porcina intensiva se halla concentrada en Bretaña (aproximadamente un 50 % de la cabaña), donde son comunes grandes tamaños de explotaciones.

En Alemania, la producción porcina se concentra en el noroeste, es decir, en los condados septentrionales de Westfalia y los condados meridionales de la región de Weser-Ems en Baja Sajonia. Los datos de 1994 indican una máxima concentración de 1090 cerdos por 100 hectáreas en la región de Vechta.

Italia tiene concentraciones de producción porcina en el valle del Po. Actualmente, un 73,6 % de la cabaña porcina italiana se ubica en las cuatro regiones de Lombardía, Emilia-Romagna, Piemonte y Veneto en el valle del Po.

La densidad espacial de la producción porcina se utiliza como indicador del impacto medioambiental potencial de la producción porcina. En la Figura 1.12 se presentan datos sobre las poblaciones totales de cerdos por 100 hectáreas de área agrícola utilizada (AAU) para cada uno de los Estados Miembros. Las mayores densidades parecen corresponder a Holanda, Bélgica y Dinamarca, pero las estadísticas nacionales pueden esconder concentraciones regionales elevadas de producción porcina y, para la

mayoría de Estados Miembros europeos, la elevada concentración de animales y de explotaciones de ganadería intensiva son un problema regional (ver Figura 1.1).

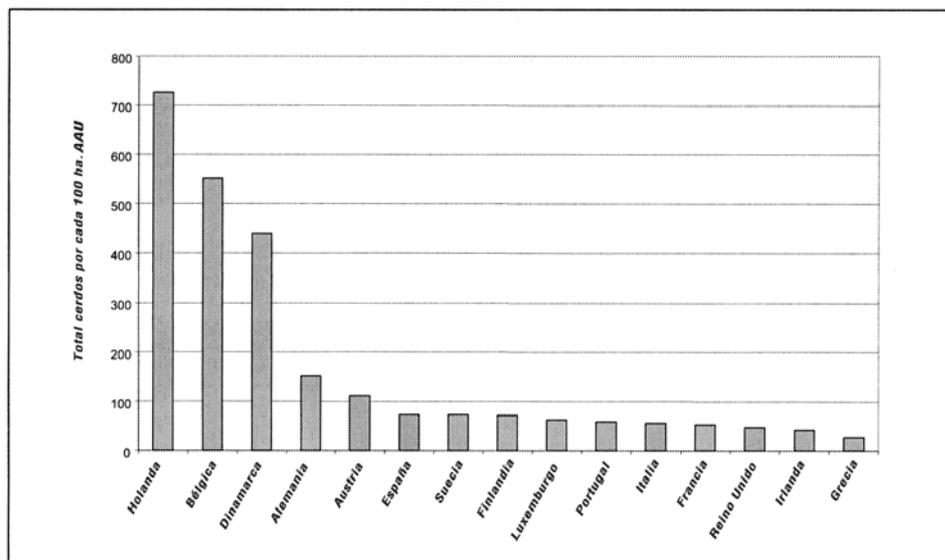


Figura 1.12: Densidad espacial de la producción porcina en la UE-15 [153, Eurostat, 2001]

1.3.2 Producción y consumo de carne de cerdo

La UE-15 representa aproximadamente un 20% de la producción mundial de carne de cerdo, indicada en el peso de canal de los animales sacrificados. En el 2000, la industria de la UE-15 fue responsable de un sacrificio mensual medio de cerdos de 1,464 (1,328 – 1,552) millones de toneladas de canal, tanto de origen indígena como foráneo, lo que totalizó 17,578 millones de toneladas de cerdo en un año. A modo de comparación, esta cantidad equivale a más del doble del peso de canal de carne de vacuno a lo largo del mismo periodo de tiempo [153, Eurostat, 2001].

El peso medio de acabado de los cerdos y el peso medio de las canales varían en los diferentes países de la UE. Esto tiene un considerable impacto en el tiempo de engorde de los cerdos, la cantidad de pienso consumido, y el volumen de aguas residuales producido. Por ejemplo, en Italia, los cerdos pesados se crían hasta un peso en vivo medio de 156 Kg., lo que da un peso en canal de 112 Kg. Generalmente, se producen también pesos de canal superiores a la media (de más de 80 Kg.) en Austria, Alemania y Bélgica (peso acabado 117 Kg./canal 93 Kg.) (ver Figura 1.13).

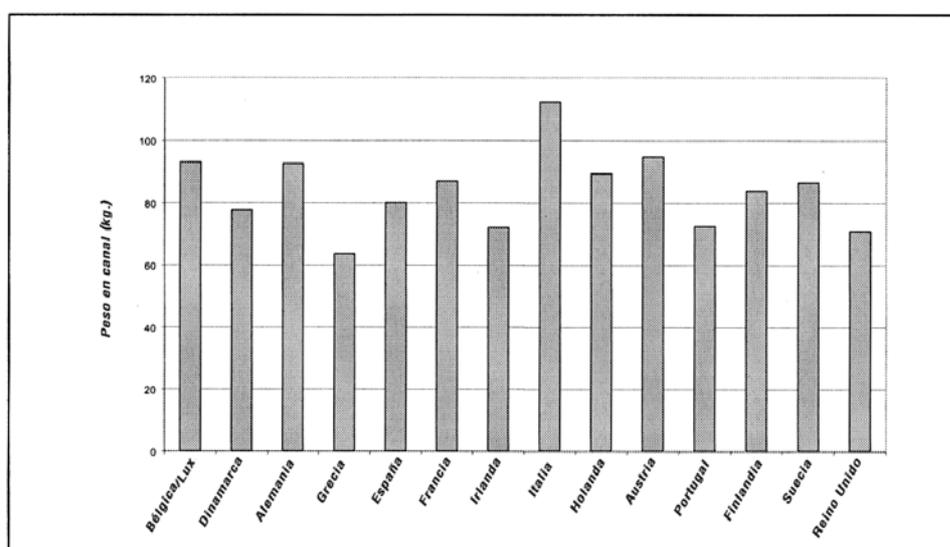


Figura 1.13: Peso en canal de los cerdos sacrificados en cada Estado Miembro [153, Eurostat, 2001]

La comparación de los datos de peso de canal y de peso vivo permite en general derivar una relación media según la cual el peso de canal es aproximadamente un 75% del peso vivo. Dado que en 2000 se sacrificaron un total de 204 millones de cerdos con un peso vivo medio de 100 Kg., esto significa que los sacrificios de cerdos indígenas han producido un peso de canal estimado de 15,3 millones de toneladas. El mayor productor de carne de cerdo es Alemania (20%), seguido de España (17%), Francia (13%), Dinamarca (11%) y Holanda (11%). Juntos producen más del 70 % de la producción indígena de la UE-15.

No toda esta producción se consume en los mismos Estados Miembros. En conjunto, la UE es un exportador neto de carne de cerdo, importando sólo una pequeña cantidad (Figura 1.14). No todos los principales productores son exportadores; por ejemplo, Alemania es uno de los principales productores, pero importó alrededor del doble de lo que exportó en 1999.

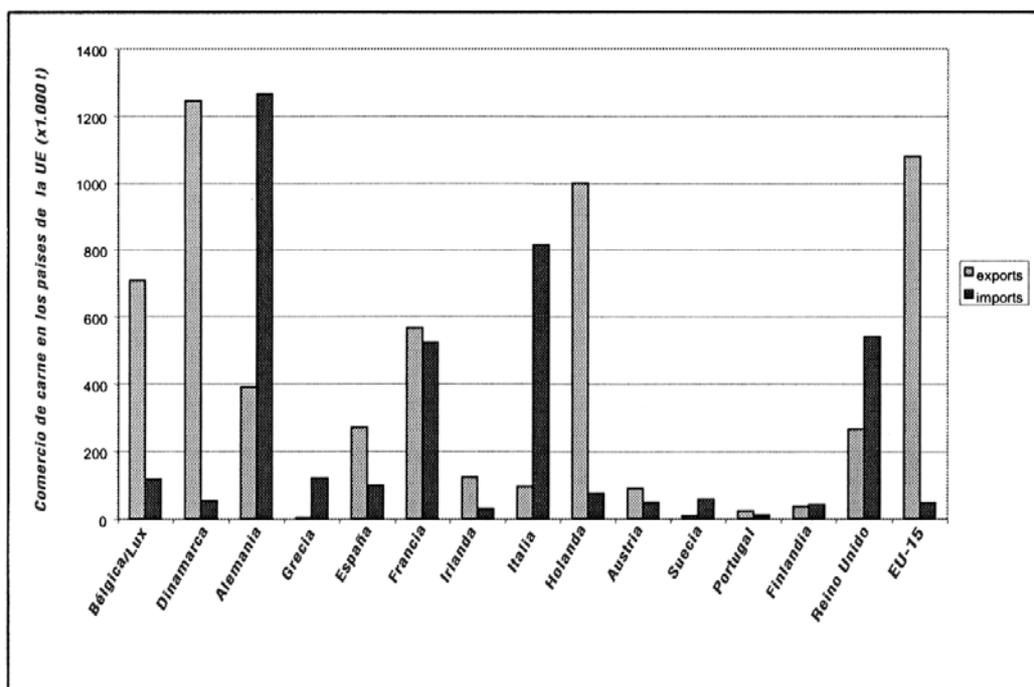


Figura 1.14: Comercio de carne de cerdo de los Estados Miembros de la UE [Eurostat, 1999]

Al variar el peso vivo al final del periodo de acabado, el tiempo necesario para la cría de los cerdos es también variable en los diferentes países de la UE-15. Hay muchos factores que influyen en ello, como la alimentación, la gestión de las explotaciones y la demanda del mercado de una determinada calidad de carne de cerdo. Como ejemplo, a continuación se muestran algunos datos que describen la producción en el Reino Unido.

Fase	Indicador	Unidad	Nivel
Cría	Carnada	Lechones/cerda /año	22
Destete/engorde	Peso en vivo	Kg.	7 – 35
	Crecimiento	g/día	469
Engorde/acabado	Índice conversión de pienso	Kg. pienso/Kg. peso vivo	1,75
	Peso vivo	Kg.	A partir de 35
	Crecimiento	g/día	630
	Índice conversión de pienso	Kg. pienso/Kg. peso vivo	2,63

Tabla 1.5: Niveles generales de producción en las explotaciones porcinas del Reino Unido [131, FORUM, 2001]

En el conjunto de la UE, el consumo de carne de cerdo es mayor que el de otras carnes. En los dos últimos años, la competitividad en los precios y la abundancia de oferta ha disparado el consumo a niveles récord. El consumo por cápita en el 2000 estaba previsto que, en total, fuera de 43,5 Kg. en comparación con los 41,2 Kg. en 1997 [203, EC, 2001]. (Ver Figura 1.15).

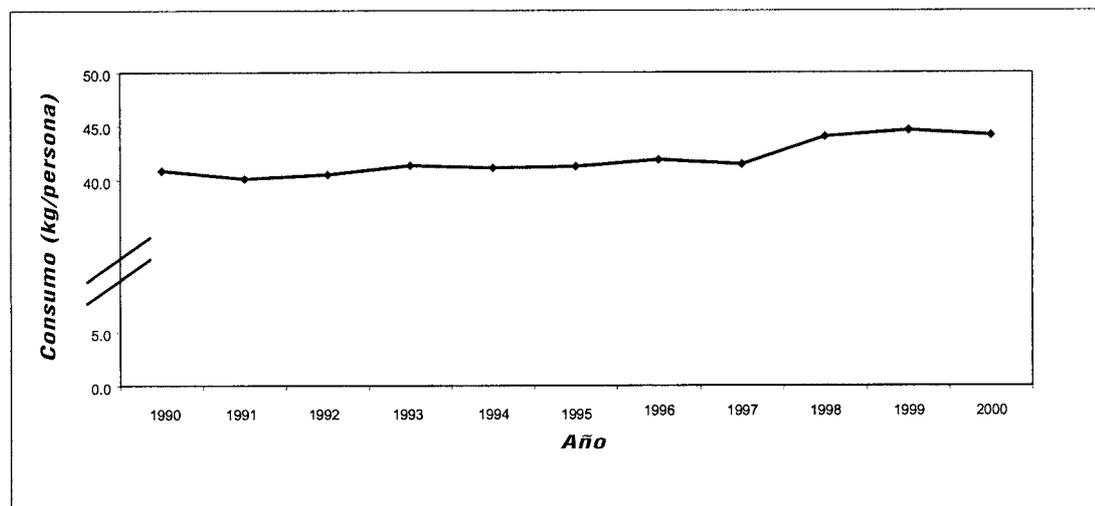


Figura 1.15: Consumo de carne de cerdo por cápita (Kg./persona) en diferentes años en Europa [153, Eurostat, 2001]

El mayor consumo por cápita de carne de cerdo, tanto en términos de cantidad como en términos de porcentaje relativo respecto al consumo total de carne se reportó en el año 1999 en Dinamarca (65,8 Kg./persona de carne de cerdo, respecto a un consumo total de carne de 117,8 Kg./persona). Se reportan niveles similares de consumo por cápita de carne de cerdo, aunque con cifras ligeramente más bajas, en Alemania, España y Austria. España es el mayor consumidor global de carne de la UE, aunque se ha subrayado que los 30 millones anuales de turistas pueden contribuir a este elevado consumo. Mientras que Suecia y Finlandia son los consumidores menores de carne de la UE (72 y 69 Kg./persona respectivamente), Grecia (32 %) y Reino Unido (23 %) son los menores consumidores respecto a la carne de cerdo [203, EC, 2001]

1.3.3 Economía del sector porcino

La economía de la producción porcina viene dictada en gran medida por la disponibilidad de pienso y el acceso a mercados apropiados. Esto ha llevado al desarrollo regional de la industria, por ejemplo en el valle del Po, donde la producción porcina se ha desarrollado en asociación con el cultivo de cereales y la producción láctea y aprovechando el fácil acceso al transporte.

Más recientemente, las restricciones medioambientales han creado un vínculo entre la producción y la disponibilidad de tierra para el esparcimiento del efluente producido. Dinamarca tiene una ventaja clara sobre los productores porcinos de Holanda y otros países, por el hecho de que su cabaña porcina está distribuida por todo el país, y por consiguiente tiene una baja densidad de cerdos en relación a la superficie. El sistema de explotaciones danés combina generalmente la producción porcina con granjas de tipo mixto, que combinan agricultura y ganadería, lo que permite el uso del efluente de modo que se reduzca el riesgo medioambiental. La asociación con explotaciones mixtas también proporciona ventajas en términos de costes de alimentación. Una situación similar se da en las zonas de producción porcina de Alemania, donde la producción porcina está asociada con granjas mixtas, de nuevo facilitando el control del aporte de alimento y el esparcimiento del efluente.

La densidad de cerdos en España en su conjunto es muy baja, pero hay una concentración de explotaciones porcinas intensivas y otras actividades agrícolas en las Comunidades Autónomas del norte (Ej. Cataluña). Todavía hay muchas zonas en las que el estiércol puede aplicarse sin riesgo potencial de contaminación del agua por nitratos. Se ha afirmado que la aplicación del estiércol animal al suelo es de gran interés agronómico para España dado que, junto con el ahorro en fertilizantes químicos, puede asimismo mejorar la estructura y fertilidad de la mayoría de suelos españoles y puede contribuir significativamente en la lucha contra la desertización. Estas circunstancias favorables apoyan el crecimiento del sector e incluso el establecimiento de empresas extranjeras [89, España, 2000].

Generalmente, la producción porcina en la UE no tiende a mostrar el nivel de integración vertical que se registra en el sector avícola; por ejemplo, la cría y el engorde de los cerdos se suelen realizar en instalaciones separadas. En los últimos años ha habido una tendencia hacia un enfoque más integrado con un control individual o empresarial del suministro de pienso, de la producción porcina y de la capacidad de los mataderos. También hay una tendencia a que, incluso en situaciones en las que la cría y el engorde se realizan en instalaciones separadas, ambas sean propiedad del mismo productor. Los sistemas de producción integrada más desarrollados se encuentran en Dinamarca, bajo la guía de la Federación Danesa de Productores Porcinos y Mataderos (Danske Slagterier).

Se han presentado pocos datos sobre la situación económica y la rentabilidad de la industria porcina. Se requieren estos datos para permitir la determinación de las MTD. Para ello, sería necesario disponer de la rentabilidad por sectores y por países, para permitir tener en cuenta las diferencias entre Estados Miembros (ver Anexo 7.6).

La producción porcina se caracteriza típicamente por periodos de beneficios relativamente altos que se alternan con periodos de márgenes negativos. Para Europa en su conjunto, los precios han caído y el margen de inversiones a nivel de las granjas se ha visto reducido. Muchos granjeros han adoptado la actitud de esperar tiempos mejores. En algunos países (como Holanda y la región flamenca de Bélgica), los problemas medioambientales han hecho que se alzarán voces solicitando la reducción de plazas de producción porcina, y se espera que muchas explotaciones cierren. El debate creciente en algunos Estados Miembros se espera que ponga a la ganadería intensiva en general, y a la producción porcina en particular, bajo una mayor presión, por lo que en los próximos años se esperan algunos cambios estructurales en el sector de producción porcina.

Cuando se realizan inversiones, hay una serie de motivos para que los granjeros decidan invertir en técnicas medioambientales. Con frecuencia, las legislaciones nacionales los empujan hacia la aplicación de ciertas técnicas, aunque también los requisitos de las grandes cadenas de supermercados pueden afectar la elección y operación de las técnicas de producción. Se está prestando una atención cada vez mayor a los aspectos del bienestar animal, como el uso de paja y el acceso a una zona exterior. Debe tenerse en cuenta que las técnicas aplicadas bajo el ámbito de la legislación sobre “bienestar animal” no siempre están asociadas con una mayor eficacia medioambiental.

Las condiciones de financiación con las que se suscriben los compromisos y con las que los granjeros se proveen de las nuevas técnicas varían mucho entre los Estados Miembros y entre las regiones dentro de los Estados Miembros. Se han descrito dos ejemplos claros. El programa de apoyo agrícola y medioambiental finlandés [125, Finlandia, 2001] facilita asistencia a los granjeros si participan en un programa especial que requiere que realicen determinadas acciones para reducir el impacto de las actividades agropecuarias sobre el entorno; estas acciones pueden comportar la realización de ciertas inversiones, o tomar medidas, por ejemplo para reducir el uso de fertilizantes. En Finlandia es también posible obtener ayuda financiera para inversiones, por ejemplo para construir nuevas instalaciones de almacenamiento de estiércol (Ayuda a la inversión agropecuaria). Esta asistencia puede ser en forma de ayuda financiera directa, o mediante un préstamo de una institución de crédito con ayuda para el pago de intereses, o un préstamo oficial a un interés reducido [188, Finlandia, 2001]

Se estableció un programa regional en Emilia-Romagna (Italia) para impulsar que los granjeros invirtieran en técnicas para una mejor gestión del estiércol [127, Italia, 2001]. Este programa adoptó, por ejemplo, sistemas de desagüe canalizados, equipos para la separación de la fase sólida de los purines, tanques para purines y jaulas para gallinas ponedoras equipadas con cintas de gallinaza y desecación forzada.

1.4 Aspectos medioambientales de la producción intensiva avícola y porcina

Los aspectos medioambientales figuran en la agenda agrícola desde hace relativamente poco tiempo. No fue hasta los años ochenta que el impacto medioambiental de la ganadería intensiva se convirtió en un aspecto a tener en cuenta, aunque ya existía conciencia de la contaminación del suelo debido a una excesiva aplicación de estiércol y los olores adquirirían cada vez mayor importancia debido al aumento de la población en áreas rurales.

Uno de los principales retos en la modernización de la producción avícola y porcina es la necesidad de equilibrar la reducción o eliminación de los efectos contaminantes sobre el entorno con las mayores exigencias en el terreno del bienestar animal, manteniendo al mismo tiempo la rentabilidad de la explotación.

Potencialmente, las actividades agrícolas en explotaciones intensivas avícolas y porcinas pueden contribuir a una serie de fenómenos medioambientales:

- Acidificación (NH_3 , SO_2 , NO_x)
- Eutrofización (N, P)
- Reducción de la capa de ozono (CH_3Br)
- Aumento del efecto invernadero (CO_2 , CH_4 , N_2O)
- Desecación (consumo de aguas subterráneas)
- Molestias locales (olor, ruido)
- Diseminación difusa de metales pesados y pesticidas.

El mayor conocimiento de las distintas fuentes responsables de estos fenómenos medioambientales ha hecho que se preste mayor atención a una serie de aspectos medioambientales asociados con la cría intensiva de aves y cerdos. El aspecto medioambiental clave de la producción pecuaria intensiva está relacionado con los procesos vitales naturales, es decir, el modo en que los animales metabolizan el alimento, excretando casi todos los nutrientes a través del estiércol. La calidad y composición del estiércol y el modo en que se almacena y manipula son los principales factores que determinan los niveles de emisiones de la producción pecuaria intensiva.

Desde el punto de vista medioambiental, es importante para el mantenimiento la eficacia con la que los cerdos convierten el pienso y la velocidad de engorde y reproducción. Los requisitos de los cerdos varían durante las distintas etapas de su vida, es decir, durante los periodos de cría y engorde o durante las distintas etapas de su vida reproductiva. Para estar seguro de que se atiende siempre a los requisitos de nutrición de los animales, se les suele suministrar nutrientes en exceso. Al mismo tiempo, puede observarse que las emisiones de N a la atmósfera se deben en parte a este desequilibrio. El proceso de consumo, utilización y pérdidas de N en la producción de cerdos para sacrificio se conoce bien (ver Figura 1.17).



Figura 1.16: Ilustración de los aspectos medioambientales relacionados con la ganadería intensiva [152, Pahl, 1999]

Dado que la investigación se ha iniciado recientemente, muchos aspectos no son conocidos o no están aún cuantificados. Las emisiones son con frecuencia difusas o muy difíciles de medir. Se han desarrollado y se siguen desarrollando modelos para permitir realizar estimaciones precisas de las emisiones cuando no es posible efectuar mediciones directas. Asimismo, una serie de aspectos sólo han sido identificados, entre los cuales el énfasis sigue estando en las emisiones de amoniaco (NH_3) y en las emisiones de N y P al suelo, a las aguas subterráneas y a las aguas superficiales.

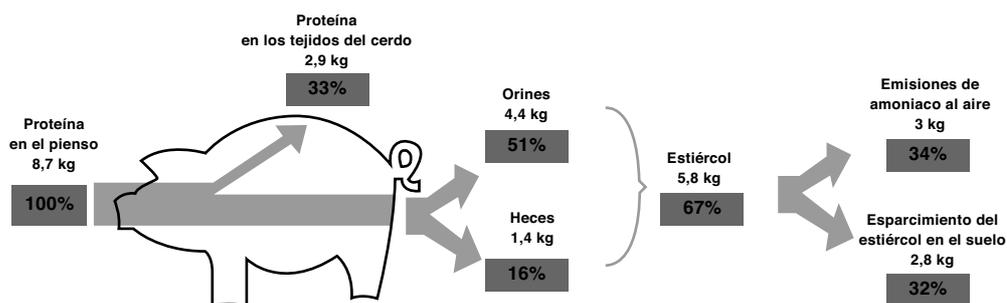


Figura 1.17: Consumo, utilización y pérdidas de proteína en la producción de un cerdo para sacrificio con un peso vivo final de 108 Kg.
[99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

1.4.1 Emisiones a la atmósfera

Emisiones	Forma de producción
Amoníaco (NH ₃)	Estabulación de animales, almacenamiento y esparcimiento del estiércol
Metano (CH ₄)	Estabulación de animales, almacenamiento y tratamiento del estiércol
Oxido nitroso (N ₂ O)	Estabulación de animales, almacenamiento y esparcimiento del estiércol
NO _x	Calefactores en las naves y pequeñas instalaciones de combustión
Dióxido de carbono (CO ₂)	Estabulación de animales, energía utilizada para calefacción y transporte en la granja, combustión de residuos.
Olor (Ej. H ₂ S)	Estabulación de animales, almacenamiento y esparcimiento del estiércol
Polvo	Trituración y molturación del pienso, almacenamiento del pienso, alojamiento de animales, almacenamiento y aplicación de estiércol sólido
Humo negro/CO	Combustión de residuos

Tabla 1.6: Emisiones a la atmósfera de los sistemas intensivos de producción pecuaria

Emisiones relacionadas con el Nitrógeno

Se ha prestado la máxima atención a las emisiones de amoníaco de las explotaciones pecuarias, ya que se considera un importante componente en la acidificación de suelos y aguas. Un grupo de expertos técnicos trabaja específicamente en la eliminación de las emisiones de amoníaco en el marco del programa UNECE sobre contaminación atmosférica transfronteriza de largo alcance [9, UNECE, 1999].

El amoníaco gas (NH₃) tiene un olor fuerte y acre, y en concentraciones elevadas puede irritar los ojos, la garganta y las membranas mucosas de las personas y de los animales de granja. Se desprende lentamente del estiércol y se esparce por la nave, siendo eventualmente extraído por el sistema de ventilación. Factores como la temperatura, el nivel de ventilación, la humedad, el nivel de acumulación, la calidad de la paja y la composición del pienso (proteína bruta) pueden afectar los niveles de amoníaco. Los factores que influyen sobre la velocidad de emisión de amoníaco se detallan en la Tabla 1.7. Por ejemplo, en los purines, el nitrógeno de la urea representa más del 95 % del nitrógeno total en la orina de cerdo. Debido a la actividad de la ureasa microbiana, esta urea puede ser convertida rápidamente en amoníaco volátil.

Los niveles elevados de amoníaco afectan asimismo las condiciones de trabajo del granjero, y en muchos Estados Miembros hay reglamentos laborales que establecen límites máximos de concentración aceptable de amoníaco en los lugares de trabajo.

Procesos	Componentes con nitrógeno y lugar donde aparece	Factores que lo afectan
1. Producción de heces	Ácido úrico/urea (70%) + proteínas sin digerir (30 %)	Animales y pienso
2. Degradación	Amoniaco/amonio en el estiércol	Condiciones de proceso (estiércol): T, pH, A_w
3. Volatilización	Amoniaco en el aire	Condiciones de proceso y clima local
4. Ventilación	Amoniaco en el recinto de estabulación	Clima local (aire): T, hr, velocidad del aire
5. Emisión	Amoniaco en el ambiente	Limpieza del aire

Nota: T: temperatura, pH: acidez, A_w : actividad del agua, hr.: humedad relativa

Tabla 1.7: Vista esquemática de los procesos y factores involucrados en la emisión de amoniaco de las explotaciones pecuarias

La producción de sustancias gaseosas en las instalaciones que ocupan los animales influye también en la calidad del aire interior y puede afectar la salud de los animales y crear condiciones de trabajo insanas para el granjero.

Otros gases

Menos se conoce sobre las emisiones de otros gases, pero actualmente se están realizando algunas investigaciones, en particular sobre el metano y el óxido nitroso. Cabe esperar niveles elevados de óxido nitroso en los procesos de tratamiento con purines líquidos aireados, así como en los procesos con estiércol sólido. El nivel de dióxido de carbono resultante de la respiración de los animales es proporcional a la producción de calor del animal. El dióxido de carbono puede acumularse en las granjas de pollos si no están debidamente ventiladas.

Los procesos microbianos en el suelo (desnitrificación) producen óxido nitroso (N_2O) y nitrógeno gas (N_2). El óxido nitroso es uno de los gases responsables del “efecto invernadero”, mientras que el nitrógeno gas es inocuo para el medio ambiente. Ambos pueden producirse de la descomposición de los nitratos en el suelo, que pueden provenir del estiércol, de fertilizantes inorgánicos o del propio suelo, aunque la presencia de estiércol favorece este proceso.

Olor

El olor es un problema local, pero es un tema que es cada vez más importante a medida que la industria ganadera se expande y un número cada vez mayor de promociones inmobiliarias residenciales se construyen en zonas dedicadas tradicionalmente a explotaciones pecuarias. El aumento del número de vecinos de las granjas se espera que produzca una mayor atención al olor como aspecto de importancia medioambiental.

El olor puede ser emitido por fuentes fijas como los canales estercoleros, y también puede ser una emisión importante durante el esparcimiento en la tierra, según la técnica de esparcimiento aplicada. Su impacto disminuye con el tamaño de la explotación. El polvo emitido de las granjas contribuye al transporte del olor. En zonas con una elevada densidad de producción porcina, se pueden transmitir enfermedades de una granja a otra a través del aire.

Las emisiones de olor, especialmente de las grandes explotaciones avícolas, pueden dar lugar a problemas con los vecinos. Las emisiones de olor están relacionadas con compuestos como los mercaptanos, el H_2S , el escatol, el tiocresol, el tiofenol y el amoniaco [173, España, 2001].

Polvo

El polvo no ha sido considerado como un importante aspecto medioambiental en los alrededores de las granjas, pero puede causar algunas molestias en caso de clima seco o de viento. Dentro de las explotaciones, se sabe que el polvo es, en determinadas circunstancias, un contaminante que puede afectar

a la respiración de los animales y del granjero, por ejemplo en granjas de pollos con un elevado contenido de paja.

Como ejemplo, las emisiones de polvo respirables (partículas pequeñas de polvo) de sistemas con cama de paja (mitad cama de paja, mitad suelo enrejado) y sistemas de jaulas se estimaron en 2,3 y 0,14 mg/h por gallina respectivamente, valores basados en mediciones en explotaciones comerciales. Los sistemas de cama de paja producen evidentemente mayores concentraciones de polvo respirable dentro de las naves (1,25 y 0,07 mg/m³ respectivamente). Las diferencias pueden explicarse por la combinación con el mayor nivel de actividad que muestran las gallinas en los sistemas sin jaulas.

1.4.2 Emisiones al suelo, a las aguas subterráneas y superficiales

Las emisiones de las instalaciones de almacenamiento de estiércol que contaminan el suelo y las aguas superficiales se producen debido a que las instalaciones son inadecuadas o se producen fallos operativos, y deben considerarse accidentales más que estructurales. Un equipo adecuado, un control frecuente y una adecuada operación pueden evitar las fugas y vertidos de las instalaciones de almacenamiento de estiércol.

Las emisiones a las aguas superficiales pueden producirse por el vertido directo de las aguas residuales producidas en una granja. Hay poca información cuantitativa disponible sobre estas emisiones a las aguas superficiales. El agua residual derivada de las actividades domésticas y agrícolas puede también mezclarse con el estiércol para su aplicación al suelo, aunque la mezcla no está permitida en muchos Estados Miembros.

Las aguas residuales vertidas directamente a las aguas superficiales pueden proceder de distintas fuentes pero, normalmente sólo se permite el vertido de aguas procedentes de los sistemas de tratamiento del estiércol como las balsas de oxidación. Las emisiones a las aguas superficiales de estas fuentes contienen N y P, aunque también pueden darse niveles elevados de DBO, en particular en el agua residual recogida en la granja y en las zonas de recolección de estiércol.

No obstante, de todas las fuentes, el esparcimiento en la tierra es la actividad clave de las emisiones de una serie de compuestos en el suelo, y en las aguas subterráneas y superficiales (y aire, ver Sección 1.4.1). Aunque existen técnicas de tratamiento del estiércol, la aplicación del estiércol al suelo es la técnica preferida. El estiércol puede ser un buen fertilizante pero, cuando se aplica por encima de la capacidad receptora del suelo, puede ser una importante fuente de emisiones.

Suelo y aguas subterráneas	Forma de producción
Compuestos de nitrógeno	Esparcimiento en la tierra y almacenamiento de estiércol
Fósforo	
K y Na	
Metales (pesados)	
Antibióticos	

Tabla 1.8: Principales emisiones al suelo y a las aguas subterráneas de los sistemas intensivos de producción pecuaria

Se ha prestado la mayor atención a las emisiones de **nitrógeno** y **fósforo**, aunque hay otros elementos, como potasio, nitritos, NH₄⁺, microorganismos, metales (pesados), antibióticos, metabolitos y otros fármacos que pueden acabar en el estiércol, y sus emisiones pueden causar efectos a largo plazo.

La principal preocupación es la contaminación de las aguas debida a nitratos, fosfatos, patógenos (especialmente bacilos coliformes fecales y *Salmonella*) o metales pesados. La aplicación en exceso en el suelo se ha asociado asimismo con la acumulación de cobre, aunque la legislación de la UE en 1984 redujo significativamente el nivel de cobre permitido en los piensos porcinos, reduciendo con ello el potencial de contaminación del suelo si el estiércol se aplica correctamente. Aunque las mejoras en el diseño y la gestión pueden producir la eliminación de las posibles fuentes de contaminación in situ, la densidad de explotaciones de producción porcina existente en la UE genera una particular preocupación con respecto a la disponibilidad y adecuación del suelo para el esparcimiento de purines. El aumento de reglamentación medioambiental sobre el esparcimiento de purines intenta atajar este problema. De hecho,

en Holanda y en la región flamenca de Bélgica se están produciendo actualmente exportaciones del exceso de estiércol producido.

Nitrógeno

Las distintas vías de emisión de nitrógeno se ilustran en la Figura 1.18. A través de estas reacciones, se han reportado emisiones del 25 – 30 % del nitrógeno excretado en los purines. Según las condiciones climáticas y del suelo, esto puede representar un 20 – 100% del nitrógeno amoniacal si los purines son esparcidos en superficie. La velocidad de emisión de amoniaco tiende a ser relativamente elevada en las primeras horas tras la aplicación, y disminuye rápidamente durante el día de aplicación. Es importante señalar que la emisión de amoniaco no es sólo una emisión indeseada a la atmósfera, sino que también reduce la calidad fertilizante del estiércol aplicado.

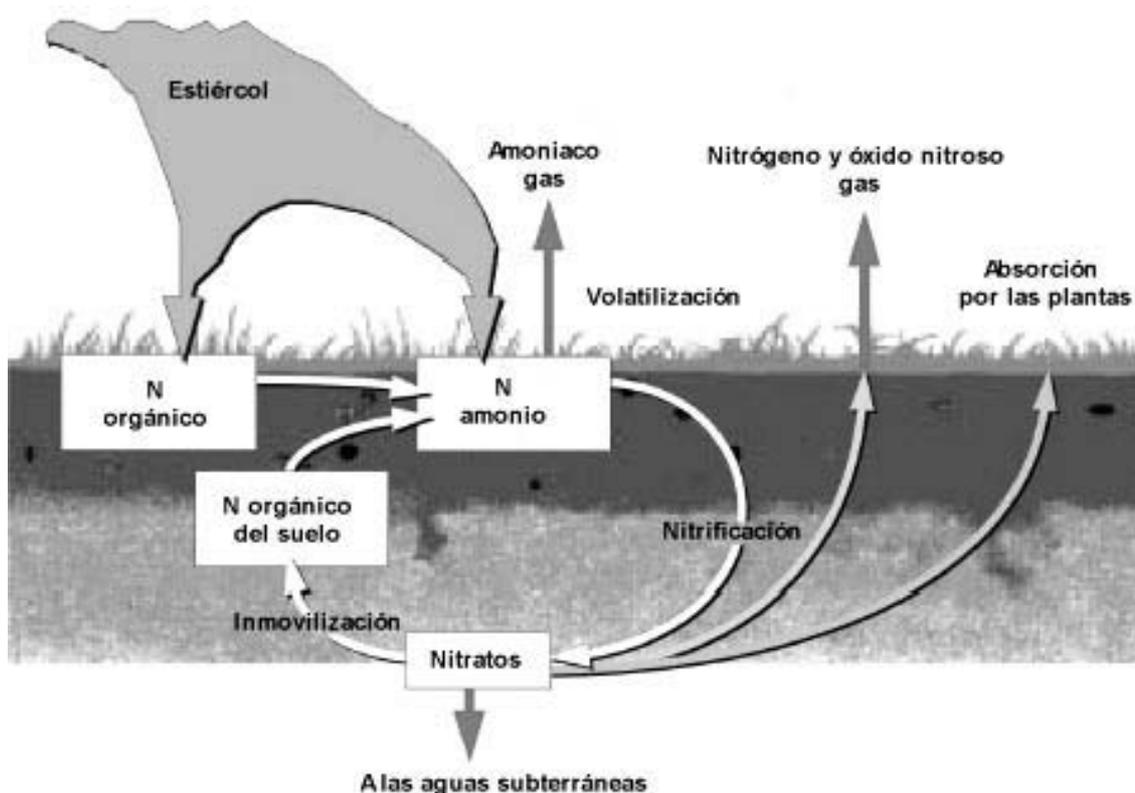


Figura 1.18: Ciclo del nitrógeno que muestra las principales transformaciones y emisiones [50, MAFF, 1999]

Las investigaciones realizadas han mostrado que la contaminación procedente de la agricultura, y en particular la contaminación por nitrógeno, supone un riesgo para la calidad del suelo europeo, así como de las aguas superficiales y marinas. Los riesgos están relacionados con el elevado nivel de nitratos encontrado en el agua potable, la eutrofización de las aguas superficiales (en sinergia con el fósforo) y de las aguas costeras, así como la acidificación de los suelos y las aguas (la eutrofización produce un crecimiento excesivo de las algas, y puede tener efectos adversos sobre la biodiversidad acuática o sobre el uso del agua para actividades humanas).

El objetivo de la Directiva sobre Nitratos de la UE, 91/676/CEE, es reducir estos riesgos mediante una reducción y limitación de la aplicación de nitrógeno por hectárea de tierra cultivable. Los Estados Miembros están obligados a identificar las zonas que desaguan en aguas sensibles a la contaminación por nitratos y que requieren especial protección, es decir, las Zonas Vulnerables a los Nitratos. En estas zonas, el esparcimiento en la tierra está restringido a un máximo nivel de 170 Kg. N/ha al año. En el 2000, el área total de las Zonas Vulnerables a los Nitratos suponía el 38% de la superficie rural total de la UE-15 [205, EC, 2001].

Existen menos problemas derivados del esparcimiento en el suelo cuando hay disponible una cantidad de terreno suficiente para la cantidad de estiércol producido. La producción pecuaria intensiva y la contaminación por nitrógeno relacionada se concentran en distintos países y en diversas regiones de la UE. Se observa que los excesos de nitrógeno son más críticos en las granjas porcinas y avícolas.

Fósforo

El fósforo (P) es un elemento esencial en la agricultura y desempeña un importante papel en todas las formas de vida. De forma natural (es decir, en ausencia de granjas), el P se recicla al suelo en forma de desechos y residuos naturales y vegetativos, donde permanece. En tales ecosistemas, el P se recicla de forma bastante eficaz. No obstante, en los sistemas agropecuarios, se elimina P en los cultivos o en la producción animal, por lo que debe importarse más P para mantener la productividad. Como sólo parte del P es absorbido por el suelo (5 – 10 %), se aplican grandes cantidades, más de lo necesario, además de lo cual se agregan cantidades crecientes de estiércol que contiene P.

La importancia del estiércol como fuente de fósforo ha aumentado, hasta el punto en que se estima que el 50% del aporte a las aguas superficiales de la UE procedentes de la lixiviación y la penetración en el suelo puede atribuirse a la aplicación de estiércol animal [150, SCOPE, 1997].

Concentraciones de 20 – 330 microgramos/l de P en lagos o ríos lentos puede causar la eutrofización del agua, con el consecuente peligro de crecimiento de algas azules tóxicas (cianofitos) en el agua, ya que éstas necesitan P [209, Environment DG, 2002].

1.4.3 Otras emisiones

Ruido

La producción pecuaria intensiva puede generar otras emisiones como ruido y emisiones de bioaerosoles. Al igual que el olor, se trata de un problema local, y las molestias pueden mantenerse al mínimo con una adecuada planificación de las actividades. La relevancia de este problema puede aumentar con la ampliación de las granjas y con el aumento de las promociones residenciales en zonas tradicionalmente rurales.

Bioaerosoles

Los bioaerosoles son importantes por el papel que desempeñan en la transmisión de enfermedades. El tipo de pienso y el sistema de alimentación pueden influir sobre la concentración y la emisión de aerosoles. La alimentación con piensos en pellets o mezclas harinosas a través de sistemas de pienso líquido y mediante la adición de grasas a los piensos, o aceites en el caso de sistemas de pienso seco, puede reducir la formación de polvo. Las mezclas harinosas de piensos son mejores cuando se combinan con aceites o agentes aglomerantes. Las instalaciones de pienso sólido son recomendables. Los sistemas de pienso seco sólo pueden aplicarse utilizando dispensadores automáticos/no automáticos. La alta calidad de las materias primas puede asegurarse mediante recolección y almacenamiento en seco. Esto permitirá evitar, en particular, la contaminación microbiana y por hongos.

La limpieza regular de los equipos y de todas las superficies de las instalaciones elimina los depósitos de polvo. Este régimen se ve favorecido por el método de rotación todo dentro – todo fuera, ya que tras la retirada de todo el ganado es necesario efectuar una limpieza y desinfección a fondo de las instalaciones.

Por regla general, en las instalaciones sin paja se produce menos polvo que en las instalaciones con paja. En las instalaciones con paja, debe tenerse cuidado en mantener la paja limpia y seca en todas las circunstancias, así como libre de moho/hongos. Una baja velocidad del aire a nivel del suelo puede reducir el contenido de polvo del aire.

2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TÉCNICAS APLICADAS

Este capítulo describe las principales actividades y sistemas de producción utilizados en la producción intensiva avícola y porcina, incluidos los materiales y equipos usados, así como las técnicas aplicadas. Intenta presentar las técnicas que se aplican generalmente en Europa y crear la base para los datos medioambientales presentados en el Capítulo 3. Describe asimismo las técnicas que pueden servir como punto de referencia para las eficacias medioambientales de las técnicas de reducción presentadas en el Capítulo 4.

Este capítulo no pretende dar una descripción exhaustiva de todas las prácticas existentes, ni puede dar una descripción de todas las combinaciones de técnicas que pueden encontrarse en las explotaciones sujetas a IPPC. Debido a la evolución histórica y a las diferencias climáticas y geofísicas, las granjas variarán en el tipo de actividades que se aplican, así como en la forma en que se desarrollan tales actividades. No obstante, debe dar al lector una comprensión general de los sistemas y técnicas de producción comunes aplicados en Europa en la producción avícola y porcina.

2.1 Introducción

La producción animal tiene la finalidad de procesar alimentos de forma que sean adecuados para el consumo humano. El objetivo es alcanzar un correcto uso de los alimentos[F3], así como utilizar métodos de producción que no generen emisiones que sean dañinas para el medio ambiente o para las personas. En general, los sistemas de producción no requieren equipos o instalaciones extremadamente complejos, pero cada vez más requieren un elevado nivel de experiencia para gestionar adecuadamente todas las actividades y para equilibrar los objetivos de la producción con el bienestar de los animales.

Las explotaciones de ganadería intensiva que tienen poblaciones de animales dentro del rango especificado por la Directiva de IPPC se caracterizan normalmente por un alto grado de especialización y organización. Las actividades principales son la cría, el engorde y el acabado de los animales para producción de carne o huevos. La parte esencial de todas las actividades es el sistema de estabulación de los animales. El sistema de estabulación (ver Secciones 2.2 y 2.3) incluye los siguientes elementos:

- El tipo de estabulación de los animales (jaulas, parideras, libres).
- El sistema de retirada y almacenamiento (interno) del estiércol producido.
- El equipo utilizado para controlar y mantener el clima interior.
- El equipo utilizado para alimentar y dar de beber a los animales.

Otros elementos esenciales del sistema de producción son:

- El almacenamiento del pienso y de sus aditivos.
- El almacenamiento del estiércol en una instalación independiente.
- El almacenamiento de los animales muertos.
- El almacenamiento de otros residuos.
- La carga y descarga de los animales.

Además, en las granjas de producción de huevos es frecuente la selección y el envasado de los huevos.

Existen una serie de actividades que pueden ser parte del sistema de producción, pero varían de una granja a otra por motivos de disponibilidad de terreno, tradición pecuaria, o interés comercial. Las siguientes actividades o técnicas pueden tener lugar en una explotación de ganadería intensiva:

- La aplicación del estiércol en la tierra.
- El tratamiento in situ del estiércol.
- Una instalación para la trituración y molturación del pienso.
- Una instalación para el tratamiento de las aguas residuales.
- Una instalación para la incineración de residuos como por ejemplo animales muertos.

Esquemáticamente, esto puede ilustrarse como se muestra en la Figura 2.1.

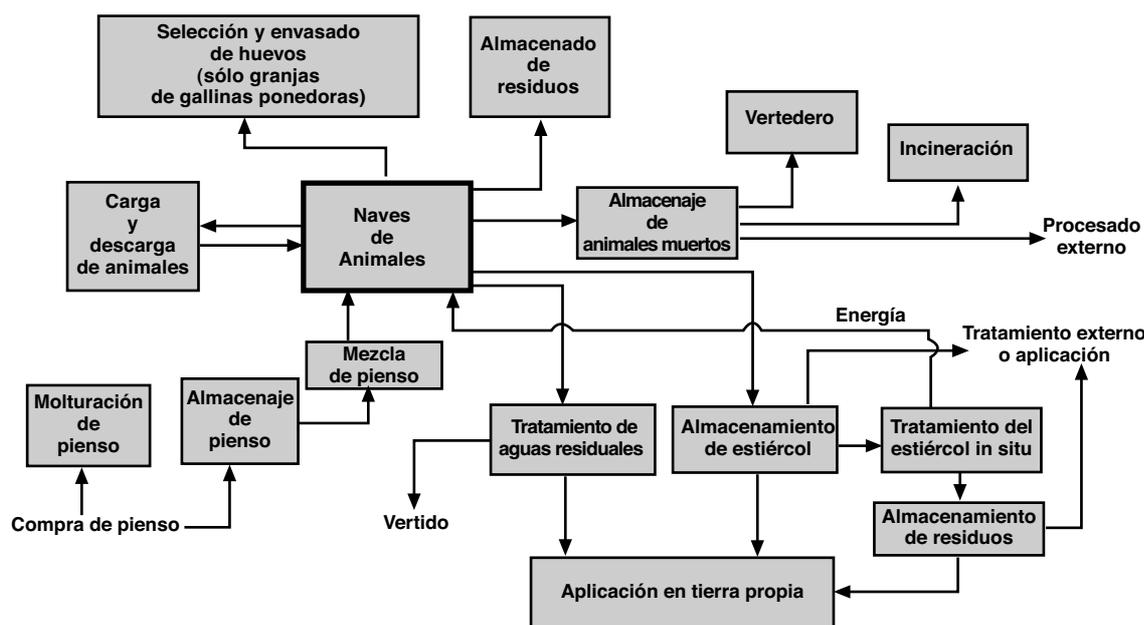


Figura 2.1: Esquema general de las actividades de las granjas de ganadería intensiva

2.2 Producción avícola

2.2.1 Producción de huevos

Para la producción comercial de huevos, se utilizan razas de ponedoras que son fruto de programas de selección y cría que optimizan su potencial genético para una elevada producción de huevos. Normalmente tienen una conformación pequeña que hace que no sean deseables para producción de carne. Esta conformación pequeña beneficia a estas razas, ya que se pierden muy pocos nutrientes en la producción de una gran masa corporal. En lugar de eso, dirigen una mayor parte de los nutrientes que reciben en la dieta a la producción de huevos. Las razas de producción de huevos se dividen además en aves que producen huevos blancos o huevos rubios.

Las aves ponedoras mantenidas en las jaulas de puesta utilizadas comúnmente tienen un periodo de puesta de 12 – 15 meses medido desde el final del periodo de crecimiento (alrededor de 16 – 20 semanas). El periodo de puesta puede extenderse si se inicia la muda forzosa entre el 8º y el 12º mes de puesta. Así se aprovecha un segundo periodo de puesta que puede añadir al menos otros siete meses al término del periodo de muda forzosa, alargando la puesta hasta un máximo de 80 semanas [124, Alemania, 2001]. En los sistemas sin jaulas, el periodo de puesta dura entre unas 20 semanas y 15 meses, pero no se realiza la muda forzosa.

El número de aves por unidad de superficie varía en función del sistema de explotación utilizado. Si bien los sistemas de jaulas en batería usados comúnmente permiten una densidad de aves, según la disposición de los animales, de hasta 30– 40 aves/m² (en función de la superficie disponible), restringiendo enormemente su libertad de movimiento, los sistemas alternativos aplicados permiten densidades mucho menores, de unas 7 aves/m² (en suelo con cama de paja) y de unas 12–13 aves/m² (en jaulas acondicionadas). El espacio limitado y la falta de elementos de diseño estructural en las jaulas utilizadas comúnmente limitan las pautas de conducta típicas de la especie y producen daños en el plumaje, deformación de las patas y conductas anormales (canibalismo). No obstante, el canibalismo por falta de espacio puede producirse también en jaulas acondicionadas [194, Austria, 2001].

La mayoría de gallinas ponedoras se siguen manteniendo en sistemas de jaula en batería, aunque a partir de enero del 2003 la legislación europea (Directiva 1999/74/CE) no permitirá, en instalaciones nuevas, los sistemas de batería utilizados comúnmente y a partir de enero del 2012 estos sistemas de alojamiento deberán desaparecer por completo. Esto significa que, a partir de enero de 2012 sólo se permitirán jaulas acondicionadas.

No obstante, actualmente se están realizando diversos estudios y negociaciones para analizar las desventajas de las instalaciones definidas en la Directiva arriba mencionada, y que tendrán en cuenta, entre otros factores, el impacto sanitario y medioambiental de los distintos sistemas. Según los resultados de estos estudios y negociaciones, se decidirá (en el 2005) si se revisa la Directiva 1999/74/CE. Hasta que se adopte esta decisión, los requisitos futuros de los sistemas de jaulas son inciertos.

Actualmente hay un número creciente de sistemas sin jaulas en los que las gallinas pueden moverse libremente, como los de gallinero con salida libre, parque con cama de paja, corral y aviario. A partir de enero del 2002, la definición de estos sistemas será modificada por la Directiva 1999/74/CE en sistemas de gallinero con salida libre y de corral, donde el término “gallinero con salida libre” se utiliza para sistemas de alojamiento en los que las gallinas tienen asimismo acceso continuo durante el día a espacios al aire libre. No obstante, en las secciones siguientes se siguen empleando los términos tradicionales para describir los distintos sistemas sin jaula, con el fin de evitar que los términos de corral y gallinero con salida libre se utilicen fuera del contexto de la citada Directiva.

El diseño y gestión de los sistemas sin jaula es comparable con el de los sistemas de pollos de carne (ver Sección 2.2.2).

2.2.1.1 Sistemas de jaulas en batería para gallinas ponedoras

Los sistemas de batería pueden describirse como la combinación de los siguientes elementos:

- Construcción de las naves;
- Diseño y disposición de las jaulas; y
- Recogida, eliminación y almacenamiento de gallinaza.

La producción intensiva de huevos tiene lugar normalmente en naves cerradas construidas con distintos materiales (piedra, madera, acero con revestimiento inoxidable). Las naves pueden estar diseñadas con o sin sistema de iluminación, pero siempre con ventilación. El equipo de la instalación puede variar, desde sistemas manuales a sistemas totalmente automatizados para el control de la calidad del aire interior, la retirada de la gallinaza y la recolección de huevos. Cerca de la nave o conectada a la misma se encuentran las instalaciones de almacenamiento de pienso.

En los sistemas de jaulas, pueden distinguirse cuatro diseños básicos de baterías: horizontal, escalonado, vertical y batería con cinta transportadora (Figura 2.2). Además de éstos, también existen diseños totalmente escalonados [183, NFU/NPA, 2001]. Las estructuras pueden tener hasta 8 niveles y, según la legislación actual, esto permite una densidad de aves de hasta 30–40 aves/m², según la disposición de los niveles. Las hileras de jaulas pueden tener más de 50 m de longitud, con varios corredores, algunas de las grandes empresas actuales tienen naves con 20.000 – 30.000 aves e incluso más. Las jaulas típicas tienen unas dimensiones de 450 mm x 450 mm x 460 mm de profundidad y albergan de 3 a 6 aves. Las jaulas están hechas principalmente de alambre de acero y están equipadas con instalaciones para el abrevado automático (bebederos de boquilla) y la alimentación automática de las aves (cadena de pienso o carros). La ocupación media de las naves es elevada (del orden de 311 – 364 días), ya que se requiere poco tiempo entre los ciclos de puesta para limpiar la instalación.

La inclinación del suelo de las jaulas hace que los huevos rueden a la parte frontal de las jaulas, donde son recogidos manualmente o mediante una cinta transportadora para su ulterior selección y envasado. Los excrementos de las aves caen por el fondo de las jaulas a la parte posterior, y se almacenan debajo o son retirados por palas o cintas. En general, las baterías horizontales y escalonadas necesitan más espacio y requieren una mayor inversión por ave. Debido a la forma en que se aplican, estos sistemas producen un estiércol más líquido y también tienen mayores emisiones de NH₃ que los otros sistemas (concentraciones de 40 ppm en la zona de la jaula a bajos caudales de ventilación). No se dispone de los porcentajes de aplicación actuales de los distintos sistemas de batería, aunque se cree que la mayoría de las gallinas ponedoras en Europa se mantienen en sistemas de baterías de jaulas verticales o con cinta transportadora.

Los excrementos de las gallinas ponedoras (gallinazas) de los sistemas de batería no se mezclan con otros residuos y pueden gestionarse de diversos modos. Por ejemplo, en algunos sistemas de explotación, se agrega agua para permitir un transporte más fácil de la gallinaza. Esencialmente, pueden distinguirse dos modos distintos de recogida y almacenamiento:

- Instalaciones con almacenamiento de estiércol (temporal) en la zona de las jaulas:
 - Gallinaza no aireada
 - Gallinaza aireada
- Zonas separadas para las jaulas y el almacenamiento de estiércol.

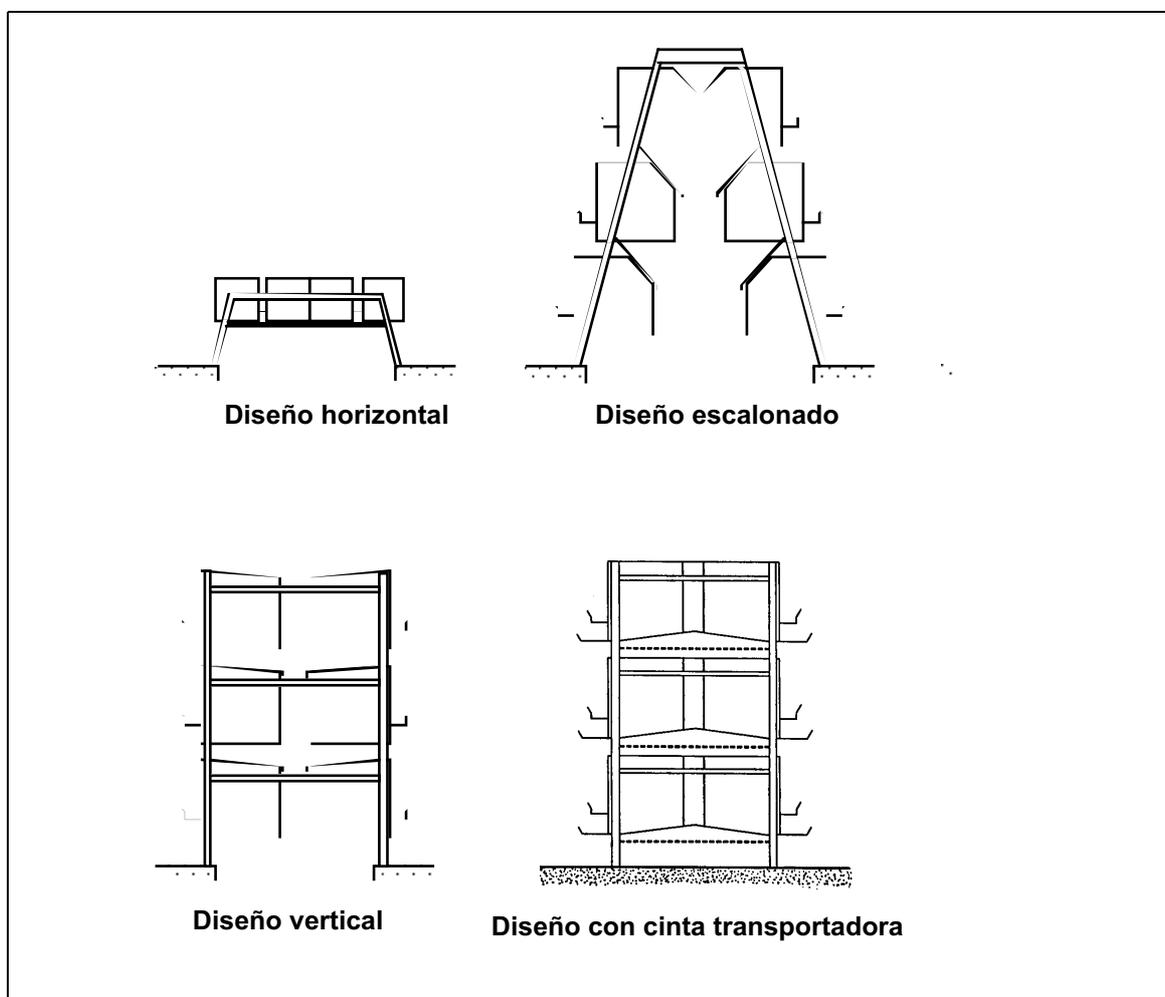


Figura 2.2: Cuatro diseños comunes de baterías para la estabulación de gallinas ponedoras [10, Holanda, 1999] y [122, Holanda, 2001]

La materia seca de las gallinazas está en torno al 15 – 25 %, y su desecación implica que el contenido de materia seca pueda aumentar hasta un 45 – 50 %. La desecación hasta un mayor contenido de materia seca puede ser posible para reducir aún más las emisiones, aunque requiere más energía. Normalmente, la gallinaza desecada (45 – 50 %) se saca de las instalaciones para su transporte o aplicación inmediata, o se almacena in situ en una instalación de almacenamiento separada. Durante el almacenamiento, el contenido de materia seca puede seguir aumentando hasta el 80% por desecación natural (compostaje o calentamiento). Durante este proceso, se producen emisiones de amoníaco y olores.

Cuando se saca el estiércol seco de la nave de las gallinas ponedoras a un fosa de estiércol separada abierta o cerrada, la desecación se produce de forma totalmente natural o, en el caso de instalaciones con fosa de estiércol profunda, puede hacerse mediante ventilación forzada de la zona de almacenamiento. A destacar que, retirando rápida o inmediatamente los excrementos (con un contenido de materia seca del 15 – 25 %) de la nave a la instalación de almacenamiento, prosigue su desecación (y las emisiones).

Entre las muchas combinaciones distintas que existen, pueden distinguirse cuatro sistemas de batería aplicados comúnmente para gallinas ponedoras en Europa:

- Sistema de almacenamiento abierto de estiércol bajo las jaulas
- Sistema con fosa de estiércol
- Sistema de naves sobre pilares
- Sistema de cinta de estiércol con almacenamiento externo.

2.2.1.1.1 Sistema de almacenamiento abierto de estiércol bajo las jaulas

Las gallinas ponedoras se alojan en jaulas en uno o más niveles. Las jaulas (horizontales, escalonadas o verticales) están equipadas con bandejas de plástico o metálicas en las que los excrementos permanecen durante un tiempo. Según el diseño, los excrementos pueden caer al canal estercolero por sí mismos o ser retirados por un quitaestiércol. Los excrementos (y el agua vertida de los bebederos) se recogen en un canal estercolero situado bajo las jaulas y, una vez al año o con menos frecuencia, son retirados por un quitaestiércol o por una excavadora [26, LNV, 1994], [122, Holanda, 2001].

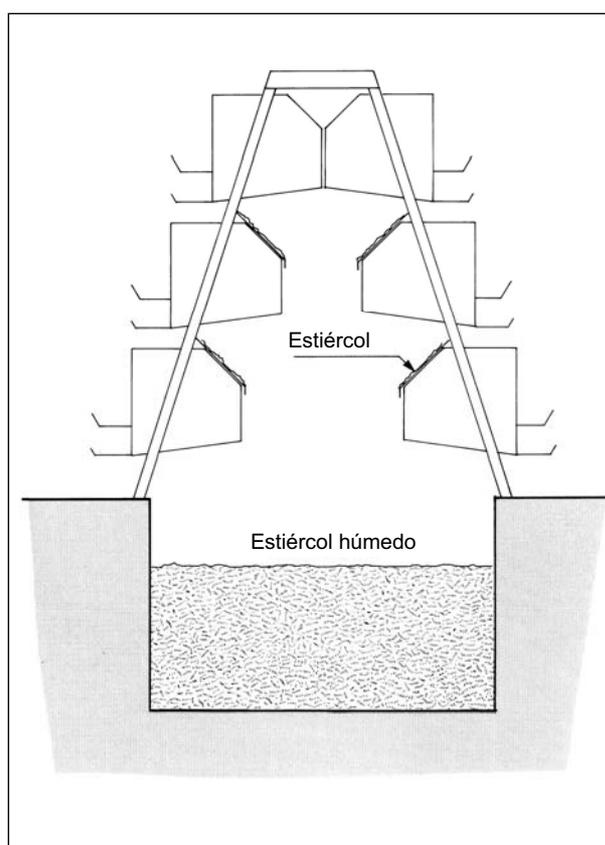


Figura 2.3: Ejemplo de canal estercolero bajo una batería escalonada [10, Holanda, 1999]

2.2.1.1.2 Sistemas de batería con almacenamiento abierto aireado de estiércol (sistemas con fosa de estiércol o elevados)

Las jaulas se encuentran situadas sobre la fosa de almacenamiento de estiércol. La altura de un sistema de fosa de estiércol es entre 180 y 250 cm. El sistema está formado por canales estercoleros, de unos 100 cm de ancho. Los excrementos caen en la fosa y permanecen allí durante periodos de hasta un año o incluso más.

En una instalación con fosa de estiércol, al igual que en un sistema de canales, los ventiladores situados bajo las jaulas en la parte inferior de la nave introducen aire de ventilación. El aire entra en la nave a nivel del techo (sistema de caballete abierto) y pasa por la zona de las jaulas, donde se calienta. Las corrientes de aire cálido pasan luego sobre el estiércol almacenado en el canal y salen de la nave. La gallinaza almacenada en la fosa de estiércol se deseca con esta corriente de aire cálido.

Durante el almacenamiento, se produce un calentamiento por fermentación. Esta fermentación produce un elevado nivel de emisiones de amoníaco. Para obtener un buen resultado en la desecación, la gallinaza de las placas situadas debajo de las jaulas debe presecarse durante unos 3 días. Al cabo de 3 días, la gallinaza tiene un contenido de materia seca de un 35 – 40 % [10, Holanda, 1999]

Antiguamente, en el Reino Unido, se aplicaba una técnica de desecación del estiércol en las bandejas de las jaulas, en sistemas de batería horizontal y escalonada. Se dejaba la gallinaza desecándose en conos laterales con pendiente durante 6 meses, tras lo cual la gallinaza se arrojaba al canal estercolero y se dejaban preparadas las bandejas para el resto del año. Es posible que esta técnica todavía se aplique, pero ha caído mayoritariamente en desuso con el abandono de la mayoría de baterías horizontales y escalonadas en los sistemas con fosa de estiércol [119, Elson, 1998].

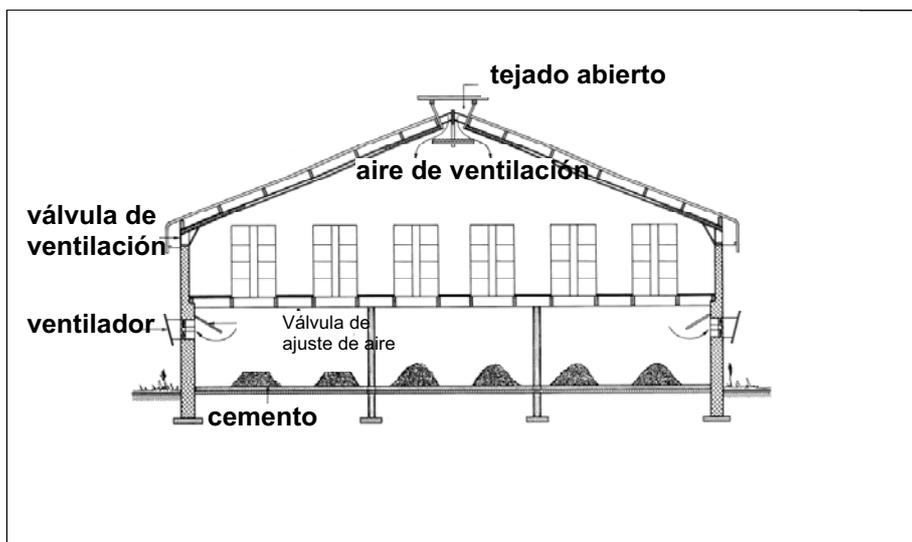


Figura 2.4: Sistema de fosa de estiércol para gallinas ponedoras [10, Holanda, 1999]

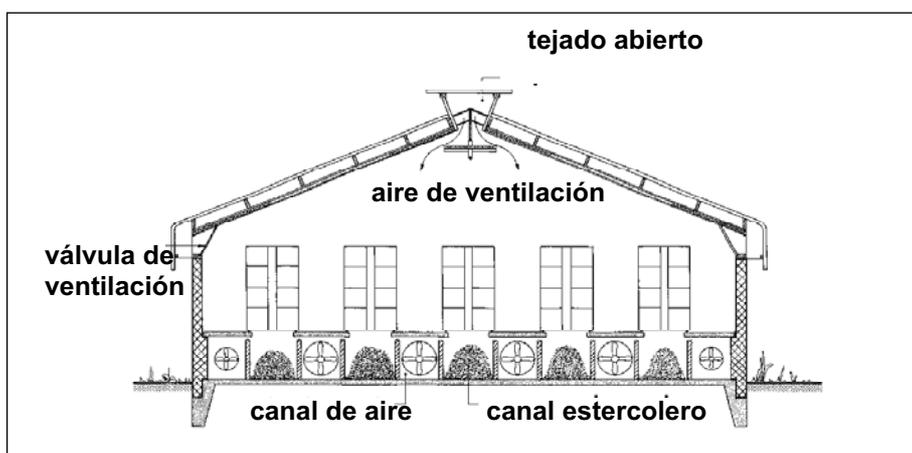


Figura 2.5: Ejemplo de sistema de canales para gallinas ponedoras [10, Holanda, 1999]

2.2.1.1.3 Sistema de nave sobre pilares

Una variación del diseño del sistema de fosa de estiércol o sistema elevado es el sistema de nave sobre pilares. Combina jaulas dispuestas verticalmente con un espacio central con una pala quitaestiércol bajo todas las hileras. La técnica de pilares emplea una válvula variable entre la zona de las jaulas y la zona de almacenado del estiércol, y tiene grandes aberturas en las paredes de la fosa de estiércol para permitir el paso del aire y facilitar la desecación. Así, a diferencia del sistema de fosa de estiércol en el que las zonas de almacenamiento de estiércol y de los animales están en el mismo lugar, en el sistema de nave sobre pilares están separadas. Por consiguiente, la gallinaza puede sacarse de la fosa en cualquier momento conveniente, dado que está fuera del recinto de las gallinas [119, Elson, 1998].

Una nave sobre pilares puede considerarse similar a la nave con fosa de estiércol de la Figura 2.4, aunque sin las paredes laterales.

2.2.1.1.4 Sistema de batería con retirada de gallinaza mediante una pala quitaestiércol hasta un depósito cerrado

Este sistema es una variación del sistema de almacenamiento abierto en el que las jaulas están colocadas sobre un canal estercolero poco profundo de la misma anchura que las jaulas. El estiércol producido por las aves cae sobre una placa o bandeja de plástico bajo las jaulas. Desde ahí, la gallinaza pasa al canal estercolero. La gallinaza es retirada de forma regular (diaria o semanalmente) y se almacena en un estercolero separado (foso o depósito). El foso es normalmente de cemento. Utilizando una pala quitaestiércol, al cabo de varios años el suelo se vuelve rugoso y en el fondo queda una película de gallinaza, aumentando las emisiones de amoníaco. Tanto la gallinaza en las placas o bandejas de plástico como la película de gallinaza en el suelo causan gran cantidad de emisiones de amoníaco [10, Holanda, 1999], [26, LNV, 1994], [122, Holanda, 2001].

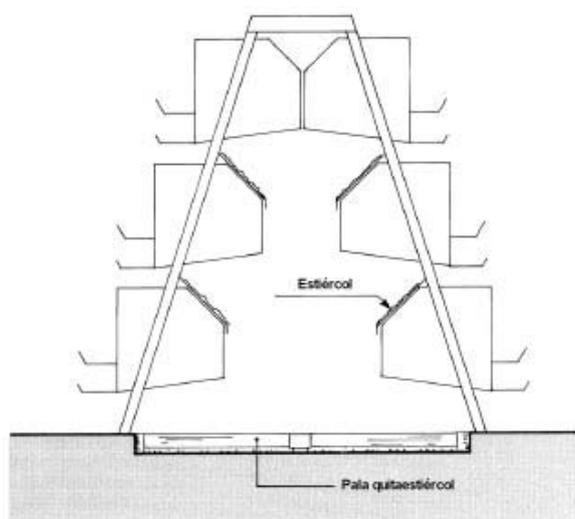


Figura 2.6: Ejemplo de un canal estercolero abierto con una pala quitaestiércol bajo una batería escalonada [10, Holanda, 1999]

2.2.1.1.5 Sistema de batería con cinta con retirada frecuente de estiércol hasta un almacén cerrado con o sin desecación

La batería con cinta de estiércol se utiliza frecuentemente en Europa. En este sistema, el estiércol de las gallinas ponedoras se recoge en cintas transportadoras de estiércol situadas bajo las jaulas y se transportan a un estercolero cerrado al menos dos veces por semana. La gallinaza es recogida por cintas de estiércol situadas bajo cada grada (o nivel de jaulas). Al final de la cinta, un transportador transversal se encarga del transporte de la gallinaza hasta el estercolero exterior. Las cintas de estiércol son de polipropileno o trevira liso y fáciles de limpiar, por lo que no se pegan residuos a las mismas. Con modernas bandas reforzadas, puede retirarse el estiércol de hileras muy largas de jaulas. En las cintas se produce algo de desecación, especialmente en verano, y la gallinaza puede mantenerse en las cintas por periodos de hasta una semana.

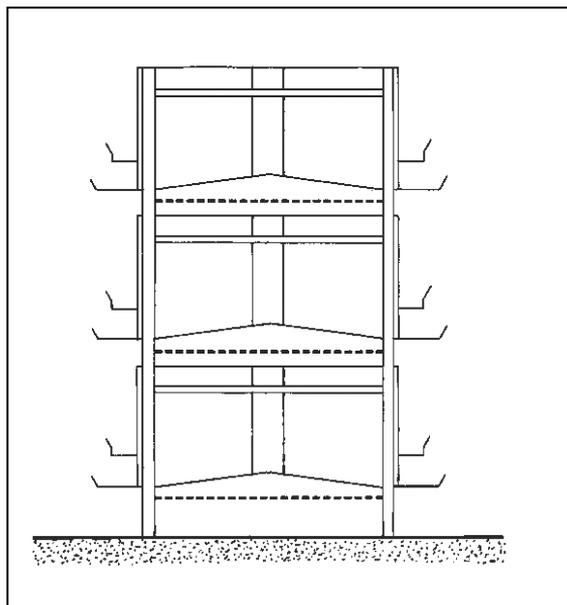


Figura 2.7: Ejemplo de un sistema de batería con cintas de estiércol (3 niveles) con una cinta bajo cada nivel para retirar la gallinaza a un almacén cerrado [10, Holanda, 1999]

En los sistemas de cinta mejorados, se sopla aire sobre el estiércol para permitir una desecación más rápida del mismo. El aire se introduce justo debajo de cada nivel de jaulas, normalmente a través de conductos rígidos de polipropileno. Otra ventaja es la introducción de aire enfriado renovado cerca de las aves. Otras mejoras consisten en la introducción de aire precalentado en la nave y/o el uso de intercambiadores de calor para precalentar el aire exterior entrante.

2.2.1.1.6 Jaulas acondicionadas

Un régimen de alojamiento desarrollado muy recientemente es la jaula acondicionada. Debe utilizarse como sustituto para los sistemas de jaula utilizados comúnmente: ver Sección 2.2.1, donde se describe la supresión de los sistemas de jaulas más comúnmente utilizados. En la Directiva de la UE se han establecido algunos requisitos mínimos, incluidas disposiciones como que cada jaula debe estar provista de aseladeros, nidal y un baño de arena con yacija [121, EC, 2001].

Según el fabricante de cada sistema, los diseños pueden diferir en el número de aves por jaula, el nido, el diseño del baño de arena y la disposición de los elementos dentro de la jaula. Generalmente, las aves se estabulan en grupos de 40 o más [179, Holanda, 2001]. En comparación con la jaula comúnmente utilizada, ofrece más espacio y está equipada con estructuras para estimular la conducta específica de la especie. Además, se utiliza paja, arena, aserrín u otros materiales.

La presencia de yacija en la jaula es uno de los principales factores que afectan a la gestión, es decir, los aspectos relacionados con el tipo de yacija, la aplicación y retirada de la yacija (automatizada o no) y el riesgo de mayores niveles de polvo en la nave. También existe un mayor riesgo de que los huevos que se ponen sobre la yacija se retiren con la gallinaza. La selección de la yacija es muy importante, y depende de su coste, disponibilidad, uso por parte de las aves, y facilidad de retirada y desecho. La cantidad y coste de la yacija por gallina ponedora por día es muy variable y depende del material utilizado. Cabe esperar que la yacija aumente el volumen de la gallinaza, por lo que su valor como fertilizante puede verse afectado, al igual que el procesado de la gallinaza tras su retirada de la nave. Estos aspectos pueden ser muy distintos según el tipo de yacija [204, ASPHERU, 2002]

Las jaulas son de tela metálica con malla frontal horizontal o barras y particiones sólidas dispuestas en 3 o más niveles. La gallinaza se retira automáticamente mediante cintas de estiércol (con o sin ventilación).

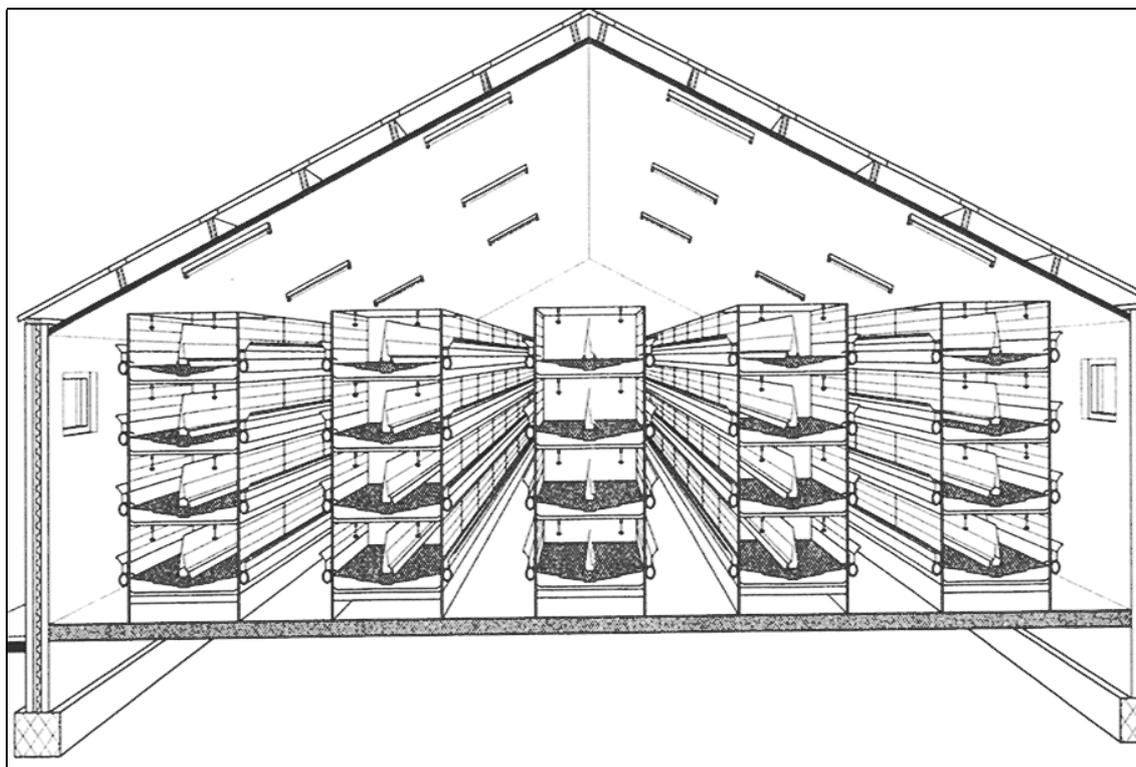


Figura 2.8: Esquema de un posible diseño de una instalación de jaulas acondicionadas [128, Holanda, 2000]

Las emisiones típicas reportadas en Holanda son de 0,035 Kg. NH_3 por plaza al año. Los rangos reportados en Alemania son de 0,014 – 0,505 Kg. NH_3 por plaza al año, asociados con una cantidad de aproximadamente 160 gramos de excrementos (con un contenido de un 1,3 % de N) producidos por cada ave al día. El contenido de materia seca de la gallinaza es del 20 – 60 % según el sistema aplicado: cinta de estiércol sin desecación, 25–35 %, y cinta ventilada 35–50 %.

La energía requerida para el funcionamiento y la ventilación de la cinta es comparable al de los otros sistemas de cinta (ventilada). El uso de yacija puede causar más polvo dentro de la nave. Los materiales como la arena, aserrín u otros deben desecharse.

La alimentación y el abrevado, la iluminación y la ventilación de este sistema son muy similares a los de las jaulas corrientes, pero además se requiere una cantidad de 1–2 Kg. de yacija por plaza al año.

Este sistema está diseñado expresamente como alternativa a los sistemas de jaulas utilizados comúnmente. Por ello, su aplicación no requiere cambios sustanciales en la nave, aunque requiere la sustitución de todas las jaulas en los sistemas que estén en funcionamiento.

Los costes de explotación totales se han estimado en 1,5 € por ave al año (Holanda).

De momento, las jaulas acondicionadas se han aplicado en pocas granjas en condiciones comerciales. Por ejemplo en Holanda (año de referencia 2001) sólo existe 1 granja que aplique este sistema.

Bibliografía: [122, Holanda, 2001], [124, Alemania, 2001] [180, ASEPRHU, 2001] [179, Holanda, 2001] [204, ASPHERU, 2002]

2.2.1.2 Sistemas de estabulación sin jaulas para gallinas ponedoras

Las gallinas ponedoras también pueden estabularse en sistemas sin jaulas. Estos sistemas de explotación tienen en común que las aves tienen más espacio o pueden moverse más libremente dentro de la nave. La construcción de la nave en la que se alojan las aves es similar a la de los sistemas de jaulas en batería. En distintos Estados Miembros se aplican diversos diseños, como:

- el sistema de parque con yacija
- el sistema de aviario (aseladeros).

En la Directiva 1999/74/CE se definen dos sistemas sin jaulas: el sistema de corral y el sistema de gallinero con salida libre.

2.2.1.2.1 Sistema de parque con cama de paja para gallinas ponedoras

Las gallinas están en una nave tradicional por lo que respecta a las paredes, techo y cimientos. Las naves, aisladas térmicamente, tienen ventilación forzada y no tienen ventanas, o sí las tienen en caso de que se desee luz natural. Las aves se mantienen en grupos grandes, con unas 2.000 a 10.000 plazas por instalación.

El aire es sustituido y emitido pasivamente por ventilación natural o ventilación forzada con presión negativa. De acuerdo con la Normativa de Comercialización de Huevos de la UE actualmente en vigor, al menos un tercio de la superficie del suelo (piso de cemento) debe estar cubierto con cama (se utiliza paja triturada o aserrín como yacija), y dos tercios deben estar provistos con fosa séptica (estercolero).

El estercolero está cubierto con enrejados de madera o material artificial (malla metálica o enrejado de plástico) y ligeramente elevados. El nido de puesta, la instalación de alimentación y el suministro de agua se colocan sobre el enrejado para mantener seca la zona con yacija. El estiércol se recoge en una fosa séptica situada bajo el enrejado durante el periodo de puesta (13 – 15 meses). La fosa se forma gracias a la elevación del suelo o puede estar excavada en el mismo (Figura 2.9).

El suministro automático de alimento y agua de beber, con comederos longitudinales o comederos circulares automáticos (comederos de bandeja) y bebederos de boquilla o bebederos circulares, se instala sobre la zona de la fosa de estiércol. Los excrementos se retiran de la fosa al final de un periodo de puesta determinado; o intermitentemente, con ayuda de cintas de estiércol (ventiladas). Al menos un tercio del caudal de aire utilizado se extrae a través del estercolero. Se dispone de nidos individuales o colectivos para la puesta; también es posible la recolección automática de huevos. Pueden aplicarse programas de iluminación para influir sobre el rendimiento/ritmo de puesta y alimentación adaptada con proteína cruda [128, Holanda, 2000], [124, Alemania, 2001]

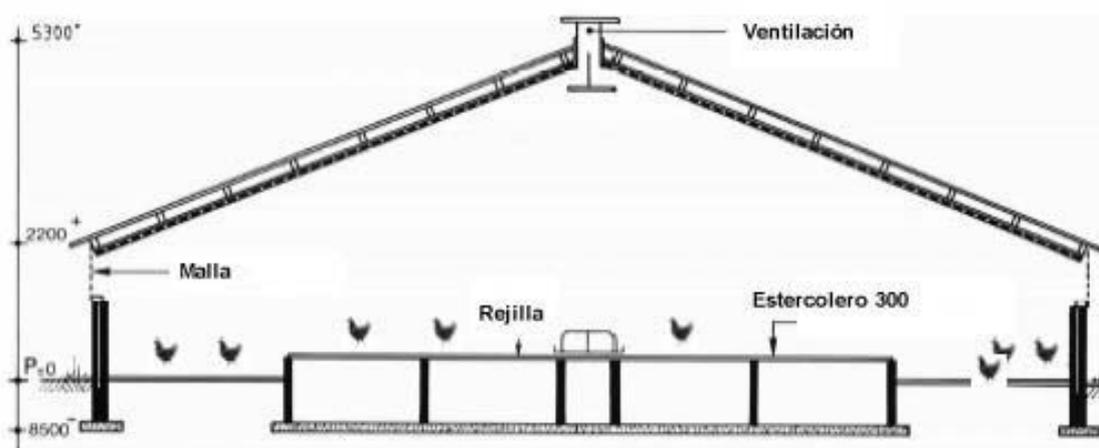


Figura 2.9: Esquema de la sección transversal de un sistema tradicional de parque con yacija para gallinas ponedoras [128, Holanda, 2000]

2.2.1.2.2 Sistema de aviario (aseladeros)

Esta instalación avícola es una construcción con aislamiento térmico y ventilación forzada, bien sin ventanas, bien con ventanas para disponer de luz natural, y con iluminación artificial para aplicar programas de iluminación; las naves pueden combinarse con corral y zona exterior de picoteo. Las aves se mantienen en grandes grupos y disfrutan de libertad de movimiento en todo el área de la instalación. El espacio de la instalación está subdividido en distintas zonas funcionales (alimentación y abrevado, zona de descanso y para dormir, zona de puesta de huevos). Las aves pueden utilizar diversos niveles, lo que permite mayores densidades de población que el régimen común de parque (yacija). Los excrementos se llevan a través de cintas de estiércol a contenedores, o a un canal estercolero, o son recogidos directamente a una fosa de estiércol. La yacija se esparce sobre un piso fijo de cemento. El pienso (principalmente por transportadores de cadena) y el agua de bebida (bebederos de boquilla o taza) se suministran automáticamente. Los nidales (diseño de nido individual o comunitario) tienen recolección manual o automática de huevos.

La densidad de aves se maximiza hasta 9 aves por m² útil o hasta 15,7 aves por unidad de superficie (en m²), con naves que albergan entre 2.000 y 20.000 aves (plazas).

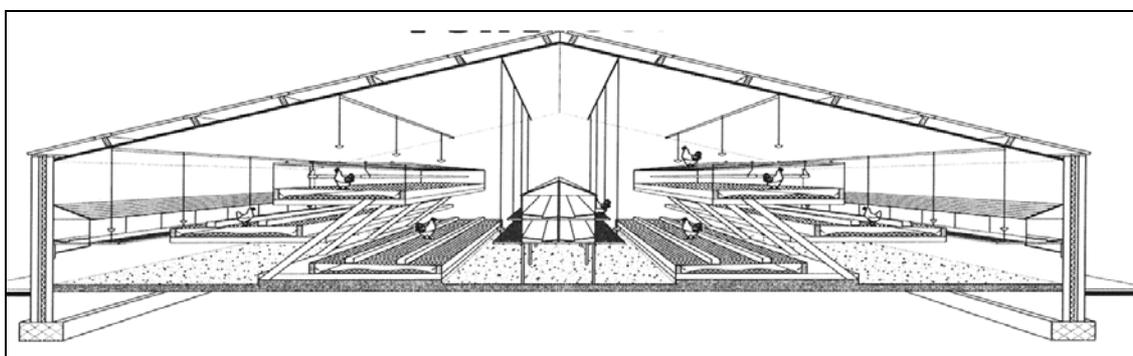


Figura 2.10: Figura esquemática de un sistema de aviario
[128, Holanda, 2000]

2.2.2 Producción de carne de pollo (broilers)

La carne de pollo se produce mediante la cría de razas de pollos para carne, que en realidad son variedades híbridas de combinaciones de diversas razas. Las combinaciones de razas se seleccionan para producir una variedad (cepa) con una carne con características adaptadas a los gustos de los consumidores. Algunas razas crecen más rápidamente y se hacen más grandes, mientras que otras tienen rasgos como una mayor cantidad de carne en la pechuga, una conversión más eficaz del pienso o una mayor resistencia a las enfermedades. Las cepas reciben muchas veces el nombre de las empresas de cría que las han desarrollado genéticamente. Evidentemente, estas cepas no son tan adecuadas para la puesta de huevos como las razas de puesta.

La instalación típica para la producción intensiva de pollos de carne (broilers) es una simple nave cerrada de cemento o madera con luz natural o sin ventanas con sistema de iluminación, aislada térmicamente y con ventilación forzada. También se utilizan naves construidas con paredes laterales abiertas (ventanas con cortinas tipo celosía); se aplica ventilación forzada (principio de presión negativa) mediante ventiladores y válvulas de entrada de aire. Las naves abiertas deben estar situadas de modo que queden libremente expuestas a una corriente natural de aire y estén en perpendicular a la dirección predominante del viento. Los extractores adicionales operan a través de ranuras en el caballete del tejado, o pueden practicarse aberturas en el tejado. Esto tiene por finalidad proporcionar a la zona de alojamiento de los pollos una circulación adicional de aire durante los periodos calurosos en verano. Pantallas de tela metálica de malla de gallinero a lo largo de las paredes laterales evitan la entrada de aves silvestres.

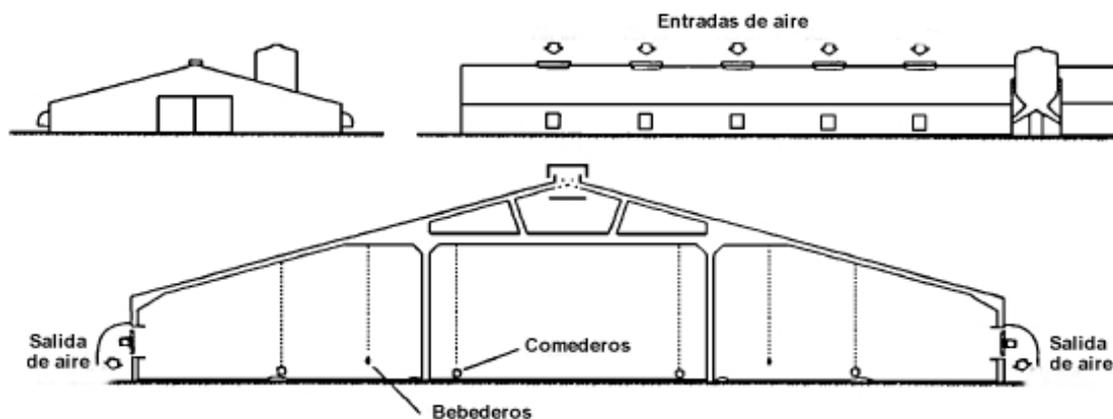


Figura 2.11: Ejemplo de esquema de sección transversal de una nave típica de pollos de carne [129, Silsoe Research Institute, 1997]

Las naves cerradas tienen calefacción por aire a fuel-oil o gas para toda la nave; en las naves que tienen ventilación al aire libre se utilizan radiadores para calentar zonas específicas. Se dispone de iluminación artificial y/o combinación de luz natural / artificial, según convenga.

Los pollos están sobre cama de yacaja (paja triturada, aserrín o papel triturado) que cubre todo el suelo de la nave que, a su vez, está construido como una losa de cemento sólido. La gallinaza se retira al término de cada periodo de crecimiento. Se aplican sistemas automáticos de alimentación y abrevado, de altura ajustable (principalmente comederos de tubo con comederos de bandeja redondos y bebederos de boquilla con tazas de recogida del agua que gotea). Los pollos son alimentados con un pienso adaptado con proteína cruda. La densidad de aves es de 18 a 24 aves/m². La densidad de aves se mide, asimismo, en Kg. peso vivo/m² (Ej. en Finlandia), pero esta cifra es variable. Se espera que la nueva legislación limite la densidad de aves en la producción de broilers. Las naves pueden albergar entre 20.000 y 40.000 broilers.

2.2.3 Otros sectores de la producción avícola

2.2.3.1 Producción de pavos

Los pavos se crían para producción de carne, y se aplican distintos sistemas de producción. Puede ser un sistema de dos edades (Reino Unido, Holanda). El primer periodo cubre un periodo de cría para todas las aves hasta 4–6 semanas. Entonces, los machos son transferidos a otra nave. El periodo de cría es de 19–20 semanas, con un peso medio sacrificado para los machos de 14,5 Kg. (21–22 semanas) y para las hembras de 7,5 Kg. (16–17 semanas) (ver también Tabla 1.1). En Finlandia, se distinguen cuatro edades que corresponden a cuatro distintas raciones de alimentación; los machos se crían durante 16 semanas, y las hembras durante 12 semanas. Los animales se mantienen en densidades mucho mayores al inicio, cuando son todavía pequeños. Durante el periodo de crecimiento, el número de aves se va reduciendo, y al cabo de 22 semanas puede quedar sólo una tercera parte de las aves. Por ejemplo, en el Reino Unido, las hembras se retiran antes y se venden como aves listas para cocinar al horno. Los machos se utilizan ulteriormente para ser procesados.

2.2.3.1.1 Sistemas de estabulación de uso común

Para los machos, la estabulación usada comúnmente es una nave de construcción tradicional, muy similar a las empleadas para pollos de carne (Figura 2.11). Los pavos se crían en naves cerradas con aislamiento térmico y ventilación forzada o, más frecuentemente, en naves abiertas (clima exterior) con paredes laterales abiertas y cortinas tipo celosía (ventilación natural sin restricciones). Se aplica ventilación forzada (presión negativa) mediante ventiladores y válvulas de entrada. La ventilación libre con aire exterior se crea mediante celosías controladas automáticamente o válvulas de entrada montadas en las paredes. Las naves abiertas están alineadas en perpendicular a la dirección dominante del viento, y situadas de modo que queden expuestas a la circulación natural de aire. Se aplica ventilación adicional mediante ranuras en el caballete del tejado y aberturas en el tejado. Para calefacción se utilizan radiadores a gas.

Se dispone de sistemas de protección contra emergencias como cortes de electricidad, condiciones climáticas extremas o incendios, dado que en estas naves hay un gran número de aves en peligro. Durante los máximos de temperatura en verano, se toman medidas adicionales para minimizar el estrés por calor de las aves (haciendo circular un mayor volumen de aire, utilizando ventiladores adicionales para mayor comodidad de las aves en las naves abiertas, o utilizando nebulizadores o aspersores de agua desde el techo).

En las paredes laterales se aplica tela metálica de malla para evitar la entrada de aves silvestres. El suelo se halla recubierto con yacija (paja triturada, aserrín) esparcido por toda la superficie de la nave (de cemento), con capas de hasta 20–30 cm. de grosor. La retirada del estiércol y la limpieza de la nave se realizan al final de cada periodo de crecimiento. Se retira toda la yacija con una excavadora o pala mecánica. Se aplica más yacija según convenga. Durante el periodo de crecimiento/engorde se utilizan comederos/bebederos circulares automáticos. La duración de la luz del día y su intensidad pueden controlarse durante el periodo de cría y, en las naves cerradas, durante todo el periodo de cría/acabado.

En las siguientes Secciones 2.2.3.1.2 y 2.2.3.1.3 se describen posibles variaciones del sistema comúnmente aplicado.

2.2.3.1.2 Sistema de nave cerrada

En este sistema, el aserrín o las virutas se retiran de la nave nueve veces durante el periodo de engorde. Esto reduce las emisiones de amoníaco, dado que la temperatura de la yacija, junto con los excrementos, no aumenta. La nave para pavos es similar a la estándar descrita en la Sección 2.2.3.1.1. El estiércol se retira mediante un tractor con una pala de carga, mientras que los sistemas de alimentación y abrevado se elevan para dejar un espacio más despejado.

Al inicio del periodo de producción se esparce una capa fina de aserrín/virutas (4 cm.) uniformemente sobre el suelo. Al cabo de 35 días se retira todo el estiércol de la nave. Se aplica una nueva capa de 3 cm. (en lugar de 4 cm.) de aserrín/virutas. Esta pauta se repite, a distintos intervalos, hasta el final del periodo de engorde, del modo siguiente: al cabo de 35, 21, 21, 14, 14, 14, 14, 14 y 14 días se aplican capas de aserrín/virutas de 4, 3, 3, 3, 3, 3, 5, 5, (fin) cm. respectivamente. Durante la retirada de la gallinaza, las aves se apartan lentamente de la pala. Detrás de la pala hay construido un sistema para esparcir el aserrín/virutas.

La emisión de amoníaco de este sistema se estima en 0,340 Kg. de NH₃ por plaza de pavo al año, pero se requiere una mayor investigación para validar este dato. Para ello, se instalará un nuevo sistema de medición en una nave de cría de pavos, que dará mediciones de las emisiones de NH₃ dos veces al día.

En comparación con los sistemas utilizados comúnmente (Sección 2.2.3.1.1), en los que los granjeros mezclan la gallinaza varias veces durante el periodo de engorde, no se requiere un gran aporte de energía. Debido al elevado contenido de materia seca en comparación con los sistemas tradicionales, la manipulación del estiércol (Ej. paletizado) es más fácil y requiere menos energía.

Hay mucho más polvo en la nave, debido a la gallinaza seca y a que se esparce una mezcla de virutas y aserrín (hasta un 65%). Los operarios de la granja deben llevar mascarillas. Es evidente que los costes de mano de obra serán más elevados. También existen dudas acerca de si la constante retirada del estiércol de la instalación podría afectar el rendimiento del crecimiento de los pavos.

Este es un sistema de manejo y no requiere modificaciones en las instalaciones. Puede aplicarse en instalaciones nuevas y existentes. En las naves existentes, sólo hay que prever la elevación (semi-) automática de los sistemas de alimentación y abrevado.

Los costes de inversión son ligeramente mayores que los del sistema tradicional. Con estos sistemas, el granjero precisa además el uso regular de un tractor o pala excavadora. Los costes de mano de obra se ven aumentados por la frecuente retirada de estiércol. Los costes de inversión reportados son de 6,36 €/plaza. Los costes operativos totales están en torno a 0,91 €/plaza al año.

En Holanda, 1 nave de pavos (10.000 pavos) aplica actualmente este sistema.

Bibliografía: [128, Holanda, 2000]. Hay disponible un folleto de solicitud de Koudijs-Wouda (organización de instalaciones de cría de pavos) / Agramatic / Bureau TES (Respectivamente son una empresa de cría de pavos, una oficina de ingeniería agrícola y un servicio de asesoría para emisiones de NH_3).

2.2.3.1.3 Sistema de parque con yacija parcialmente ventilado

El suelo parcialmente ventilado está diseñado para reducir las emisiones de amoníaco en una nave de cría de pavos de tipo corriente. Alrededor del 75% de la superficie total está recubierta con yacija, y un 25% con una plataforma elevada con enrejado. La plataforma elevada está unos 20 cm por encima del suelo de cemento y cubierta con una tela de nylon. Tanto en el suelo de cemento como en la tela de nylon hay una capa de aserrín. Un ventilador sopla aire a la nave a través del piso elevado y el aserrín.

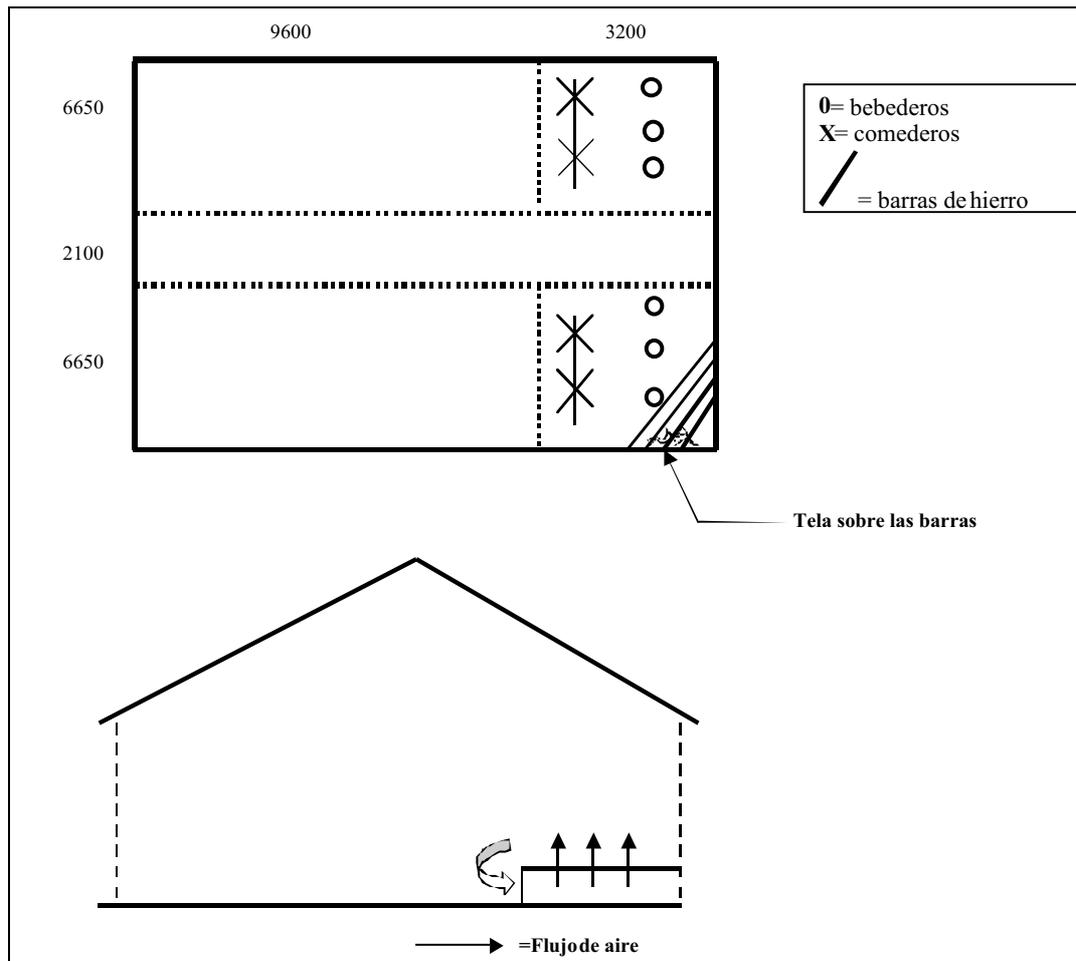


Figura 2.12: Sección transversal esquemática del sistema de parque con cama parcialmente ventilado para pavos [128, Holanda, 2000]

Este sistema reduce las emisiones de amoníaco en un 47 % en comparación con el sistema de referencia, reduciendo las emisiones a 0,360 Kg. de NH_3 por ave al año. No obstante, en comparación con los sistemas tradicionales, se requiere un elevado consumo energético para ventilación. Las concentraciones de polvo medidas son elevadas, por lo que hace necesario el uso de un dispositivo de protección respiratoria. Debido al elevado contenido de materia seca en comparación con los sistemas tradicionales, la manipulación de la gallinaza (Ej. paletizado) es más fácil y requiere menos energía.

Las aves se alimentan y defecan en la parte superior de la plataforma, donde están situados los bebederos y los comederos. Al inicio del ensayo se esparcen 5 Kg./m^2 de aserrín sobre el suelo de cemento y 2 Kg./m^2 sobre la plataforma. Durante el ciclo de producción, la calidad de la yacija puede requerir la aplicación de más aserrín. Las emisiones de amoníaco se reducen desecando parte del aserrín.

Este sistema puede aplicarse a naves nuevas y existentes, ya que no se requieren muchas modificaciones. Es cuestionable su aplicación de acuerdo con los reglamentos de bienestar animal. Considerando el peso de las aves, su aplicación se considera difícil. Asimismo, las telas que cubren el enrejado durante los ensayos se rasgaron, lo que causó un movimiento del aire que no era óptimo.

Los costes de inversión adicionales serán mayores que para los sistemas tradicionales y se estiman en 6,36 € por plaza (20 € por Kg. de NH₃). Los costes operativos anuales son de unos 2 € por plaza (2,9 € por Kg. de NH₃).

En Holanda, hay sólo 1 granja que aplica este sistema [181, Holanda, 2002].

Bibliografía: [128, Holanda, 2000] [181, Holanda, 2002]

2.2.3.2 Producción de patos

Los patos se crían generalmente para producción de carne. Hay numerosas razas en el mercado, pero las razas más populares para la producción comercial de carne son Pekín y Barbary; Rouen y Muscovy son dos variedades de la raza Barbary. Hay diversas razas que se utilizan para puesta de huevos, aunque los patos Pekín tienen un rendimiento de puesta razonable en comparación con otros tipos de razas de carne. Los patos Muscovy son los de mayor peso. Los patos machos pesan normalmente más. Al igual que en los pollos, los tipos para carne son más fornidos que las razas ponedoras (Tabla 2.1).

Los patos se crían en naves, aunque en algunos Estados Miembros se permite asimismo su cría al aire libre. Hay tres sistemas principales de instalaciones para el engorde de patos:

- Parque con yacija, con un sistema de agua situado en una hondonada.
- Parque parcialmente enrejado/parcialmente con yacija.
- Totalmente enrejado.

La instalación de cría de patos utilizada comúnmente es una nave tradicional y es similar a las naves para pollos de carne (Figura 2.11). Tiene un suelo de cemento cubierto con yacija. La nave está equipada con un sistema de ventilación (natural o mecánica) y, según las condiciones climáticas, se aplica calefacción.

Razas de carne	Pato macho adulto (Kg.)	Pato adulto (Kg.)
Pekín	4,00 – 4,50	3,50 – 3,75
Muscovy	4,50 – 5,50	2,25 – 3,00
Rouen	4,50 – 5,00	3,50 – 4,10
Razas ponedoras		
Indian Runner	2,00 – 2,25	1,60 – 2,00
Khaki Campbell	2,25	2,00

Tabla 2.1: Rango de pesos de las razas de patos para producción de carne y huevos [171, FEFANA, 2001]

Los ciclos de producción varían según los Estados Miembros. En Alemania, el ciclo de producción de carne de pato se divide en un periodo de crecimiento de 21 días, seguido de un periodo de acabado hasta el día 47–49. La cría y el crecimiento se realizan en corrales separados. El estiércol se retira y los corrales se limpian y desinfectan durante un periodo de servicio de unos 5 a 7 días, antes de volver a colocar las aves. La densidad de aves es de 20 Kg. peso vivo/m² de superficie accesible en ambas fases; las zonas accesibles miden normalmente 16 x 26 m para crecimiento y 16 x 66 m para acabado. De este modo, los corrales de crecimiento pueden albergar unos 20.000 patos jóvenes, y los corrales de acabado unos 6.000 patos (ver hojas de datos en [124, Alemania, 2001]).

Normalmente se aplica un sistema con yacija, con paja de trigo o cebada o aserrín. La capa no es normalmente muy profunda, ya que el estiércol de los patos es mucho más líquido que el de los pollos de carne. Las rejillas, si se aplican, son normalmente de metal revestido de plástico, de madera o de material sintético.

2.2.3.3 Producción de pintadas

No hay información específica disponible sobre la producción de pintadas en Europa. La opinión general es que se trata de un sector bastante insignificante en comparación con la producción de las otras especies avícolas descritas anteriormente. La cría y engorde comercial de pintadas puede compararse con la de pavos. La pintada tiene un comportamiento muy distinto a los pollos y requiere mucho espacio. Información un poco antigua de criadores estadounidenses y del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) muestra que las pintadas se crían normalmente en sistemas de gallinero con salida libre. Durante el periodo de puesta, las aves se confinan en naves equipadas con porches solares con suelo enrejado. Existen dudas acerca de si hay alguna granja en Europa dedicada a la cría intensiva de pintadas en número suficiente para estar bajo el ámbito de la Directiva IPPC.

2.2.4 Control del clima de las instalaciones avícolas

Para todas las especies avícolas, los sistemas de alojamiento están equipados para mantener el clima interior, pero para los pollos de carne en particular el control del clima ha sido estudiado ampliamente. Los factores que son importantes para el clima de las instalaciones avícolas en general son:

- La temperatura del aire interior
- La composición del aire y la velocidad del aire al nivel de los animales
- La intensidad de luz
- La concentración de polvo
- La densidad de aves
- El aislamiento de la nave

El ajuste se realiza normalmente mediante el control de la temperatura, la ventilación y la iluminación. Las normas mínimas de salud y los niveles de producción imponen requisitos en el clima interior de las instalaciones avícolas.

2.2.4.1 Control de temperatura y ventilación

Control de temperatura: Las temperaturas en las instalaciones avícolas se controlan mediante las siguientes técnicas:

- Aislamiento de las paredes.
- Calefacción local (sistemas con yacija) o calefacción central.
- Calefacción directa (infrarrojos, calefacción a gas/aire, convectores a gas, cañón de aire caliente).
- Calefacción indirecta (calefacción central – espacio, calefacción central – suelo).
- Refrigeración mediante aspersores en el techo (se aplica en climas cálidos y en verano).

Los pisos de las instalaciones son normalmente de cemento y no suelen estar más aislados. En ocasiones se aplican suelos parcialmente aislados (Ej. Finlandia). Hay una pérdida potencial de calor de las instalaciones por radiación al suelo situado debajo, pero es pequeña y no se ha reportado que tenga efecto sobre la producción de los animales.

En ocasiones se aplica calefacción mediante recuperación de calor del aire de salida, que también se utiliza para la desecación de la gallinaza. Para las gallinas ponedoras, la calefacción es apenas necesaria, debido a la gran densidad de aves en las jaulas.

Generalmente, en invierno, aunque también durante las fases iniciales de la producción (aves jóvenes) se aplica calefacción a los pollos de carne. La capacidad del equipo de calefacción está relacionada con el número de aves en la nave y el volumen de la misma. Por ejemplo, en Portugal, se calculan radiadores de gas con una capacidad de 6.000 kJ para 650 pollitos recién nacidos, y 12.500 kJ para 800 pollitos recién nacidos. En la Tabla 2.2 se muestran algunas temperaturas típicas para la cría de pollos de carne. El movimiento de los pollitos pequeños está a veces restringido para mantenerlos cerca de la incubadora.

Edades (días)	Calefacción requerida (°C)	Temperatura ambiente interior (°C)	
		Fuente 1)	Fuente 2)
1 a 3	37 – 38	28	30 – 34
3 a 7	35	28	32
7 a 14	32	28	28 – 30
14 a 21	28	26	27
Adultos	Sin calefacción	18 – 21	18 – 21

Tabla 2.2: Ejemplo de temperaturas interiores para estabulación de pollos de carne
Fuente 1): [92, Portugal, 1999], Fuente 2): [183, NFU/NPA, 2001]

En las instalaciones de cría de pavos, la temperatura requerida es superior (32 °C) al inicio del periodo de cría, por lo que puede que haya que aplicar calefacción. Cuando las aves crecen, la temperatura ambiente interior requerida se reduce a 12 – 14 °C. La calefacción en la nave se aplica localmente, ya que en estos sistemas se requiere más ventilación, lo que produce un mayor consumo de energía. En una serie de granjas en Holanda se practica la recirculación del aire, combinando ventilación natural y mecánica. Accionando válvulas, el caudal de aire puede ajustarse de modo que el aire se mezcle adecuadamente y se requiera menos energía para calefacción.

Ventilación: Las instalaciones avícolas pueden tener ventilación natural o forzada, según las condiciones climáticas y los requisitos de las aves. La nave puede estar diseñada para forzar la corriente de aire de ventilación transversal o longitudinalmente a la nave, o desde una abertura en el caballete del tejado hacia abajo, mediante ventiladores situados bajo las jaulas. Tanto para los sistemas de ventilación natural como forzada, la dirección predominante del viento puede influir en la posición del edificio, con el fin de potenciar el control requerido del caudal de aire de ventilación, así como para reducir las emisiones a zonas sensibles en la vecindad de la explotación. Cuando se producen temperaturas exteriores bajas, puede instalarse equipo de calefacción para mantener la temperatura requerida dentro del edificio.

La ventilación es importante para la salud de las aves y por consiguiente afectará los niveles de producción. Se aplica cuando se requiere refrigeración y para mantener la composición del aire interior en los niveles requeridos. Por ejemplo, para la composición del aire en una nave de pollos de carne, en Bélgica se aconsejan los valores límite de concentraciones que se indican en la Tabla 2.3, pero estos valores pueden variar según los Estados Miembros.

Parámetro	Valor límite
CO ₂	0,20 – 0,30 % vol.
CO	0,01 % vol.
NH ₃	25 ppm
H ₂ S	20 ppm
SO ₂	5 ppm

Tabla 2.3: Valores límites aconsejables aplicados en Bélgica para distintas sustancias gaseosas en el aire interior en naves de pollos de carne
[33, Provincie Antwerpen, 1999]

Para las gallinas ponedoras en jaulas en batería, los rangos de ventilación son de 5–12 m³ por ave por hora en verano (según la zona climática) y de 0,5–0,6 m³ por ave por hora en invierno [124, Alemania, 2001].

Los sistemas de ventilación pueden dividirse en sistemas naturales y mecánicos. Los sistemas naturales incluyen aberturas en los caballetes del tejado. Los tamaños de salida mínimos son de 2,5 cm²/m³ de volumen de la nave, con una entrada requerida de 2,5 cm²/m³ en cada lado de la nave. Con los sistemas naturales, el diseño de la nave es importante para potenciar la ventilación. Si la anchura y la altura no se corresponden adecuadamente, la ventilación puede ser insuficiente y producir niveles elevados de olor dentro de la nave.

Los sistemas mecánicos trabajan con presión negativa y una entrada neta de 2 cm²/m³ de volumen de la nave. Son más caros, pero dan un mejor control del clima interior. Se utilizan distintos diseños, como:

- Ventilación en el techo
- Ventilación paralela al caballete del tejado
- Ventilación lateral.

Por ejemplo, en el Reino Unido, aproximadamente un 40 % de las explotaciones de pollos de carne tienen ventilación en el techo. Otro 50 % tiene ventilación de flujo inverso, y un 10 % tiene ventilación de flujo transversal. La ventilación de flujo longitudinal es una técnica emergente, pero no hay más información disponible. En general, las instalaciones de cría de pollos de carne están equipadas con termómetros en distintos lugares para controlar las temperaturas del aire interior.

Para los pollos de carne, en general, se aplica una capacidad de ventilación máxima de unos 3,6 m³ por Kg. peso vivo en el diseño de los sistemas de ventilación. La velocidad del aire al nivel de las aves varía con la temperatura, y se han reportado velocidades del orden de 0,1 a 0,3 m/s [92, Portugal, 1999]. La capacidad de ventilación cambia con la temperatura del aire exterior y la humedad relativa (HR), así como con la edad y peso vivo del ave (requisitos de CO₂, agua y calor).

Se ha encontrado la siguiente relación entre los requisitos de ventilación y las distintas variables: con una temperatura del aire exterior de 15 °C y una HR del 60 %, la ventilación se determinó por el balance de CO₂ en los tres primeros días, por el balance de agua en el periodo hasta 28 días, y posteriormente por el balance de calor. Con temperaturas más bajas del aire exterior, los balances de CO₂ y de agua adquieren más importancia. A partir de una temperatura de 15 °C, el balance de calor adquiere más importancia en combinación con una baja humedad relativa y aves de mayor peso. Se concluyó que debe fijarse el requisito de ventilación mínimo para pollos de carne en 1 m³ por Kg. de peso en vivo, para tener un margen de seguridad [33, Provincie Antwerpen, 1999].

Convertidor de frecuencia: [177, Holanda, 2002] En la práctica, la mayoría de ventiladores están alimentados por un controlador Triac de 230 voltios. Una ventaja de este controlador es que un ventilador alimentado por Triac que trabaje a baja velocidad produce pérdidas de energía, lo que produce un mayor consumo por metro cúbico de aire de sustitución. Otro tipo de controlador que puede usarse para alimentar un ventilador es un convertidor de frecuencia, que permite que los ventiladores funcionen a baja velocidad sin disminución en la eficacia energética. Hasta ahora, el sistema más utilizado para ventilar una explotación porcina era un sistema con 1 (o más) ventiladores en cada compartimento. Estos ventiladores, provistos de un motor de corriente alterna de 230 Voltios, permiten el ajuste de su velocidad mediante un simple controlador de ventilador o un procesador de control de clima basado en un controlador Triac.

Con el sistema de convertidor de frecuencia, al igual que con el sistema convencional, se utilizan ventiladores en cada compartimento. Sólo los ventiladores son distintos (3*400 Voltios CA) y pueden ajustarse con un controlador de frecuencia.

La principal ventaja de este sistema sobre el sistema convencional es el menor consumo de energía. El sistema de convertidor de frecuencia puede usarse en todo tipo de explotaciones porcinas, así como en explotaciones avícolas. Una de las ventajas del sistema es que todos los componentes pueden ajustarse para una ventilación ente el 5 % y el 100 %, independientemente de las influencias del clima (es decir, incluso en tiempo ventoso). Bajo los ventiladores hay instalado un ventilador de medición. Los ventiladores de todos los compartimentos están conectados con un convertidor de frecuencia. El compartimento de máxima demanda controla la potencia emitida del controlador de frecuencia de todos los ventiladores. La válvula del ventilador de mayor demanda, situada bajo el ventilador, se abre al máximo. Los otros compartimentos no necesitan tal cantidad de aire, por lo que las otras válvulas se

cierran hasta que el ventilador de medición haya alcanzado las revoluciones por minuto calculadas por el controlador de clima para ese compartimento.

Esta forma de supresión es la misma que la utilizada con el sistema convencional con el motor de 230 voltios. Sin embargo, la pérdida de energía por la supresión con el sistema de convertidor de frecuencia es mínima.

Las ventajas específicas de controlar el motor de 3*400 Voltios con el controlador de frecuencia son:

- El consumo de energía (vatios) de un ventilador controlado por un controlador de frecuencia se reduce en un factor exponencial cúbico con respecto al porcentaje del control normal de revoluciones.
- Se obtiene una gran ventaja ajustando la frecuencia normal de 50 Hz a una frecuencia inferior. El controlador normal de Triac reduce el voltaje pero no la frecuencia.
- Se aplica un par (= potencia) muy elevado al eje del ventilador.

Consumo de energía: Por ejemplo, para un ventilador de \varnothing 500 mm y 1400 RPM, la potencia consumida a la máxima velocidad es de 450 vatios. El consumo de energía de un ventilador de 230 voltios a un 50 % de RPM controlado por el controlador Triac utiliza \pm 70 % de vatios, y por lo tanto sólo \pm 315 vatios.

El consumo de energía de un ventilador de 3*400 voltios al 50 % RPM, controlado por el convertidor de frecuencia, es: $0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 12,5$ % de 450 vatios = \pm 56 vatios. A un 80 % y un 25 % de RPM esto es:

- 80 % RPM = $0,8 \times 0,8 \times 0,8 = 0,512 \times 100$ % = 51,2 % x 450 vatios = 230 vatios
- 25 % RPM = $0,25 \times 0,5 \times 0,25 = 0,015 \times 100$ % = 1,5 % x 450 vatios = 7 vatios

Normalmente, los ventiladores no funcionan al 100 % de RPM. La mayor parte del año, los ventiladores funcionan a un régimen más bajo. Por ejemplo, durante el periodo invernal los ventiladores raramente trabajan a más del 25 % de RPM. A este régimen, la potencia consumida es de sólo 7 vatios en lugar de 112 vatios, utilizando un sistema controlado por Triac en combinación con un ventilador de medición. Un sistema convencional sin ventiladores de medición no puede ni siquiera funcionar a un nivel tan bajo como el 25% del régimen máximo: Esto significa más ventilación del aire calentado durante los periodos fríos, y por lo tanto pérdidas adicionales de calor.

El Instituto de Investigación Aplicada en Holanda ensayó este sistema de convertidor de frecuencia durante un año. Conclusión: la reducción de consumo obtenible utilizando un sistema de convertidor de frecuencia fue de hasta un 69 % con respecto a los motores de 230 voltios con el sistema convencional

Otra ventaja del uso del convertidor de frecuencia es que los ventiladores tienen una mayor vida útil, principalmente debido a que no hay producción adicional de calor. Además, los sistemas controlados por Triac pueden hacer que los ventiladores funcionen irregularmente, según las revoluciones por minuto, en contraste con un sistema de convertidor de frecuencia, que hace que funcionen más regularmente.

Costes de inversión: Los costes de inversión del sistema de convertidor de frecuencia son bastante similares a los de un sistema convencional.

2.2.4.2 Iluminación

Las instalaciones avícolas pueden emplear sólo luz artificial, o pueden permitir la entrada de luz natural (en ocasiones se denominan instalaciones con “luz diaria”). La actividad de puesta y el ritmo de puesta pueden verse influenciados por el uso de luz artificial.

La iluminación es también importante para la producción avícola. Se aplican distintos esquemas de iluminación con periodos alternantes de luz y oscuridad. En la Tabla 2.4 se muestra un ejemplo.

Edad (días)	Duración (horas de luz / horas de oscuridad)	Intensidad a nivel de suelo (lux)
1 – 3	24/24	30 – 50
Más de 3	24/24 o 24/23 o 1/3	Reducción progresiva a 5 – 10

Tabla 2.4: Ejemplo de necesidades de luz para la producción avícola según se aplica en Portugal [92, Portugal, 1999]

En las explotaciones de pavos, la iluminación es particularmente importante durante los primeros días, y posteriormente puede reducirse. Los esquemas de iluminación varían desde iluminación continua a esquemas de 14–16 horas diarias.

2.2.5 Alimentación y abrevado en la producción avícola

2.2.5.1 Formulación de los piensos para producción avícola

La alimentación es muy importante, ya que la calidad del pienso determina la calidad de producto. En particular, el crecimiento de los pollos de carne (que alcanzan el peso requerido en un plazo de sólo 5–8 semanas) depende en gran medida de la calidad del pienso. La forma en que se obtiene el pienso varía, desde la compra de mezclas de alimentación listas para usar hasta la molturación y preparación en la misma granja de las mezclas requeridas, que con frecuencia se almacenan en silos adyacentes a la nave de cría de las aves.

La formulación de los piensos avícolas es muy importante para poder cubrir las necesidades de los animales y los objetivos de producción, así como para asegurar el nivel adecuado de energía y nutrientes esenciales, como aminoácidos, minerales y vitaminas. La formulación de los piensos y la adición de sustancias a los mismos se halla regulada a nivel europeo. Para cada aditivo, las directivas correspondientes indican la dosis máxima, las especies a las que es aplicable, la edad apropiada del animal y si debe observarse un periodo de abstinencia.

La composición de los piensos avícolas varía considerablemente – también entre Estados Miembros – dado que es una mezcla de distintos ingredientes, como:

- cereales y subproductos
- semillas y subproductos
- soja y legumbres
- bulbos, tubérculos y raíces
- productos de origen animal (Ej. harina de pescado, harina de carne y huesos y productos lácteos).

En España, por ejemplo, se agrega manteca de cerdo al pienso debido a la falta de la enzima lactasa, pero no se incluyen productos lácteos. Y en el Reino Unido, las aves no se alimentan con bulbos, tubérculos o raíces, ni con harina de carne.

La inclusión de la última categoría de componentes se halla actualmente en tela de juicio, especialmente donde hay indicaciones de que esta práctica puede haber sido una causa importante en el desarrollo de la encefalopatía espongiiforme bovina (EEB). Ver asimismo la Decisión de la Comisión 2000/766/CE [201, Portugal, 2001].

Pueden agregarse diversos compuestos a los piensos avícolas por diversos motivos. Hay sustancias que:

1. Agregadas en pequeñas cantidades, pueden tener un efecto positivo, aumentando el peso ganado y mejorando el índice de conversión del pienso (ICP). Otras (Ej. antibióticos) pueden tener un efecto regulador sobre la flora intestinal potencialmente peligrosa [201, Portugal, 2001].
2. Elevan la calidad del pienso (Ej. vitaminas).
3. Pueden potenciar un aumento de la calidad del pienso, como los aditivos tecnológicos, por ejemplo los que mejoran el prensado del pienso en gránulos.
4. Equilibran la calidad proteínica del pienso, mejorando con ello la conversión de las proteínas / N (aminoácidos puros).

La formulación de piensos puede hacer necesario el uso de programación lineal para obtener las mezclas requeridas. Todas las especies necesitan suficientes aminoácidos, pero las gallinas ponedoras en particular requieren suficiente Ca para producir la cáscara del huevo. El P es importante por su papel en la absorción del Ca en los huesos, y se suministra como suplemento o se hace más fácilmente disponible, por ejemplo, suministrando fitasa. Otros minerales y elementos minoritarios de los piensos pueden estar también más o menos controlados: Na, K, Cl, I, Fe, Cu, Mn, Se y Zn.

Es necesario suministrar aminoácidos esenciales a las aves, ya que su metabolismo no puede suministrarlos. Son los siguientes: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (+cistina), fenalanina (+tirosina), treonina, triptófano y valina. La cistina no es un aminoácido esencial, pero la metionina sólo puede sintetizarse a partir de la cistina, por lo que siempre van unidas. Con los ingredientes actuales en los piensos avícolas las deficiencias de aminoácidos detectadas más frecuentemente en las mezclas de piensos son los aminoácidos de azufre (metionina y cistina) y la lisina. Otra deficiencia típica reportada es la treonina [171, FEFANA, 2001].

Los otros elementos no se agregan, ya que normalmente están disponibles en cantidad suficiente en el pienso: S y F. Las vitaminas no son producidas por los animales por sí mismos, o se producen en cantidades insuficientes, por lo que se agregan a la ración diaria. Las vitaminas forman normalmente parte de una premezcla con minerales.

En varios Estados Miembros, el uso de antibióticos en el pienso es objeto de discusión. En varios países se realiza alimentación sin antibióticos, como en Suecia, Finlandia y Reino Unido (sólo pienso avícola), ya que en estos países existe una prohibición total sobre el uso de todos los antibióticos en piensos (incluidos los autorizados en la UE). Ver también la Sección 2.3.3.1 sobre el uso de antibióticos en los piensos para cerdos.

Aparte de la formulación del pienso, para dar una alimentación más cercana a las necesidades de las aves, se administran distintos tipos de alimentación durante los ciclos de producción. Para las distintas categorías, los siguientes tipos de piensos son los más comúnmente aplicados:

- ponedoras 2 fases (alimentación hasta la puesta, durante la puesta)
- pollos para carne 3 fases (primeras semanas, engorde, acabado)
- pavos 4 - 6 fases (más tipos para machos que para hembras)

Las gallinas ponedoras pueden tener asimismo una alimentación en 6 fases, 3 fases hasta la puesta y 3 fases durante la puesta, o 2 o 3 fases hasta la puesta y 1 o 2 fases durante la puesta [183, NFU/NPA, 2001] [201, Portugal, 2001].

2.2.5.2 Sistemas de alimentación

Las prácticas de alimentación dependen del tipo de producción y de las especies de aves. El pienso se suministra en polvo, en gránulos o en pellets.

Las gallinas ponedoras se alimentan normalmente en régimen libre [183, NFU/NPA, 2001] [173, España, 2001]. Las especies de carne, como los pollos de carne y pavos, se alimentan también en régimen libre. Todavía se utiliza la alimentación manual pero, en las grandes empresas, se aplican modernos sistemas de alimentación que reducen los vertidos de pienso y permiten una alimentación precisa (por fases).

Los sistemas de alimentación comunes son:

- Transportador de cadena;
- Transportador de espiral;
- Alimentadores de bandeja; y
- Tolva de alimentación móvil.

Los transportadores de cadena mueven el pienso desde su lugar de almacenaje al canalón de alimentación. Es posible influir sobre la pauta de alimentación, los vertidos y las raciones ajustando la velocidad del transportador. Los transportadores de cadena son comunes en los sistemas de cría en suelo, y también se aplican en los sistemas de jaulas.

En el transportador de espiral, el pienso es empujado o extraído a través del canal de alimentación mediante una espiral o husillo. Hay pocos vertidos. Su aplicación es común en los sistemas de cría en suelo y de aviario.

Las bandejas o cuencos están conectados con el suministro de pienso a través del sistema de transporte. El diámetro varía desde 300 a 400 mm. El pienso es transportado por una espiral, cadena o barra de acero con pequeñas palas. El sistema está provisto de un dispositivo elevador. Se aplican en sistemas de cría en suelo (Ej. pollos de carne, pavos y patos). En el caso de los cuencos, un cuenco permite alimentar aproximadamente unas 65–70 aves. Para alimentar a los pavos, se utilizan alimentadores de bandeja en las primeras fases de la vida, pero posteriormente se utilizan también alimentadores de barril (50–60 Kg.). El pienso se suministra en cubetas o en comederos cuadrados. Cada vez más se aplican sistemas de alimentación de tubo par reducir los vertidos.

Una tolva de alimentación es un sistema móvil que se aplica en los sistemas de batería. Se mueve a lo largo de las jaulas sobre ruedas o sobre un carril, y consiste en una tolva en forma de embudo. Este sistema se mueve manual o eléctricamente, y llena los comederos de bandejas o canalones.

2.2.5.3 Sistemas de abrevado

Para todas las especies avícolas debe haber agua disponible sin restricciones. Se han probado técnicas que aplican restricciones de agua, pero por motivos de bienestar animal esta práctica ya no se permite. Se aplican varios sistemas de abrevado. El diseño y control del sistema de abrevado tiene por misión proporcionar suficiente agua en todo momento y evitar los vertidos y al mismo tiempo que se humedezca más la gallinaza. Básicamente existen tres sistemas [26, LNV, 1994]:

- Bebederos de boquilla
 - Bebederos de boquilla de gran capacidad (80 – 90 ml/min)
 - Bebederos de boquilla de baja capacidad (30 – 50 ml/min)
- Bebederos circulares
- Abrevaderos

Los bebederos de boquilla tienen varios diseños. Normalmente están fabricados con una combinación de plástico y acero. Las boquillas están situadas bajo el tubo de suministro de agua. Los bebederos de boquilla de gran capacidad presentan la ventaja de que el animal recibe rápidamente la cantidad adecuada de agua, pero tienen la desventaja de que pierden agua durante el abrevado. Para recoger estas pérdidas, se instalan pequeñas tazas bajo las boquillas. Los bebederos de boquilla de baja capacidad no presentan el problema de pérdida de agua, pero los animales tardan más tiempo en beber suficiente agua. En los sistemas de aviario, la gallina que bebe puede bloquear el paso de las gallinas hacia el nido, por lo que pueden acabar poniendo los huevos en la cama de paja en lugar de en el nido [206, Holanda, 2002].

En las naves de cría en parque, el sistema de bebedero de boquilla puede instalarse de modo que pueda elevarse (por ejemplo, para limpiar o retirar el estiércol). Trabaja con baja presión. Al principio de cada tubo hay instalado un sistema de control de presión, con un indicador de nivel de agua para medir el consumo.

Los bebederos circulares son de plástico duro y tienen distintos diseños según el tipo de ave del sistema al que se aplican. Normalmente van conectados a una línea de torno y pueden elevarse. Funcionan a baja presión y son fácilmente ajustables.

Los abrevaderos se colocan en la línea de suministro de agua o bajo la misma. Hay dos diseños, que o llenan automáticamente la taza de agua, o suministran agua cuando se toca una tira de metal.

En la mayoría de instalaciones de gallinas ponedoras se aplican sistemas de abrevado automático utilizando bebederos de boquilla. En Holanda, el 90 % de los sistemas de suministro de agua para ponedoras son bebederos de boquilla, y el 10 % son bebederos circulares [206, Holanda, 2002].

Sistema de bebedero para ponedoras	Número de animales por sistema			
	Jaulas	Jaulas acondicionadas	Cría en suelo	Cría en aviario
Bebedero de boquilla (aves / boquilla)	2 – 6	5 ¹	4 – 6 ¹	10
Bebedero circular (aves / boquilla) ²	-	-	125	-
Abrevaderos (aves / abrevadero)	-	-	80 – 100	-
1) Bebederos de boquilla con diseño de taza				
2) Los bebederos circulares se utilizan asimismo en otros sistemas en mucha menor medida				

Tabla 2.5: Número de animales por sistema de abrevado en distintos sistemas de cría [124, Alemania, 2001]

De todos modos, los estándares mínimos para los sistemas de abrevado para la protección de las gallinas ponedoras se detallan en la Directiva 1999/74/CE.

En las explotaciones de pollos de carne hay puntos de abrevado instalados en muchos lugares. Un sistema utilizado comúnmente son los bebederos circulares y de boquilla. El diseño del bebedero circular da a todas las aves un fácil acceso al agua y tiende a minimizar los vertidos, para evitar mojar la yacija del suelo. En los bebederos de taza se sirve a 40 animales, mientras que con los bebederos de boquilla se aplica un cálculo de 12 – 15 animales por boquilla.

En el Reino Unido, se suelen utilizar más los bebederos de boquilla para los pollos de carne que los bebederos circulares, pero en Holanda sólo un 10 % de los sistemas de suministro de agua para pollos de carne son bebederos de boquilla, mientras que el 90 % son bebederos circulares [183, NFU/NPA, 2001] [206, Holanda, 2002]

El agua de abrevado para pavos se suministra utilizando bebederos circulares, bebederos de campana o abrevaderos. Los bebederos circulares y abrevaderos tener distintos tamaños según la fase de producción (aves más pequeñas o grandes). No se suelen aplicar bebederos de boquilla, ya que los pavos no saben usarlos de forma eficaz.

2.3 Producción porcina

2.3.1 Estabulación de cerdos y recogida de estiércol

El intercambio de información sobre la cría intensiva de aves y cerdos confirmó las conclusiones de un inventario de los sistemas de producción porcina en Europa. Este inventario, realizado en 1997, destacaba que hay grandes diferencias en los sistemas de cría de cerdos de los distintos países, al igual que dentro de los países [31, EAAP, 1998]. Los factores que se consideran responsables de esta variación son:

- Las condiciones climáticas
- La legislación y los aspectos socioeconómicos
- El valor económico y los beneficios del sector porcino
- La estructura y propiedad de la explotación
- La investigación
- Los recursos
- Las tradiciones.

Es de esperar que esta variación desaparezca lentamente con los mayores requisitos establecidos por las directivas con respecto a la salud y bienestar de los animales, así como con las mayores demandas de los mercados y la preocupación del público respecto a la cadena de producción.

En la producción porcina intensiva, se aplican diferentes diseños en las distintas etapas de producción. Los grupos que pueden distinguirse requieren de condiciones diferentes (temperatura y gestión). Pueden distinguirse los siguientes sistemas de explotación para cerdos:

- Sistemas de estabulación para cerdas en apareamiento
- Sistemas de estabulación para cerdas en gestación
- Sistemas de estabulación individual para cerdas en lactación
- Sistemas de estabulación para cochinitos destetados (desde el destete hasta 25 – 30 Kg. peso vivo)
- Sistemas de estabulación para cerdos de engorde-acabado (desde 25 – 30 Kg. hasta 90 – 160 Kg. peso vivo).

La producción porcina intensiva aplica el sistema de todo dentro/todo fuera (sistema de lotes). Asimismo, con el fin de proteger a los cerdos de enfermedades infecciosas, los animales de producción que se traen desde el exterior a una instalación de producción de lechones o de cerdos combinados pueden ser puestos en cuarentena durante un periodo mínimo requerido (Ej. 30 días en Finlandia). El estiércol obtenido de esta sección se retira normalmente directamente a la fosa de estiércol, y no a través de un canal de purines en la instalación. Este sistema de explotación no se trata por separado en esta sección.

Para todos los sistemas, las variaciones en los suelos consisten en la aplicación de suelos totalmente enrejados (TE), parcialmente enrejados (PE) o suelos de cemento sólido (SCS) y en el uso de paja u otra yacija. El enrejado puede ser de cemento, hierro o plástico, y tener distintas formas (Ej. triangulares). El área de la superficie abierta es aproximadamente un 20–30 % de la de la superficie con rejillas.

En los sistemas que albergan cerdas (sin camada), se hace también una distinción entre estabulación en grupo o individual, mientras que los cochinitos destetados y los cerdos de engorde/acabado siempre se alojan en grupo.

Los sistemas para retirar el estiércol y los orines están en función del sistema de suelo, y van desde fosas de estiércol profundas con un largo periodo de almacenamiento a fosas poco profundas y canales estercoleros a través de los cuales los purines se retiran frecuentemente por gravedad y válvulas, o lavando con un líquido.

También puede hacerse una nueva distinción entre instalaciones con ventilación natural e instalaciones en las que el clima es controlado mediante calefacción o refrigeración y mediante ventilación forzada con ventiladores.

La construcción de las instalaciones en sí muestra una variación comparable a la de los sistemas de suelos. Las naves puede estar hechas con materiales duraderos y construidas con ladrillos para resistir las bajas temperaturas, aunque también se utilizan materiales más ligeros y construcciones abiertas. En algunos Estados Miembros se suele aplicar calefacción artificial a todas las clases de ganado, incluidas las cerdas vacías. De un estudio que compara las diferencias entre las explotaciones de Holanda y el Reino Unido, es evidente que estas diferencias en aplicación no tienen por qué estar vinculadas a diferencias en las condiciones climáticas.

En las siguientes secciones se presentan descripciones técnicas de los sistemas de alojamiento aplicados normalmente para cerdas, cochinitos destetados y cerdos de engorde-acabado. Las eficacias medioambientales y otras características se describen y evalúan en el Capítulo 4. Esta vista general intenta ser representativa de las técnicas aplicadas actualmente, pero no puede nunca ser exhaustiva dada la variación observada en los sistemas y sus diseños adaptados. Se ha utilizado información que puede encontrarse en [10, Holanda, 1999], [11, Italia, 1999], [31, EAAP, 1998], [59, Italia, 1999], [70, K.U. Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde, 1999], [87, Dinamarca, 2000], [89, España, 2000], [120, ADAS, 1999], [121, EC, 2001], [122, Holanda, 2001], [123, Bélgica, 2001], [124, Alemania, 2001] y [125, Finlandia, 2001].

2.3.1.1 Instalaciones para cerdas en apareamiento y gestación

Las cerdas se alojan en distintas instalaciones según la fase del ciclo de reproducción en que se encuentran. Las cerdas en apareamiento se estabulan en sistemas que facilitan el fácil contacto entre las cerdas y los verracos. Tras el apareamiento, las cerdas suelen trasladarse a una parte separada de la instalación para su periodo de gestación.

En [31, EAAP, 1998] se hacían las siguientes observaciones sobre la estabulación de las cerdas. Las cerdas en apareamiento y gestación se estabulan individualmente o en grupo. Cada método tiene sus ventajas e inconvenientes, tanto para el animal como para el granjero. Las diferencias entre la estabulación individual y en grupo están en:

- La conducta de los animales
- La salud
- La intensidad del trabajo

Los sistemas de estabulación individual son por lo general mejores por lo que respecta a salud e intensidad de trabajo. Por ejemplo, las cerdas estabuladas individualmente están restringidas en su movimiento, pero son más fáciles de controlar y hay más tranquilidad en el establo, lo que tiene un efecto positivo en el apareamiento y en las fases tempranas de la gestación [31, EAAP, 1998]. También es más fácil alimentar a las cerdas en la estabulación individual, donde no hay competencia. No obstante, la estabulación en grupo parece ser mejor para la reproducción.

La pauta de aplicación de los sistemas en Europa es similar para cerdas en apareamiento y en gestación:

- Cerdas en apareamiento – 74 % en estabulación individual frente a 26 % en grupo
- Cerdas en gestación – 70 % en estabulación individual frente a 30 % en grupo.

En el Reino Unido, la mayoría de cerdas en **apareamiento** (85 %) están estabuladas en grupo y tienen acceso a paja (> 55 %), a consecuencia de la legislación británica sobre bienestar animal que requiere que todas las cerdas estén alojadas con libertad de movimiento desde el destete hasta el parto a partir de 1999. En los Estados Miembros que producen para el mercado del Reino Unido (como Dinamarca) puede observarse un porcentaje creciente de estabulación en grupo. Dinamarca no ha prohibido el confinamiento individual de las cerdas en las unidades de apareamiento, ya que varios estudios daneses han indicado que la estabulación en grupo entre el destete y 4 semanas tras el destete puede aumentar el riesgo de pérdida de embriones. En consecuencia, el número de lechones nacidos vivos por camada es reducido en comparación con la estabulación individual.

En la mayoría de otros países se aplica crecientemente la estabulación individual, como los boxes, para las cerdas en apareamiento.

La estabulación en grupo de las **cerdas en gestación** tiende a aumentar globalmente en los países que han prohibido el uso de boxes y ronzales. Los sistemas de ronzales están cayendo en desuso en todos los países, y su uso estará prohibido a partir del 31 de diciembre de 2005 [132, EC, 1991]. Por ello, este sistema no se considera en el resumen de las técnicas de alojamiento aplicadas para cerdas.

En el Reino Unido, la mayoría (80 %) de las cerdas gestantes están también alojadas en grupo y tienen acceso a paja (60 %), por los motivos arriba mencionados. En Alemania, Irlanda y Portugal, los sistemas de estabulación con libertad de movimiento para las cerdas en gestación van en aumento, aunque estos países no han prohibido los sistemas de confinamiento para cerdas, pero aquí el mercado, el bienestar animal y los costes de producción tienen también su importancia.

En general, la estabulación de cerdas en España y Francia está dominada por los boxes, y en España, Francia, Grecia e Italia estos sistemas se utilizan crecientemente. En Italia, en una minoría de casos, las cerdas gestantes se mantienen en boxes individuales durante todo el periodo de gestación. La mayoría de cerdas se mantienen en boxes hasta 30 días y luego se trasladan a corrales en grupo una vez confirmada la gestación.

El uso de paja en la estabulación en grupo es todavía limitado, pero se espera que aumente debido a las consideraciones sobre bienestar animal y debido a las indicaciones de que la fibra podría reducir la agresividad en las cerdas alojadas en grupo.

2.3.1.1.1 Estabulación individual con suelo total o parcialmente enrejado para cerdas en apareamiento o gestación

Esta forma de estabulación de las cerdas en apareamiento y gestación es muy común. Las jaulas miden aproximadamente 2 m x 0,60 – 0,65 m, y su extremo posterior está equipado con enrejado de cemento sobre una fosa séptica profunda en la que se almacenan los purines y las aguas de limpieza. Los sistemas de alimentación y bebederos se colocan en el extremo delantero.

Entre las filas de jaulas discurre un pasillo central enrejado, y a ambos lados de las jaulas hay un pasillo de servicio para la alimentación de los animales. En la nave de apareamiento hay corrales donde se alojan los verracos (Figura 2.13). Estos corrales no existen en la sección para cerdas en gestación.

Los purines se recogen bajo las rejillas y se almacenan en una fosa séptica profunda o poco profunda. La velocidad de retirada de purines depende del tamaño de la fosa séptica. Se aplica ventilación natural o mecánica, y en ocasiones un sistema de calefacción.

La figura muestra un diseño común, pero se aplican varios otros diseños con suelos parcialmente enrejados (SPE) para potenciar el contacto intensivo entre el verraco y las cerdas. Asimismo, las cerdas pueden estar encaradas al pasillo central, con los comederos y bebederos situados en el lado interior, y con la zona enrejada en los corredores laterales.

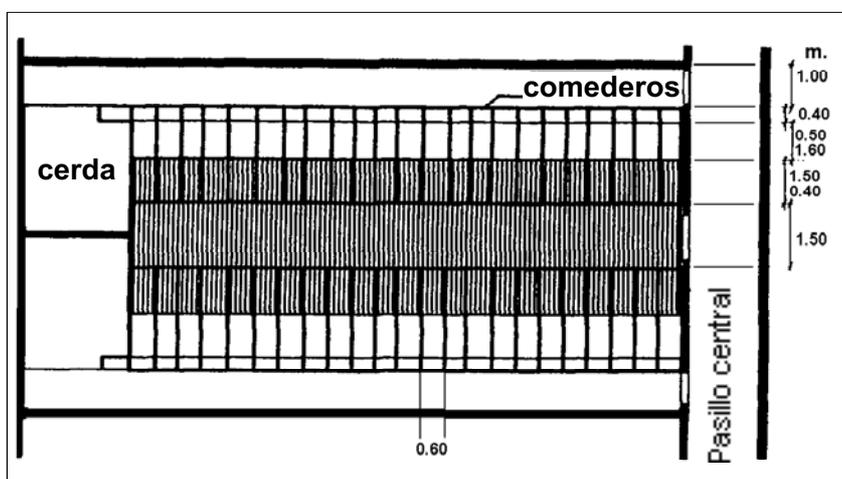


Figura 2.13: Vista esquemática de un diseño de instalación para cerdas en apareamiento sobre suelo parcialmente enrejado
[31, EAAP, 1998]

2.3.1.1.2 Jaulas con suelo sólido para cerdas en apareamiento y gestación

En este sistema, las cerdas en apareamiento y gestación se alojan sobre suelos de cemento de modo similar al diseño con suelo parcialmente enrejado, pero hay una diferencia en el diseño aplicado al suelo y a la retirada de estiércol. De nuevo, la alimentación y el abrevado se aplican en el frontal de la jaula. En el pasillo central hay un sistema de desagüe para la eliminación de los orines. La retirada del estiércol y de la paja (cuando la hay) se realiza con frecuencia.

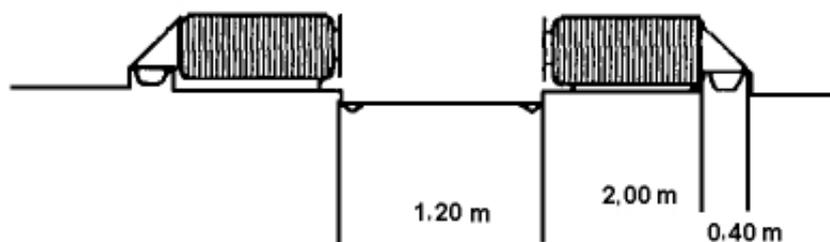


Figura 2.14: Diseño de suelo para jaulas con suelo de cemento sólido para cerdas en apareamiento y gestación
[31, EAAP, 1998]

En estos sistemas, la ventilación es natural cuando se aplica paja, y mecánica en naves con aislamiento en las que no se utiliza paja.

2.3.1.1.3 Estabulación en grupo con o sin paja para cerdas en gestación

Se aplican dos diseños básicos para la estabulación en grupo de las cerdas en apareamiento y gestación. Un sistema tiene piso de cemento sólido con cama de paja profunda, y el otro diseño tiene suelos enrejados en la zona de deyección y alimentación. La parte sólida está (casi) completamente recubierta por una cama de paja u otros materiales ligno-celulósicos para absorber la orina e incorporar las heces. Se obtiene estiércol sólido, que debe retirarse frecuentemente para evitar que la yacija se humedezca excesivamente. Se ha reportado una frecuencia de retirada de 1–4 veces al año, aunque esto depende del tipo de yacija, del grosor de la cama y de la gestión general de la explotación. La frecuencia de retirada completa de la yacija puede ser mayor en Italia, hasta 6–8 veces al año. Además, la retirada parcial de la yacija húmeda puede realizarse semanalmente. En el caso de una limpieza al año, se esparce directamente en el campo. Si la frecuencia de limpieza es mayor, la yacija sucia se suele almacenar, por ejemplo en un montón en el campo.

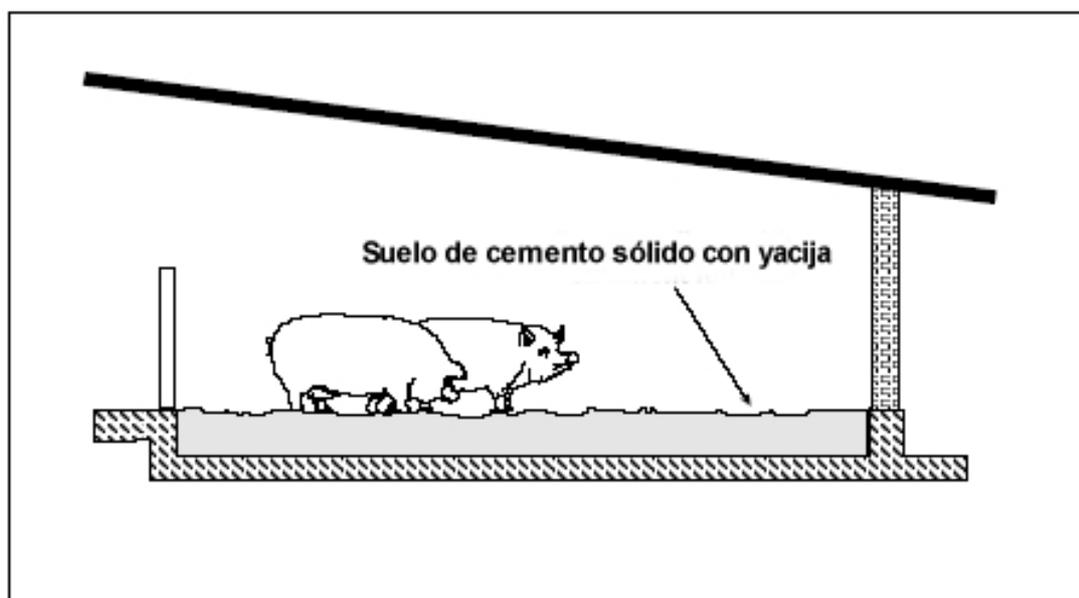
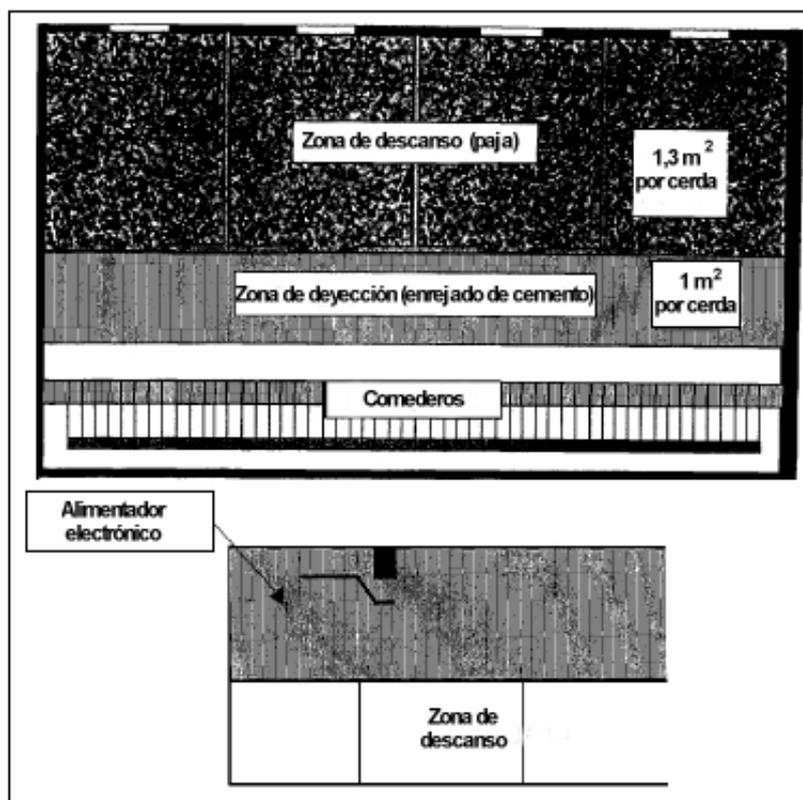


Figura 2.15: Ejemplo de estabulación en grupo para cerdas en gestación sobre suelo de cemento sólido con yacija
[185, Italia, 2001]

Para la ventilación de esta instalación se aplica el mismo principio que para la estabulación individual de cerdas. Con la aplicación de paja, normalmente no se aplica calefacción, ya que a temperaturas bajas las cerdas aprenden a compensar cobijándose en la cama de paja. El diseño de este sistema puede variar y puede contener diversas áreas funcionales. En la Figura 2.16 se muestra un ejemplo.

La manipulación del estiércol con este sistema se ha descrito del modo siguiente. En naves en las que la cama de paja se utilice exclusivamente para hozar, la cantidad de paja será tan reducida que todo el estiércol se manipulará en forma de purines. En las naves con suelo enrejado en la zona de deyección, el estiércol se limpia a diario con palas quitaestiércol situadas bajo el enrejado. En las naves con piso sólido, el estiércol se limpia diariamente con palas, o 2–3 veces por semana con un tractor quitaestiércol. En unidades con cama profunda en la zona de descanso, la yacija se retira 1–2 veces al año.



[F4]

Figura 2.16: Ejemplo de sistema de estabulación con distintas zonas funcionales para cerdas en gestación.

[87, Dinamarca, 2000]

2.3.1.2 Sistemas de estabulación para cerdas parturientas

Poco antes del parto (alrededor de 1 semana), las cerdas parturientas son trasladadas a parideras. Estas pueden tener distintos diseños. Un diseño común tiene suelos parcial o totalmente enrejados y generalmente sin paja. Las cerdas están confinadas en su movimiento, pero también se aplica estabulación con libertad de movimiento. Por ejemplo, en el Reino Unido se aplica estabulación con paja y libertad de movimiento. El enrejado completo se aplica de forma general, ya que se considera más higiénico y eficaz para el trabajo que los suelos parcialmente enrejados o sólidos. Por otra parte, información proveniente de Dinamarca indica que los sistemas con enrejado parcial son más eficaces desde el punto de vista energético, por lo que se observa un aumento gradual de su aplicación. En Austria, los sistemas de suelo totalmente enrejados están en declive [194, Austria, 2001].

Las características generales de las parideras son:

- Temperatura ambiente mínima aplicada de $18 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura para las cerdas $16 - 18 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura para los lechones de unos $33 \text{ }^\circ\text{C}$
- Baja circulación de aire, en particular en la zona de lechones.

2.3.1.2.1 Estabulación para cerdas parturientas con movimiento restringido

En la Figura 2.18 se muestra la sección transversal de un sistema de corral típico para cerdas parturientas. Las secciones de estas parideras contienen generalmente un máximo de 10 – 12 cerdas (corrales). Los tamaños de los corrales son de 4 a 5 m². Los lechones se alojan en estos sistemas hasta el destete, tras el cual son vendidos o criados en corrales de cría (estabulación de cochinitos destetados). El suelo puede ser totalmente o parcialmente enrejado. Cada vez más se utilizan tablillas de plástico o metal recubierto de plástico en lugar de las de cemento, ya que se consideran más cómodas.

Los purines se almacenan bajo el suelo enrejado de las jaulas, en un canal estercolero poco profundo (0,8 m), en cuyo caso se retiran frecuentemente a través de un sistema central en la nave, o en una fosa de estiércol profunda, desde donde se retiran sólo al final del periodo de lactación o menos frecuentemente.

Hay una zona específica para los lechones, normalmente ubicada en el pasillo central (para una observación más fácil) entre los corrales. Esta zona no está generalmente enrejada y se calienta durante los primeros días tras el nacimiento con una estufa o calentando el suelo. La cerda tiene su movimiento restringido para evitar que aplaste a los lechones.



Figura 2.17: Diseño de paridera con suelo totalmente enrejado

Se aplica ventilación natural o forzada de modo que la corriente de aire no afecte el clima al nivel del suelo (alrededor de la cerda y los lechones). En las modernas instalaciones cerradas se aplica control totalmente automático del clima, con los que la temperatura y el nivel de humedad de la paridera se mantienen a nivel constante.

La posición de la cerda es con frecuencia como se muestra en la Figura 2.18, pero las jaulas también se colocan en la otra dirección, con las cerdas encaradas al pasillo. En la práctica, algunos granjeros han observado que esta posición hace que las cerdas estén más relajadas, ya que pueden observar más fácilmente los movimientos en el pasillo, mientras que en la otra posición no pueden volverse, lo que hace que estén más inquietas.

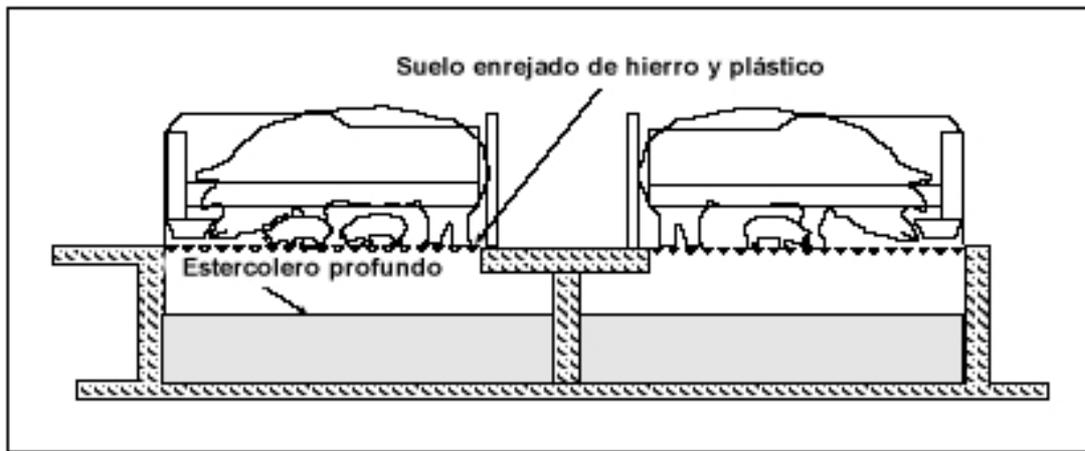


Figura 2.18: Ejemplo de estabulación confinada de cerdas parturientas con suelo totalmente enrejado con una fosa de estiércol debajo [185, Italia, 2001]

2.3.1.2.2 Estabulación de cerdas parturientas con libertad de movimiento

Las cerdas parturientas se estabulan sin estar confinadas en su movimiento en sistemas con suelos parcialmente enrejados. Una zona separada para que yazcan los lechones evita que sean aplastados por la cerda. Este corral se utiliza en ocasiones para criar a los lechones desde su destete hasta unos 25–30 Kg. de peso vivo (PV). Este diseño requiere más espacio que el sistema de movimiento restringido de la cerda, y requiere una limpieza más frecuente. El número de corrales de cerdas por compartimento es generalmente inferior a 10.

Los materiales para los suelos y los requisitos de calefacción y ventilación para la cerda y los lechones son idénticos para este sistema. Con la estabulación libre de las cerdas, las paredes del corral son ligeramente más altas que para el corral con restricción de movimiento.

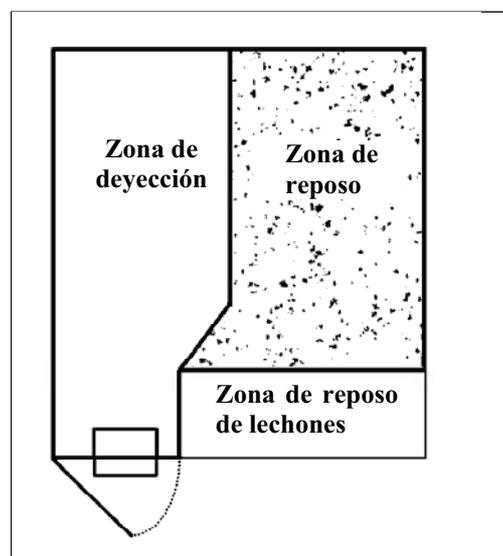


Figura 2.19: Ejemplo de un plan aplicado para una paridera (suelo parcialmente enrejado) sin restricción de movimiento [31, EAAP, 1998]

2.3.1.3 Sistemas de estabulación para cochinitos destetados

Los cochinitos se destetan aproximadamente a las 4 semanas (rango de 3 a 6 semanas), tras lo cual son mantenidos en pequeños grupos de la misma camada (8–12 cochinitos por corral) hasta los 30 Kg. de

peso vivo (rango 25–35). No obstante, en el Reino Unido los cochinitos se estabulan en grupos más numerosos. La mayoría de animales están en corrales o jaulas con suelo totalmente enrejado. Anteriormente se solían utilizar las parideras para cochinitos destetados, pero este método de estabulación se utiliza al parecer cada vez menos, excepto en Grecia. En este sistema, los cochinitos siguen en el corral (ver Figura 2.17) una vez la cerda ha sido transferida a otra nave y se ha quitado la jaula. No obstante, cada vez es más común y frecuente el uso de corrales específicamente diseñados para la cría de cochinitos destetados ya que ofrece un mejor control medioambiental y de manejo que los sistemas antiguos.

La tendencia es que los sistemas con suelos parcialmente enrejados son cada vez menos populares, mientras que los sistemas totalmente enrejados son cada vez más utilizados, excepto en Dinamarca, Bélgica y Holanda. En los últimos años, en Dinamarca se han comenzado a utilizar sistemas con una zona de descanso recubierta de paja y dos tercios de superficie con piso sólido. Las investigaciones indican que este sistema es más eficaz desde el punto de vista energético que los corrales de cría con calefacción utilizados normalmente. Además, el ensuciamiento del corral no es un problema, que es uno de los motivos principales por el que los productores porcinos tienden a preferir los suelos totalmente enrejados sobre los de enrejado parcial. En Bélgica y Holanda hay fuertes incentivos para reducir las emisiones de amoníaco, y las investigaciones han indicado que el aumento de la cantidad de suelo sólido (o reducción del enrejado) puede reducir las emisiones. Por consiguiente, se incentiva a los granjeros a utilizar tales sistemas [31, EAAP, 1998].

Un gran porcentaje (40 %) de los cochinitos destetados del Reino Unido se alojan en sistemas baratos con suelo de paja, lo que puede tener su explicación por las suaves condiciones climáticas y la tradición de utilizar sistemas de estabulación de bajo coste. Los sistemas a base de paja son también populares en Dinamarca y Francia. En ambos países hay disponibles grandes cantidades de paja, y la producción porcina está normalmente vinculada a la producción agrícola (cereales), siguiendo una larga tradición de utilizar la paja de las cosechas en la producción ganadera.

La estabulación de cochinitos destetados en suelos parcialmente enrejados es muy similar a la de los cerdos de engorde/acabado (Figura 2.20).

La instalación está equipada con ventilación mecánica, del tipo de presión negativa o de presión equilibrada. La ventilación está dimensionada para un caudal de máximo 40 m³/h por plaza. Se utiliza calefacción auxiliar en forma de calentadores eléctricos con ventiladores o de una planta de calefacción central con tubos de calefacción.

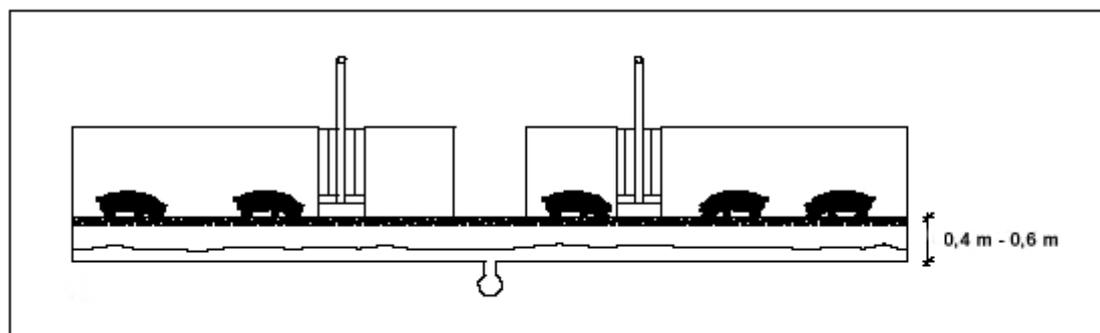


Figura 2.20: Sección transversal de una unidad de cría con suelo totalmente enrejado y rejas de plástico o metal [87, Dinamarca, 2000]

El estiércol se manipula en forma semilíquida y se desagua principalmente a través de una planta de evacuación de tuberías en las que las distintas secciones de los canales de purines se vacían a través de tapones existentes en las tuberías. Los canales pueden también desaguar a través de compuertas. Los canales se limpian tras la retirada de cada grupo de cerdos, normalmente en conexión con la limpieza de los corrales, es decir a intervalos de 6 – 8 semanas.

En el diseño con enrejado parcial se aplica una zona de descanso cubierta que puede retirarse o elevarse una vez hayan crecido los cerdos y precisen más ventilación.

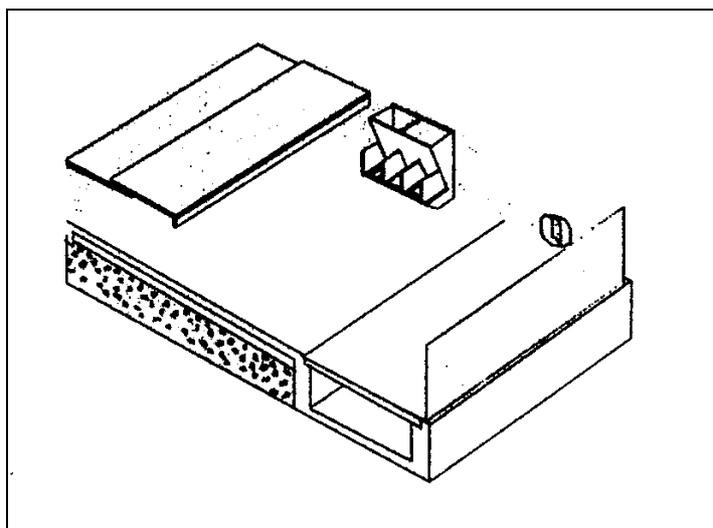


Figura 2.21: Vista esquemática de un corral para cochinitos destetados con suelo parcialmente enrejado (1/3) y una cubierta sobre la zona de descanso [31, EAAP, 1998]

Un diseño especial en la estabulación de cochinitos destetados son los cubículos [133, Peirson/Brade, 2001]. Los cubículos fueron desarrollados inicialmente a finales de los años 60 y principios de los 70 como sistema de estabulación especializado para proporcionar un entorno controlado para los lechones, destetados a la edad de 3 – 4 semanas, hasta un peso vivo de 15 – 20 Kg. El concepto se ha extendido y se utiliza asimismo para proporcionar una estabulación de segunda fase desde unos 15 – 20 Kg. hasta pesos de hasta 50 o 60 Kg., cuando los cerdos son transferidos finalmente a los corrales de acabado. Los cubículos con aislamiento térmico que se utilizan son frecuentemente de una construcción prefabricada tipo sándwich con un revestimiento externo de madera o paneles, aislamiento térmico y revestimiento interno. Estas estructuras y sus elementos internos se instalan asimismo dentro de naves más fijas.

Los cubículos se utilizan en un sistema de lotes, de modo que cada cubículo se llena mediante un sistema de “todo dentro–todo fuera” con lechones de un grupo de cerdas que hayan sido paridos la misma semana. Los primeros diseños se basaban en grupos de tamaño reducido – unos 10 cerdos por corral – pero el tamaño de los grupos ha ido aumentando en los últimos años.

El concepto original se basaba en suelos totalmente enrejados suspendidos sobre canales (o depósitos) de estiércol, y en corrales situados a uno o ambos lados de un pasillo de alimentación/acceso. El suelo totalmente enrejado se consideraba una importante característica de higiene/salud, ya que separaba a los lechones de sus heces y orina. Los suelos eran originalmente de “rejilla de malla” o de metal expandido. Más recientemente se han utilizado suelos de plástico. El nivel del suelo del corral era originalmente elevado (en comparación con el del pasillo de acceso), pero diseños más recientes tienen pasillos y corrales al mismo nivel.

La ventilación es suministrada casi exclusivamente por extractores. Normalmente, se aspira aire a cada compartimento a través de entradas en un extremo del cubículo desde un pasillo de acceso común a un grupo de cubículos. El aire de entrada se precalienta, según sea necesario, mediante un grupo de calefactores controlados automáticamente. Los extractores, situados normalmente en la pared opuesta, tienen por finalidad crear movimientos de aire en todo el cubículo, y radiadores situados sobre los corrales (o calefacción por suelo) proporcionan un control adicional de la temperatura y del confort de los animales.

El pienso se suministra normalmente en forma de harina o pellets secos, que se suministra ad-lib desde tolvas situadas en lado frontal (pasillo) de cada cubículo. Los purines se retiran de los canales o depósitos situados bajo el enrejado al final de cada lote de producción. Entre lotes, los cubículos se lavan con equipo de lavado a presión.

Las temperaturas ambiente se mantienen a 28–30 °C durante los primeros días tras el destete, y luego se reducen a medida que crecen los cochinitos. La ocupación es normalmente de 4–5 semanas en los cubículos de primera fase, y al final de este periodo las temperaturas se habrán reducido a 20–22 °C.

Muchas características de estos cubículos han evolucionado y se han desarrollado con los años. Ahora, el término cubículo se utiliza a menudo de forma genérica para describir casi todos los sistemas de estabulación de cochinitos basados en el control de los purines, muchos de los cuales tienen poca relación con el concepto original. Algunas explotaciones incluyen zonas de descanso con piso sólido para ayudar a mejorar confort y el bienestar de los cerdos. La calefacción a través del suelo se ha convertido en una característica más común. Los tamaños de los grupos tienden a aumentar, y el sistema está evolucionando lentamente a ser un sistema de “criadero” con grupos de hasta unos 100 cerdos en un corral con pisos parcialmente sólidos (alrededor de un tercio de la superficie es de piso sólido) y sin pasillos de acceso.

2.3.1.4 Estabulación de cerdos de engorde/acabado

A partir de un peso medio de 30 Kg. (25 – 35 Kg.), los cerdos se trasladan a secciones separadas para realizar las fases de engorde y acabado antes de su sacrificio. No es infrecuente estabular a los cerdos de engorde (es decir, hasta 60 Kg.) y de acabado (desde 60 Kg. en adelante) en secciones separadas, pero las instalaciones para su estabulación son prácticamente idénticas. Los sistemas de estabulación utilizados para cerdos de engorde – acabado pueden compararse con las instalaciones para cochinitos destetados (Sección 2.3.1.3), excepto en que la mayoría de estos cerdos se estabulan en sistemas con poca paja o sin paja. Los suelos con enrejado parcial y total son igualmente comunes, pero hay una mayor tendencia hacia suelo totalmente enrejado, excepto en Bélgica, Dinamarca, Holanda y Reino Unido.

Las instalaciones para cerdos de engorde-acabado son naves de ladrillo, abiertas o cerradas, construcciones aisladas para un número de 100 a 200 cerdos. Normalmente están divididas en compartimentos para 10 – 15 cerdos (grupos pequeños) o de hasta 24 cerdos (grupos grandes). Los corrales están dispuestos con el pasillo en un lado o en una doble fila con el pasillo en el centro. En los corrales con piso de cemento sólido, se utilizan cubiertas móviles para cubrir la zona de descanso, al menos durante la primera etapa del periodo de engorde.

La distribución de pienso es normalmente automática y puede controlarse mediante sensores. Se aplica pienso líquido en régimen libre o con restricciones y multifases (contenido adaptado de N y P). El diseño de los comederos y bebederos depende del tipo de alimentación.

2.3.1.4.1 Estabulación de cerdos de engorde - acabado con suelo totalmente enrejado

Este sistema de estabulación es muy común para grupos pequeños (10 - 15 cerdos) y grandes (hasta 24) de cerdos de engorde – acabado. Se aplica en instalaciones cerradas y aisladas térmicamente con ventilación mecánica y en instalaciones con ventilación natural. Las ventanas permiten la entrada de luz natural y se utiliza también luz eléctrica. Se aplica calefacción auxiliar sólo cuando es necesario, ya que el calor corporal de los cerdos es normalmente suficiente para mantener el requisito de calor.

El corral es totalmente enrejado y no tiene separación física de las zonas de descanso, comida y deyección. El enrejado es de cemento o de hierro recubierto de plástico. El estiércol es empujado hacia abajo por las patas de los animales, y los orines se mezclan con el estiércol o salen a través de los canales de purines. Los purines son recogidos en un estercolero bajo el enrejado. Según la profundidad del estercolero, puede permitir un periodo de almacenamiento prolongado (elevados niveles de amoníaco en la instalación) o se vacía frecuentemente y se almacenan los purines en un estercolero separado. Un sistema de aplicación frecuente tiene las secciones individuales conectadas mediante un desagüe central, al que se vacían abriendo un tapón o una compuerta en la tubería.

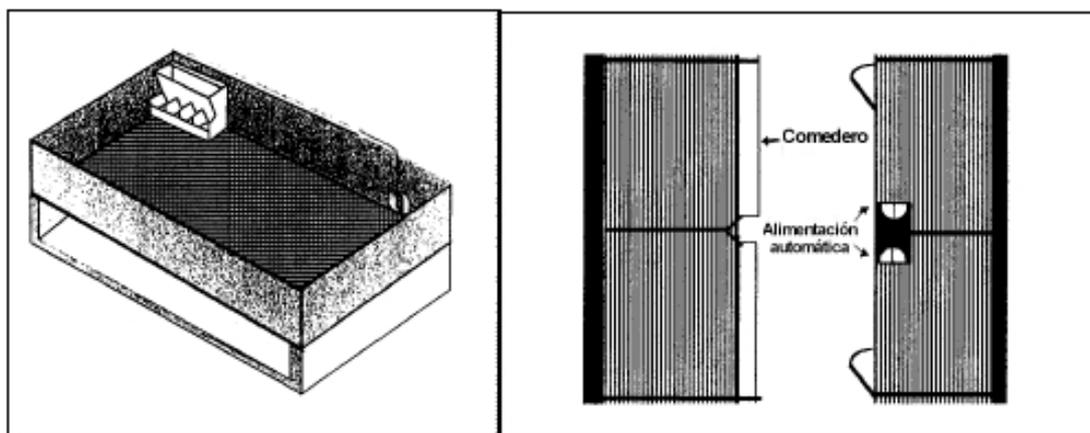


Figura 2.22: Ejemplo de corral simple para engorde-acabado con suelo totalmente enrejado y ejemplo de un esquema con dos corrales con distintos sistemas de alimentación.
[31, EAAP, 1998]

2.3.1.4.2 Estabulación de cerdos de engorde/acabado sobre un suelo con enrejado parcial

Los sistemas con enrejado parcial se aplican en naves similares a las utilizadas para sistemas con suelo totalmente enrejado. El suelo está dividido en una sección enrejada y una sección con piso sólido sin rejilla. Básicamente existen dos opciones: que el piso sólido esté en un lado o en el centro del corral. La parte sólida puede ser plana, convexa o ligeramente inclinada (ver descripción inferior).

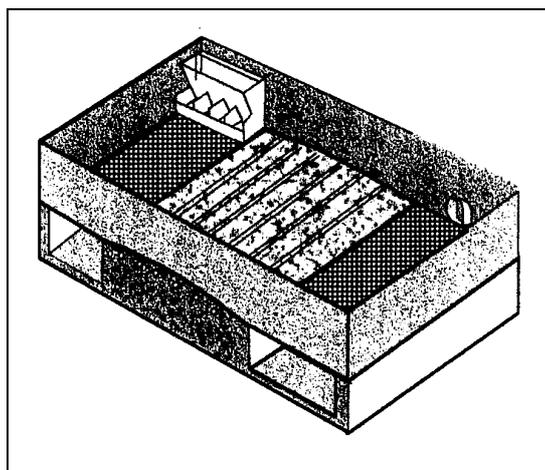


Figura 2.23: Diseños de corral para cerdos de engorde-acabado con suelo parcialmente enrejado (convexo) y una zona sólida en el centro
[31, EAAP, 1998]

La parte sólida funciona normalmente como zona de alimentación y reposo, mientras que la parte enrejada se utiliza para deyección. El enrejado es de cemento o de hierro (recubierto de plástico). El estiércol es empujado hacia abajo por las patas de los animales, y la orina se mezcla con el estiércol o sale a través de los canales purines. Los purines son recogidos en un estercolero bajo el enrejado. Según la profundidad del estercolero, puede permitir un periodo de almacenamiento prolongado (elevados niveles de amoníaco en la instalación) o se vacía frecuentemente y se almacenan los purines en un estercolero separado. Un sistema de aplicación frecuente tiene las secciones individuales conectadas mediante un desagüe central, al que se vacían abriendo un tapón o una compuerta en la tubería.

Se aplica una cantidad restringida de paja en los corrales con enrejado parcial diseñados con piso de cemento y una zona enrejada (relación suelo sólido/enrejado 2:1). La paja se suministra en bastidores de paja que se llenan manualmente, y desde los cuales los mismos cerdos entran la paja. El piso sólido tiene una ligera inclinación y los purines y la paja son desplazados hacia el enrejado por la actividad de los

cerdos, por lo que este sistema se denomina sistema de circulación de paja. Los purines se retiran varias veces al día.

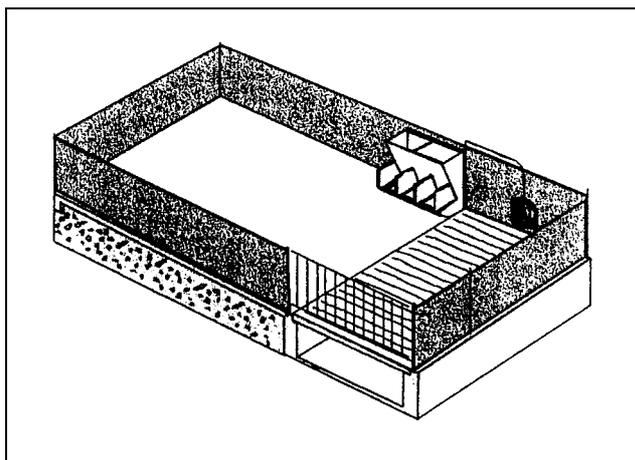


Figura 2.24: Diseño de un sistema con suelo parcialmente enrejado con uso restringido de paja para cerdos de engorde-acabado.
[31, EAAP, 1998]

En Italia se aplica un diseño con enrejado parcial con un piso de cemento sólido y un pasillo enrejado externo adyacente a un canal de purines. En cada corral, los cerdos tienen su zona de alojamiento y de alimentación dentro de la nave, pero una abertura con una compuerta de cierre les permite acceder a la zona de deyección externa con suelo enrejado. La actividad de los cerdos hace que el estiércol caiga a través de la rejilla al canal de purines, que se vacía una o dos veces al día con una pala quitaestiércol. El canal estercolero corre paralelo a la nave y está conectado con un depósito de purines. Este sistema se utiliza asimismo para cerdas en apareamiento y gestación estabuladas en grupo.

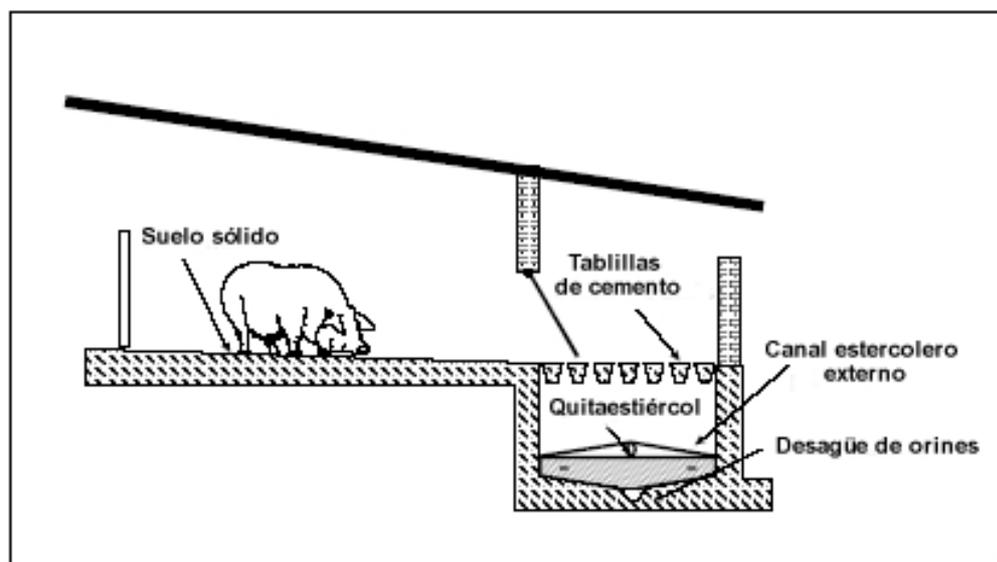


Figura 2.25: Suelo de cemento sólido con pasillo enrejado externo y quitaestiércol en la parte inferior
[59, Italia, 1999]

2.3.1.4.3 Estabulación de cerdos de engorde-acabado sobre suelo de cemento sólido con paja

En los sistemas de estabulación para cerdos de engorde-acabado con suelo de cemento, se aplica paja en cantidades restringidas por motivos de bienestar animal, o mediante un suministro de balas grandes, para que sirva como cama. Estos sistemas se aplican en naves cerradas o con frontal abierto. Los diseños con

frontal abierto están equipados con pantallas contra el viento (redes o paneles), aunque también se utilizan balas de paja para aislamiento y protección contra el mismo.



Figura 2.26: Diseño con frontal abierto utilizando balas de paja para protección (Reino Unido)

Los diseños de los corrales pueden variar, pero normalmente hay una zona de descanso con paja y una zona de alimentación, que puede ser elevada y accesible mediante escalones. La zona de descanso puede ser cubierta. Los corrales pueden estar situados en un lado del edificio o a ambos lados de un pasillo central. La deyección se produce en la zona con cama de paja. La retirada del estiércol y la limpieza se realizan normalmente con una pala excavadora de carga frontal después de cada lote. El tamaño de los grupos puede ser de 35 – 40.

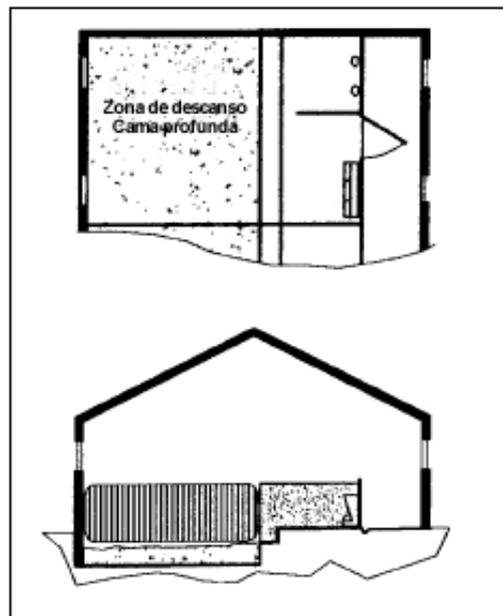
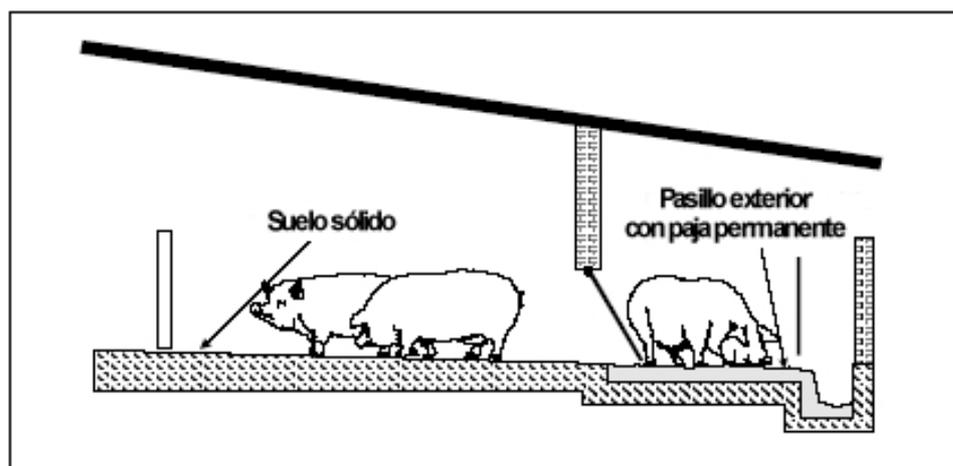


Figura 2.27: Ejemplo de sistema de suelo de cemento sólido para cerdos de engorde-acabado [31, EAAP, 1998]

Al igual que en el diseño con enrejado parcial, en Italia se aplica un sistema con piso sólido con un pasillo exterior recubierto de paja. La zona interior del corral se utiliza para descanso y alimentación y tiene muy

poca o nada de paja. La zona exterior de deyección es cubierta y está conectada con un canal estercolero. El estiércol y la paja caen al canal por la actividad de los cerdos. El estiércol se retira una o dos veces al día por una cadena de extracción o una pala quitaestiércol hasta un estercolero exterior.



[F6]

Figura 2.28: Suelo de cemento sólido con un pasillo exterior recubierto de paja y canal estercolero [59, Italia, 1999]

2.3.2 Control del clima en las instalaciones porcinas

El clima interior en los sistemas de estabulación de cerdos es importante, ya que el amoníaco, en combinación con el polvo, es una causa frecuente de enfermedades respiratorias de los cerdos, como la rinitis atrófica y la neumonía enzoótica. Dado que los trabajadores de las explotaciones porcinas pueden también sufrir problemas respiratorios [98, FORUM, 1999], es doblemente importante que las instalaciones porcinas estén suficientemente ventiladas.

Los requisitos mínimos (cualitativos) para el control del clima de las instalaciones porcinas se establecen en la Directiva 91/630/EEC [132, EC, 1991]. La temperatura y la humedad del aire, los niveles de polvo, la circulación de aire y las concentraciones de gas deben estar por debajo de niveles nocivos. Por ejemplo, se aconsejan las concentraciones límite que se muestran en la (Tabla 2.6), pero estos valores varían en los distintos Estados Miembros. Puede conseguirse una buena atmósfera en la instalación con los siguientes elementos:

- Aislamiento de las naves
- Calefacción
- Ventilación

Factores medioambientales internos	Nivel/Aparición
CO	Por debajo del nivel medible
H ₂ S	Por debajo del nivel medible
Humedad Relativa	Cerdos hasta 25 Kg. : 60 – 80 % Cerdos de más de 25 Kg. : 50 – 60 %
NH ₃	Máximo 10 ppm
Velocidad del aire	Parideras y cochinitos de destete: <0,15 m/s Cerdas en apareamiento y gestación: <0,20 m/s
CO ₂	Máx. 0,20 % en volumen

Tabla 2.6: Niveles generales indicativos para ambientes interiores en la cría de cerdos [27, IKC Veehouderij, 1993]

La eficacia de los sistemas aplicados se ve afectada por:

- El diseño y la construcción de la nave
- La posición de la nave en relación a la dirección del viento y los elementos circundantes
- La aplicación de sistemas de control

- La edad y la fase de producción de los cerdos de la instalación

2.3.2.1 Calefacción de las instalaciones porcinas

La necesidad de control de la temperatura en las instalaciones porcinas depende de las condiciones climáticas y de la fase de producción de los animales. En general, en climas fríos o climas con periodos de bajas temperaturas, las naves están aisladas y equipadas con ventilación mecánica. En las regiones más cálidas (latitudes mediterráneas), las altas temperaturas son un factor de mayor influencia en el bienestar y la productividad de los cerdos adultos que las bajas temperaturas. Normalmente no hay necesidad de instalar sistemas de calefacción; el calor corporal de los animales es generalmente suficiente para mantener una temperatura agradable en las instalaciones. En este contexto, los sistemas de control de clima están diseñados principalmente para garantizar una buena circulación de aire.

En algunos sistemas de estabulación para cerdas y cerdos de engorde-acabado, grandes cantidades de paja ayudan a los animales a mantener una temperatura cómoda. No obstante, los factores más importantes son el peso vivo, la edad y la fase de producción. Otros factores que afectan los requisitos de temperatura son:

- Estabulación individual o en grupo
- Sistema de suelo (suelos con enrejado total o parcial o sólidos)
- Cantidad de pienso (energía) que reciben los animales.

Paridera	Cerdos destetados	Cerdas en apareamiento y gestación	Cerdos de engorde-acabado
Corral, 1ª semana hasta 20 °C	7 Kg.hasta 25 °C	Apareamiento hasta 20 °C	20 Kg.hasta 20 °C
	10 Kg.hasta 24 °C	Gestación temprana hasta 20 °C	30 Kg.hasta 18 °C
Zona de lechones, primeros días hasta 30 °C	15 Kg.hasta 22 °C	Gestación media hasta 18 °C	40 Kg.hasta 16 °C
	20 Kg.hasta 20 °C	Fin de gestación hasta 16 °C	50 Kg.hasta 15 °C
	25 Kg.hasta 18 °C		

Tabla 2.7: Ejemplo de requisitos de temperatura aplicados para el cálculo de la capacidad de calefacción en las instalaciones con calefacción para distintas categorías de cerdos sanos [27, IKC Veehouderij, 1993]

Las instalaciones porcinas pueden tener distintos sistemas de calefacción. La calefacción se aplica como calefacción local o central. La calefacción local tiene la ventaja de que se aplica en el lugar donde se necesita. Los sistemas aplicados son:

- Suelos equipados con elementos de calefacción
- Elementos de calefacción situados sobre los corrales que irradian calor sobre los animales y sobre el suelo.

La calefacción por ventilación central se aplica mediante dos métodos:

- Por precalentamiento: El aire entrante se precalienta haciéndolo pasar por un pasillo central para calentarlo a la temperatura mínima, para reducir las fluctuaciones de temperatura y para mejorar el movimiento de aire en la zona de estabulación.
- Por postcalentamiento: la calefacción se aplica al aire una vez ha entrado en la instalación, para reducir las fluctuaciones de temperatura y reducir los costes de calefacción.

La calefacción puede ser directa o indirecta. La calefacción directa se realiza aplicando instalaciones como:

- Radiadores a gas, calefactores de infrarrojos y de gas-aire, y convectores-radiadores con combustión a gas.
- Radiadores eléctricos, lámparas especiales o radiadores cerámicos.
- Calefacción a través del suelo: con estera o en el suelo.

- Calentadores / toberas.

La calefacción indirecta puede compararse con la calefacción central en aplicaciones domésticas. Las instalaciones pueden ser:

- Calderas estándar (eficacia: 50 – 65 %)
- Calderas mejoradas (eficacia mejorada: 75 %)
- Calderas de alta eficacia (alta eficacia: 90 %)

Las calderas pueden ser de diseño abierto o cerrado. Los diseños abiertos utilizan aire interior para el proceso de combustión. Los diseños cerrados toman aire del exterior del edificio y son particularmente adecuados para las zonas con polvo.

2.3.2.2 Ventilación de las naves para cerdos

Los sistemas de ventilación van desde sistemas de ventilación controlados manualmente a sistemas con ventiladores controlados automáticamente. Los siguientes sistemas básicos son ejemplos de sistemas de ventilación de uso común:

- Sistemas mecánicos:
 - Ventilación por extracción
 - Ventilación a presión
 - Ventilación neutral
- Sistemas naturales:
 - Ventilación controlada a mano
 - Ventilación natural controlada automáticamente (VNCA)

Con sistemas mecánicos, la distribución del aire puede ajustarse de forma precisa mediante válvulas, la posición de los ventiladores y el diámetro de las entradas de aire. La ventilación natural depende más de las fluctuaciones naturales de la temperatura del aire exterior y del viento. Con los ventiladores puede conseguirse un flujo de aire más uniforme en la instalación. Esto es importante cuando se considera la aplicación con sistemas de estabulación, ya que la interacción entre el sistema de estabulación (suelo) y el sistema de ventilación afecta a las corrientes de temperatura y las diferencias de temperatura del corral. Por ejemplo, los suelos con enrejado parcial combinan mejor con la ventilación natural, mientras que en los suelos totalmente enrejados puede aplicarse igualmente ventilación natural [120, ADAS, 1999].

El volumen de la zona de estabulación y las aberturas de entrada y salida de aire deben corresponderse para crear la velocidad de ventilación requerida en todo momento. Independientemente de la fase de producción y del sistema de ventilación, debe evitarse una corriente de extracción cerca de los animales. Hasta hace poco, la mayoría de sistemas de ventilación y suministro de calor se instalaban independientemente, pero en las instalaciones nuevas (como en Dinamarca) es común aplicar sistemas integrados que cubren los requisitos de calefacción y ventilación [87, Dinamarca, 2000].

El control y el ajuste de la ventilación son importantes y pueden realizarse en distintos modos. Se aplican equipos electrónicos para medir las revoluciones por minuto. Un ventilador de medición en un tubo de ventilación permite medir a velocidad del aire en el tubo, que está relacionada con una cierta presión y velocidad de revoluciones.

Pueden aplicarse las siguientes técnicas principales de ventilación en las instalaciones porcinas [27, IKC Veehouderij, 1993] [125, Finlandia, 2001]:

La ventilación por extracción en las instalaciones porcinas funciona mediante extractores aplicados en las paredes laterales o en el techo. Ventanas o aberturas de ventilación ajustables permiten la entrada de aire fresco. Los extractores extraen el aire al exterior, normalmente a través del techo en uno o varios puntos. Esto crea una infrapresión y produce corrientes de aire frescas en la nave a través de las entradas. Las entradas de aire fresco están normalmente en la pared cerca del techo o en el techo, de modo que el aire fluye desde la zona entre el tejado y el techo hasta la salida. En los sistemas de ventilación por extracción, es normal que la presión de aire en el interior de la nave sea más baja que en el exterior. La ventilación por extracción funciona bien cuando el clima exterior cálido, por lo que es un sistema muy utilizado y

apropiado en países con clima cálido. En las granjas de cerdos de engorde-acabado, los costes de calefacción pueden ser relativamente bajos si se utiliza ventilación por extracción siempre que esté debidamente ajustada.

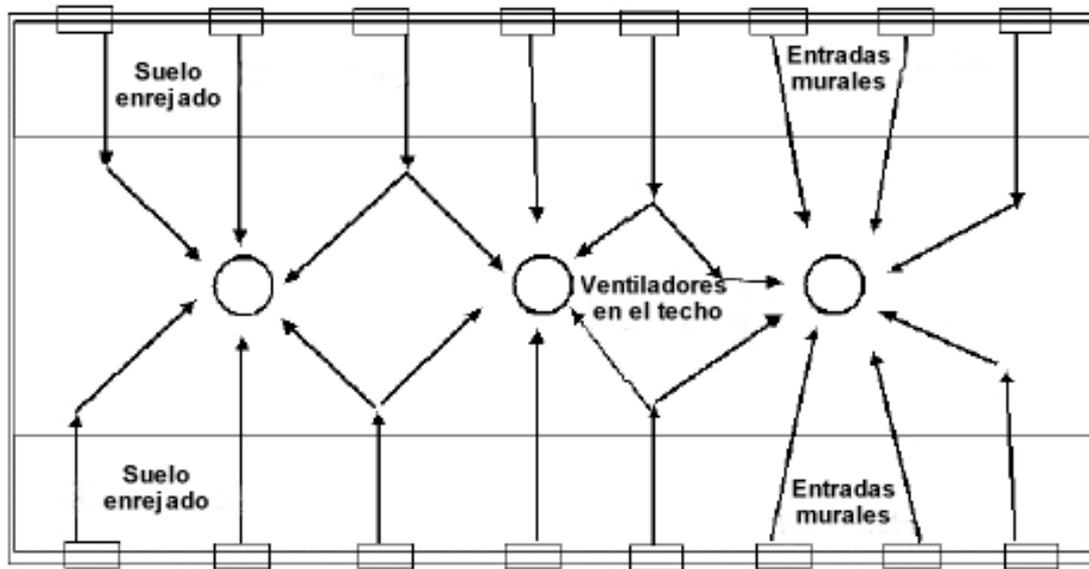


Figura 2.29: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación por extracción [125, Finlandia, 2001]

En las naves con sistemas de ventilación a presión se utilizan ventiladores para impulsar aire al interior de la nave, lo que significa que la presión de aire dentro de la nave es mayor que en el exterior. Debido a la diferencia de presión, el aire fluye hacia el exterior de la nave a través de las salidas. Cuando se utiliza ventilación a presión, el aire que entra en la nave puede precalentarse, con lo que parte de la calefacción en invierno puede hacerse por ventilación. El principal problema de este sistema es que el flujo de aire es bastante irregular si solo se usa un punto de soplado. Al flujo de aire es rápido y el aire está frío cerca del ventilador, pero el caudal de aire se ralentiza rápidamente al alejarse del ventilador. Para evitar este problema pueden usarse canales de soplado. Los canales de soplado se suelen colocar en medio de la nave de cría de cerdos.

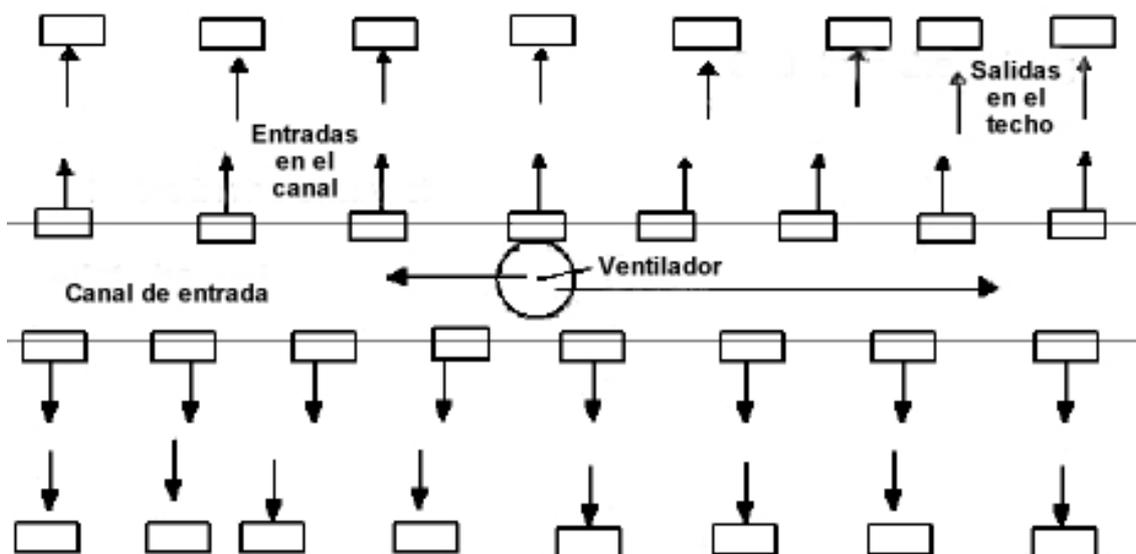


Figura 2.30: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación a presión [125, Finlandia, 2001]

El aire se sopla a un canal que lo distribuye por toda la nave. El caudal de aire, la distribución y dirección de circulación se controlan mediante toberas. A veces la humedad es un problema, ya que debido a que la presión es mayor dentro que fuera produce condensación en las superficies de los canales si el aire no está precalentado. Este es el motivo por el que la ventilación a presión no es muy común en climas fríos. Sólo puede utilizarse en naves de cemento, ya que la humedad puede dañar las maderas de la estructura.

El sistema de ventilación neutro es una combinación de los sistemas de ventilación por extracción y a presión. Al igual que en la ventilación por extracción, el aire se extrae de la nave mediante un ventilador. No obstante, el aire de sustitución no fluye a la nave debido a la presión negativa en la nave, sino que se aspira aire a través de un canal. Así, la diferencia entre la presión de aire dentro y fuera de la nave es mucho menor que en el caso de la ventilación por extracción o a presión. La ventilación neutra consume más energía que la ventilación por extracción o a presión, ya que se aspira y se extrae aire. Los costes de inversión son también mayores, ya que se necesitan el doble de toberas y canales de soplado que en los otros sistemas.

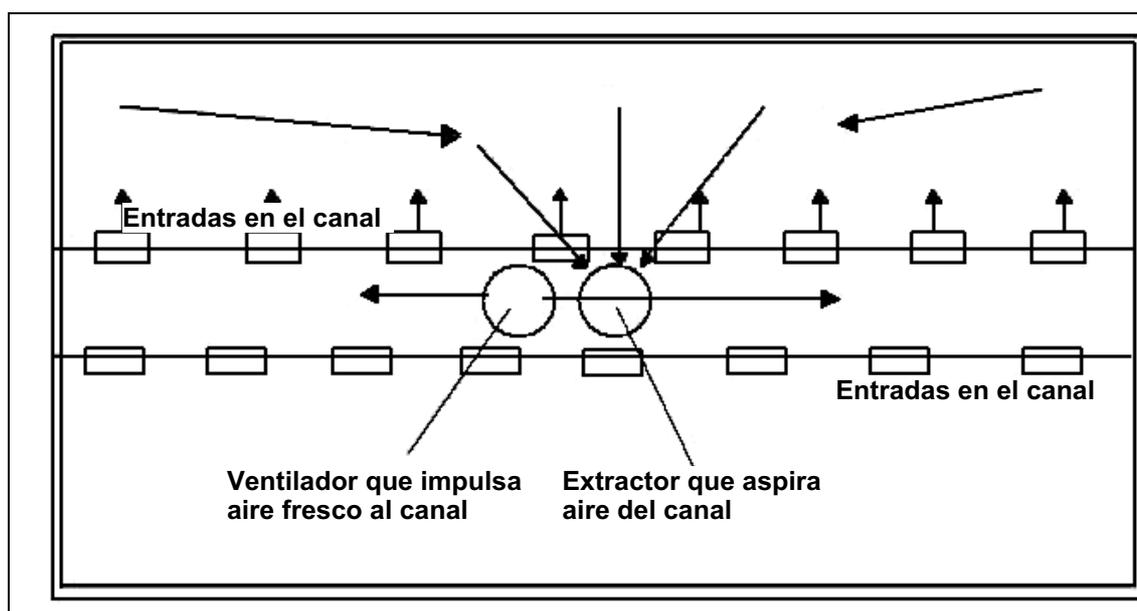


Figura 2.31: Esquema del flujo de aire en un sistema de ventilación neutro [125, Finlandia, 2001]

Los sistemas de ventilación natural se basan en la diferencia de densidad y presión de aire entre el aire cálido y el aire frío debido al viento, la temperatura y el denominado “efecto chimenea”, que hace que el aire cálido ascienda y sea sustituido por aire frío. El “efecto chimenea” depende de la relación entre la abertura y la posición de las entradas y salidas de aire, así como de la inclinación del tejado (25°; 0,46 m por metro de ancho de la nave). Obviamente, el diseño y la construcción de la nave son muy importantes con la ventilación natural. Dado que el efecto se basa en diferencias de temperatura, está claro que el efecto es mayor cuando los requisitos de ventilación son lo más bajos posible (en invierno).

La presión negativa creada naturalmente es relativamente pequeña, incluso en invierno en Finlandia es inferior a 20 Pa, y en verano debe contar con el apoyo de ventilación por extracción o a presión. Así se aplican combinaciones de sistemas de ventilación que funcionan alternativamente según las temperaturas del aire interior y exterior. En países como Holanda, el viento es el factor predominante que influye sobre la ventilación natural.

Pueden aplicarse válvulas ajustables automáticamente en las entradas de aire para controlar la ventilación natural (VNCA). Sensores situados al nivel de los cerdos envían una señal al sistema que ajusta la abertura de las entradas y con ello aumenta o reduce el caudal de aire.

También se aplica ventilación mediante la extracción de aire del canal estercolero en los sistemas con suelos enrejados, y se considera una forma eficaz de reducir las concentraciones de los gases de los purines en la nave. Este sistema tiene requisitos específicos de longitudes y diámetros de los canales de aire.

Independientemente del diseño o principio aplicado, los sistemas de ventilación tienen que proporcionar la velocidad de ventilación requerida, que varía con las distintas fases de producción y la época del año. La velocidad del aire alrededor de los animales debe mantenerse por debajo de 0,15 – 0,20 m/s para evitar el efecto de aspiración.

Las cerdas en apareamiento y gestación tienen requisitos relativamente bajos de temperatura. En España e Italia, muchas granjas aplican sólo ventilación natural, en la que el aire entra directamente desde el exterior a la zona de estabulación de los animales. No obstante en instalaciones grandes con una elevada densidad de animales, los requisitos de ventilación se cubren mediante ventiladores.

Los extractores se utilizan comúnmente, pero por ejemplo en España hay una tendencia hacia los sistemas de ventilación a presión unidos a refrigeración por evaporación (sistemas de refrigeración), que permiten no sólo ventilación, sino también reducciones de la temperatura del aire dentro de la nave.

En toda Europa, en las parideras y cubículos de cochinitos destetados, es frecuente controlar el clima interior mediante sistemas de ventilación automáticos (controlados por sensor) con calentamiento del aire. La entrada de aire se realiza normalmente a través de un pasillo central (indirecto), y se evitan diseños del sistema de ventilación en los que el tiro esté cerca de los animales.

Durante las primeras semanas, se aplica calefacción local adicional a los lechones. Muchas veces se instala una estufa (a gas o eléctrica) sobre la zona de descanso con piso sólido (sin enrejado). La superficie para descanso puede también calentarse haciendo circular agua caliente a través de los tubos de un depósito situado bajo la superficie del suelo.

Los cochinitos destetados tienen todavía requisitos de temperatura que hacen necesario el control de la temperatura y la ventilación. Puede requerirse calefacción durante el clima frío, para lo que se utilizan los siguientes sistemas de calefacción: radiadores – lámparas de infrarrojos, calefacción eléctrica (cubierta térmica con calentamiento resistivo) y también tubos de calefacción de agua caliente (bajo el suelo o mediante tubos elevados).

La calefacción de las naves de cerdos de engorde y acabado no suele ser frecuente, ya que su calor corporal es normalmente suficiente para crear un ambiente confortable. En los corrales de cerdos de crecimiento, en ocasiones se aplican cubiertas móviles para crear una zona de descanso más cómoda en las primeras semanas. La mayoría de naves para cerdos de engorde-acabado son con ventilación natural con entrada de aire directamente a la zona de corrales, aunque también se emplean extractores.

Algunas explotaciones, situadas en zonas en las que las temperaturas veraniegas son extremadamente altas utilizan sistemas de refrigeración por nebulizadores de agua para reducir la temperatura en las instalaciones.

2.3.2.3 Iluminación de las instalaciones porcinas

Los requisitos de iluminación para cerdos se establecen en la Directiva 91/630/CEE, que indica que los cerdos no pueden mantenerse permanentemente en la oscuridad y que necesitan luz comparable a las horas normales de luz diaria. Debe haber luz disponible para un buen control de los animales y no tiene una influencia negativa sobre la producción porcina. La luz puede ser artificial o luz natural a través de ventanas, aunque normalmente se aplica luz eléctrica adicional.

Se utilizan distintos tipos de lámparas con distintos consumos energéticos. Los fluorescentes son hasta siete veces más eficaces que las bombillas incandescentes, pero generalmente son más caros de comprar. Las instalaciones de iluminación deben ser conformes a los estándares normalizados para funcionamiento seguro, y deben ser resistentes al agua. Las luces se instalan de modo que se garantice suficiente radiación (nivel de luz) para permitir las actividades normales de mantenimiento y control.

2.3.3 Sistemas de alimentación y abrevadero de cerdos

2.3.3.1 Formulación de los piensos porcinos

La alimentación del cerdo tiene por finalidad aportar la cantidad requerida de energía neta, los aminoácidos esenciales, minerales, oligoelementos y vitaminas para el crecimiento, el engorde o la reproducción. La composición y suministro de pienso porcino es un factor clave en la reducción de las emisiones al entorno derivadas de las explotaciones porcinas.

La formulación de los piensos porcinos es un asunto complejo, que debe combinar muchos componentes distintos en la forma más económica. Hay distintos factores que influyen en la composición de pienso. Los componentes utilizados en la formulación de los piensos vienen determinados por la zona geográfica. Por ejemplo, en España, los cereales se utilizan más frecuentemente en las regiones del interior, mientras que en las zonas costeras los cereales pueden ser sustituidos parcialmente por yuca. Ahora es habitual aplicar distintos piensos con formulaciones específicamente adaptadas a los requisitos de los cerdos. Por ejemplo, para las cerdas se aplica alimentación en 2 fases, y para los cerdos de acabado en 3 fases. Esta sección sólo puede dar una visión general reducida de los elementos que se combinan en los piensos porcinos.

Una característica importante de un pienso es su contenido energético y en particular la cantidad de energía de la que puede disponer el cerdo, o energía neta. La energía neta de un pienso indica la cantidad máxima de energía que puede almacenarse como tejido graso, y se expresa en MJ/Kg.

El pienso debe suministrar los aminoácidos esenciales para los cerdos, ya que su metabolismo no puede suministrarlos. Son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (+cistina), fenilalanina (+tirosina), treonina, triptófano y valina. Por lo que respecta a los dos aminoácidos que contienen azufre, metionina y cistina, el último no es esencial, pero dado que la metionina es un precursor de la cistina (dos moléculas de cistina producen una molécula de metionina), siempre van unidos. Los primeros aminoácidos limitantes son: lisina, metionina (+cistina), treonina y triptófano. Para evitar carencias, los piensos porcinos deben cubrir los requisitos mínimos seleccionando los componentes adecuados o añadiendo aminoácidos sintéticos [172, Dinamarca, 2001] [201, Portugal, 2001].

Los requisitos de los cerdos en cuanto a minerales y oligoelementos son un asunto complejo, y más aún debido a las interacciones existentes entre ellos. Sus dosis en los piensos se miden en g/Kg. (minerales) o mg/Kg. (oligoelementos). Los más importantes son el Ca y el P (digerible) para el tejido óseo. El Ca es también importante para la lactación, y el P es importante para el sistema energético. A menudo sus funcionalidades están relacionadas, por lo que hay que prestar atención a sus proporciones. Los requisitos mínimos varían para las distintas fases de producción o aplicaciones. Para las primeras fases de crecimiento (incluido destete) y lactación, se requiere más Ca y P que para engorde y acabado. Mg, K, Na y Cl se suministran normalmente en niveles suficientes para cubrir los requisitos.

Los requisitos de oligoelementos se definen como niveles mínimos y máximos, ya que los elementos son tóxicos por encima de ciertas concentraciones.

Oligoelementos importantes son Fe, Zn, Mn, Cu, Se y I. Normalmente se pueden atender los requisitos pero el Fe se administra a los lechones mediante inyección. El cobre y el zinc pueden añadirse a la ración de pienso de los cerdos en una cantidad mayor que los requisitos reales de producción, con el fin de aprovechar el efecto farmacológico y los efectos positivos sobre el rendimiento de la producción (efecto auxínico). No obstante, se han adoptado reglamentos europeos o nacionales, por ejemplo en Italia, relativos a los aditivos en los piensos, que aplican límites a la adición de cobre y zinc con el fin de reducir la cantidad de estos dos metales en los purines.

Las vitaminas son sustancias orgánicas que son importantes para muchos procesos fisiológicos, pero que normalmente no pueden ser procuradas (o lo son de forma insuficiente) por el animal en sí, por lo que deben agregarse al pienso porcino. Hay dos tipos de vitaminas:

- Vitaminas liposolubles: A, D, E, K
- Vitaminas hidrosolubles: B, H (Biotina) y C.

Las vitaminas A, D, E y K se suministran de forma regular, pero las vitaminas B, H y C se suministran a diario, ya que los animales no pueden almacenarlas (excepto la B12). Hay requisitos mínimos para la concentración de vitaminas en el pienso, pero los requisitos de los cerdos se ven afectados por muchos factores como el estrés, las enfermedades y la variación genética. Para poder atender los distintos requisitos, los productores de pienso aplican un margen de seguridad, que significa que normalmente se suministran más vitaminas de las necesarias.

Pueden añadirse otras sustancias a los piensos porcinos con el fin de mejorar:

- Los niveles de producción (crecimiento, índice de conversión de pienso): Ej.: antibióticos y sustancias que promueven el crecimiento
- Características técnicas del pienso (sabor, estructura).

Pueden agregarse ácidos orgánicos y sales ácidas por su efecto para que el pienso sea más digerible y para permitir un mejor aprovechamiento de la energía del pienso.

Las enzimas son sustancias que favorecen las reacciones químicas de los procesos digestivos de los cerdos. Mejorando la digestibilidad, aumentan la disponibilidad de los nutrientes y mejoran la eficacia de los procesos metabólicos [201, Portugal, 2001].

Un factor de preocupación respecto a la importancia medioambiental de los aditivos de los piensos en la producción ganadera intensiva, es el relacionado con el uso de los antibióticos, y el riesgo potencial de desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos. Su aplicación está por lo tanto fuertemente regulada, y el registro de estas sustancias está organizada a nivel europeo. Los antibióticos y promotores del crecimiento autorizados pueden utilizarse a lo largo de todo el periodo de crecimiento, ya que se considera que no dejan residuos en el cuerpo, puesto que sus metabolitos no atraviesan la barrera intestinal [201, Portugal, 2001].

Se ha elaborado un informe por parte de la Comisión Europea [36, EC, 1999] sobre los aspectos del uso de antibióticos en el sector de producción animal, resumido en una nota por Dijkmans [32, Vito, 1999]. Reporta la resistencia de las bacterias que propagan enfermedades frente a una amplia gama de antibióticos es un problema creciente para la ciencia médica. La resistencia creciente es causada por la aplicación creciente de antibióticos en la medicina humana, en la veterinaria, y como aditivos para piensos en la cría de animales e incluso para la protección de las plantas.

Debido al uso de antibióticos en el pienso, pueden desarrollarse microorganismos resistentes a los antibióticos en el tracto gastrointestinal de los animales. Existe la posibilidad de que estas bacterias resistentes puedan contagiar a las personas que trabajan en la granja o se encuentran en sus proximidades. El material genético (ADN) puede ser adoptado por otros patógenos bacterianos humanos. Las posibles vías de infección de personas son el consumo de carne o agua contaminada, o de alimentos contaminados por estiércol. También puede existir riesgo de infección de las personas que viven cerca de la granja.

En varios países, se lleva a cabo una alimentación sin antibióticos, como en Suecia, que tiene una prohibición total de todo tipo de antibióticos en el pienso (incluidos los autorizados en la UE) y en Dinamarca, que también prohíbe totalmente los antibióticos en el pienso. En otros Estados Miembros hay propuestas en estudio para la prohibición total del uso de antibióticos. Los verdaderos efectos de los antibióticos sobre los índices de conversión de pienso y sobre la producción de estiércol no están reconocidos de forma unánime internacionalmente. Análogamente, los efectos medioambientales de los antibióticos son también desconocidos, como la resistencia del suelo y del agua, así como las consecuencias para la ecología del suelo y del agua. Los antibióticos pueden todavía administrarse directamente a los animales en todos los Estados Miembros, incluso aunque no se utilicen en los piensos [183, NFU/NPA, 2001].

2.3.3.2 Sistemas de alimentación

No existen sistemas uniformes que se apliquen en toda Europa para la alimentación de cerdos. Los sistemas de alimentación pueden estar vinculados con las prácticas de alimentación, que normalmente van unidas al tipo de producción. Por ejemplo, en el Reino Unido, hay productores de cochinitos destetados que producen cerdos de 30 Kg. a partir de sus propias cerdas, explotaciones de engorde que compran los cerdos de 30 Kg. y los acaban a unos 90 Kg., y criadores-cebadores que tienen sus propias cerdas, crían sus propios lechones y los acaban a unos 90 Kg. [131, FORUM, 2001].

El diseño de la instalación de alimentación depende de la estructura del pienso porcino. Los piensos líquidos son los más comunes, pero por ejemplo en España se aplican piensos sólidos en el 98% de las granjas. Los regímenes son de alimentación libre o restringida. Por ejemplo, en Italia se aplica la siguiente variación [127, Italia, 2001]:

- En las cerdas en apareamiento/gestación: el 80 % de las granjas utilizan piensos líquidos; el otro 20%, piensos secos.
- Las cerdas parturientas y los cochinitos destetados reciben (se supone) pienso seco.
- Los cerdos de engorde/acabado son alimentados con pienso líquido en el 80% de las granjas, 5% son alimentados con pienso húmedo, pienso seco más bebederos en un 5 %, y pienso seco en un 15%.

Por lo que respecta a los sistemas de alimentación, se han dado descripciones en [27, IKC Veehouderij, 1993] y [125, Finlandia, 2001]. El sistema de alimentación consiste en los siguientes elementos:

- El comedero
- La instalación de almacenamiento
- La preparación
- El sistema de transporte
- El sistema de dosificación

La alimentación puede variar desde totalmente manual hasta sistemas totalmente mecanizados y automatizados. Se utilizan comederos de distintos diseños y se dispone de elementos para evitar que los cerdos se echen a los comederos. El pienso se suministra muchas veces seco y se mezcla con agua. Se compran distintos piensos secos para permitir una mezcla próxima al contenido de nutrientes requerido. El pienso seco es transferido normalmente desde el depósito de almacenamiento a las máquinas de mezcla mediante alimentadores de espiral.

Los alimentadores líquidos consisten en un recipiente de mezcla, en el que el pienso se mezcla con agua, y tuberías para distribuirlos a los animales. El racionamiento de la mezcla puede hacerse automáticamente pesando las cantidades exactas o controlando el peso por ordenador, mezclando de acuerdo con el plan de alimentación y usándolo en sustitución del pienso cuando sea necesario. La alimentación líquida puede también utilizarse manualmente pesando y mezclando las cantidades requeridas.

En algunas instalaciones de estabulación libre para cerdas en apareamiento y gestación las máquinas de alimentación consisten en una estación de alimentación central que detecta una etiqueta alrededor del cuello de la cerda. La máquina identifica al animal y suministra la cantidad requerida. La cantidad y el suministro se ajustan para permitir que la cerda coma todo cuanto quiera y con la frecuencia necesaria.

La distribución varía con el tipo de pienso. El pienso seco puede transportarse mediante un carro de alimentación o mecánicamente mediante tuberías o transportadores de espiral, del mismo modo que el pienso líquido. El pienso líquido se impulsa a través de un sistema de tubos de plástico, en el que la presión es proporcionada por el sistema de bombeo. Hay bombas centrífugas, que pueden bombear grandes cantidades y que pueden conseguir presiones de unos 3 bares. Las bombas de desplazamiento tienen una menor capacidad, pero están menos limitadas por la presión acumulada en el sistema.

La elección del sistema de alimentación es importante, y que puede influenciar la ganancia de peso diaria, el índice de conversión del pienso y el porcentaje de pérdida de pienso [124, Alemania, 2001].

Sistema de alimentación	Ganancia de peso diaria, g/día	Conversión del pienso, Kg./Kg.	Pérdidas %
Pienso seco	681	3,05	3,23
Dispensador automático de pasta	696	3,03	3,62
Pienso líquido	657	3,07	3,64

Tabla 2.8: Efecto del sistema de alimentación sobre la ganancia de peso, el índice de conversión de pienso y las pérdidas de pienso [124, Alemania, 2001]

2.3.3.3 Sistemas de suministro de agua

Para el suministro de agua hay disponible una gran variedad de sistemas de bebederos. El agua de bebida puede obtenerse de pozos profundos o de la red de suministro público. La calidad del agua es la misma que para el consumo humano. En algunos Estados Miembros, las instalaciones tienen un depósito principal de gran capacidad y con posibilidades de tratamiento desinfectante; dentro de cada nave o sector puede haber depósitos de menor tamaño para permitir la distribución de agua junto con medicamentos o vitaminas. Se utilizan distintos sistemas de suministro de agua, como boquillas, tazas o caños [130, Portugal, 2001].

El agua de bebida puede distribuirse a los animales en distintas formas:

- Mediante bebederos de boquilla en el bebedero
- Mediante bebederos de boquilla en una taza
- Mordiendo una boquilla
- Llenando el bebedero

Presionando una boquilla con su hocico, el cerdo puede hacer que el agua entre en el bebedero o en la taza. Las capacidades mínimas requeridas van desde 0,75–1,0 litros por minuto para lechones y 1,0 - 4,0 litros por minuto para cerdas.

Una boquilla de mordida suministra agua cuando el cerdo la chupa y abre una válvula. El agua no cae en un bebedero o taza. La capacidad de la boquilla de mordida es de 0,5-1,5 litros por minuto.

El abrevado de los animales llenando el bebedero puede variar desde un simple grifo a un sistema de dosificación computerizado que mide exactamente el volumen requerido.

2.4 Procesado y almacenamiento del pienso para animales

Muchas de las actividades de la granja se dedican al procesado y almacenamiento de pienso. Muchos granjeros obtienen pienso de productores externos. Puede usarse directamente o requiriendo sólo un procesado muy sencillo. Por otra parte, algunas empresas grandes producen la mayor parte de los ingredientes básicos por sí mismas y compran algunos aditivos para producir las mezclas de piensos.

El procesado de alimentos consiste en la molturación o trituración y mezcla de los mismos. La mezcla de alimentos para obtener un pienso líquido se realiza a menudo poco antes de alimentar a los animales, ya que este líquido no puede conservarse durante mucho tiempo. La molturación y trituración son laboriosas y requieren mucha energía. Otras partes de la instalación que consumen energía son el equipo de mezcla y las cintas transportadoras o generadores de presión de aire utilizados para transportar el pienso.

El procesado del pienso y las instalaciones de almacenamiento del pienso están situados normalmente lo más cerca posible de las naves de los animales. El pienso producido en la granja se almacena normalmente en silos o en depósitos como los de cereales secos; las emisiones de gases se limitan entonces a la emisión de dióxido de carbono de la respiración.

El pienso industrial puede ser húmedo o seco. Si es seco, a menudo está en forma de pellets o granulado para facilitar su manipulación. El pienso seco se transporta en camiones cisterna y se descarga directamente en silos cerrados, por lo que no suele haber problemas de emisiones de polvo.

Hay muchos diseños distintos de silos y materiales empleados. Pueden ser planos en la parte inferior para estar de pie sobre el suelo, o cónicos y reposar sobre una estructura de soporte. Sus tamaños y capacidades de almacenamiento son diversos. Actualmente suelen estar hechos de poliéster o de un material similar, y el interior es lo más liso posible para evitar que queden residuos adheridos a las paredes. Para piensos líquidos se utilizan materiales que resistan productos de bajo pH o temperaturas elevadas.

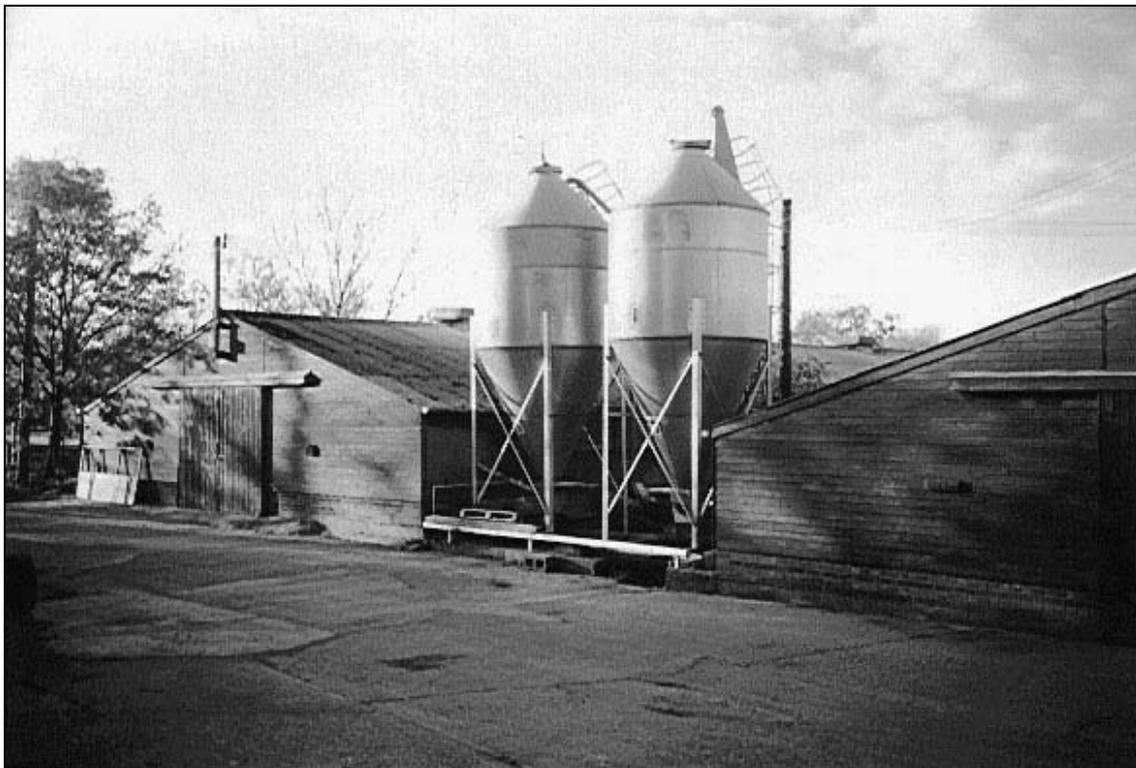


Figura 2.32: Ejemplo de silos construidos cerca de naves de pollos de carne (Reino Unido)

Los silos suelen ser una construcción simple, pero hay diseños (italianos) en el mercado que pueden transportarse en partes y montarse en la misma granja. Los silos están normalmente equipados con un punto de control para inspección interna y un dispositivo para ventilación o para aliviar la sobrepresión durante el llenado. También hay equipos para airear y remover el contenido (especialmente soja) y para permitir un cómodo transporte del pienso al exterior del silo.

2.5 Recogida y almacenamiento de estiércol

El estiércol es un material orgánico que suministra materia orgánica al suelo, junto con nutrientes para las plantas (en concentraciones relativamente pequeñas en comparación con los fertilizantes minerales). Se recoge y almacena en forma de *purines* o como *estiércol sólido*. El estiércol de la ganadería intensiva no se almacena necesariamente in situ, y se tiene particular cuidado en las explotaciones de pollos de carne, debido al riesgo de propagación de enfermedades.

El *purín* consiste en excreciones producidas por el ganado en un terreno o nave mezclado con agua de lluvia y agua de lavado y, en algunos casos, con residuos de cama de paja y pienso. El estiércol puede bombearse o evacuarse por gravedad.

El *estiércol sólido* incluye el estiércol de granja y consiste en material de los recintos cubiertos con paja, excreciones con mucha paja, o sólidos de un separador mecánico de purines. La mayoría de sistemas avícolas producen estiércol sólido, que generalmente puede amontonarse. El estiércol de cerdo se manipula normalmente como purín líquido.

El purín puede almacenarse durante largos periodos de tiempo en un estercolero situado bajo la nave de la explotación, pero en general el almacenamiento interno es temporal y el estiércol se retira temporalmente a una instalación de almacenamiento exterior en la granja para su ulterior procesado. Las instalaciones de almacenamiento tienen normalmente una capacidad mínima para garantizar el almacenamiento hasta que sea posible o esté permitida una ulterior manipulación del estiércol (Tabla 2.9). Para el almacenamiento de purines en particular, la capacidad requerida tiene que permitir un cierto margen de maniobra y también agua de lluvia según el tipo de almacenamiento de purines aplicado. La capacidad depende del clima en relación con los periodos en los que la aplicación al suelo no es posible o no esta permitida en relación con el tamaño de la granja (número de animales) y la cantidad de purines producida, y se expresa en meses más que en m³. Un periodo de almacenamiento utilizado comúnmente es de 6 meses y los tanques grandes de purines pueden contener fácilmente más 2.000 m³.

Estado Miembro	Capacidad de almacenamiento externo de estiércol ¹⁾ (meses)	Clima
Bélgica	4 – 6	Atlántico / Continental
Luxemburgo	5	Atlántico / Continental
Dinamarca	6 – 9	Atlántico
Finlandia	12 (excepto para cama de paja profunda)	Boreal
Francia	3, 4 y (Bretaña) 6	Atlántico
Alemania	6	Continental
Austria	4	Continental
Grecia	4	Mediterráneo
Irlanda	6	Atlántico
Italia	3 (estiércol sólido) 5 (purines)	Mediterráneo
Portugal	3 – 4	Mediterráneo
España	3 o más	Mediterráneo
Suecia	8 – 10	Boreal
Holanda	6 (purines) duración del ciclo interior para aves	Atlántico
Reino Unido	4 – 6	Atlántico

1) la cama de paja de los sistemas de cría avícola con libertad de movimiento se considera como espacio de almacenamiento

Tabla 2.9: Tiempos de almacenamiento del estiércol avícola y porcino en determinados Estados Miembros [191, EC, 1999]

El estiércol puede tener un contenido relativamente elevado de materia seca (gallinaza desecada y estiércol de corrales con paja), o puede ser una mezcla de estiércol, orina y agua de limpieza denominada purín. Las instalaciones para el almacenamiento de estiércol están normalmente diseñadas y gestionadas de modo que las sustancias que contienen no puedan escapar.

El diseño del material a utilizar debe escogerse frecuentemente de acuerdo con especificaciones y requisitos técnicos establecidos en directrices o en reglamentos nacionales o regionales (Ej. Alemania Reino Unido, Bélgica). Los reglamentos se basan con frecuencia en reglamentos sobre el agua, y su objetivo es evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. También incluyen disposiciones para el mantenimiento e inspección, así como procedimientos a seguir en el caso de una fuga de purines que pudiera suponer un riesgo de daño a los recursos hídricos.

La planificación espacial del almacenamiento de estiércol en las granjas está regulada para la protección de los recursos hídricos y para proteger los objetos sensibles en la vecindad de la granja contra los malos olores. Los reglamentos prescriben distancias mínimas, según el número de animales y las características específicas del lugar, como la dirección dominante del viento y el tipo de vecindario.

Normalmente se aplican los siguientes tipos de almacenamiento de estiércol:

- Almacenamiento de estiércol sólido y con yacija
- Estercoleros o depósitos de purines
- Balsas

2.5.1 Estiércol avícola

La mayor parte del *estiércol sólido* se produce en las naves y puede almacenarse en las mismas hasta que se retire tras el ciclo de producción, aproximadamente:

- Cada año para gallinas ponedoras con sistemas de fosa de estiércol y cama de paja
- Cada 6 meses para pollos de carne (broilers)
- Cada 16 a 20 meses para pavos, y cada 50 días para patos.

Por ejemplo, en Holanda la mayoría (89 %) de granjas de gallinas ponedoras tienen una capacidad de almacenamiento de 1 semana, un 10 % tiene una capacidad de 1 año y un 1 % de hasta 3 años (sistemas de fosa de estiércol).

Algunos sistemas de producción de huevos (gallinas ponedoras) permiten una retirada más frecuente, casi diaria, del estiércol. En los sistemas de gallinero con salida libre, las aves tienen acceso al exterior y se depositarán excrementos en el terreno.

Las gallinas ponedoras producen excrementos con un contenido típico de humedad del 80–85 %, que se reduce a un 70–75 % en el momento de la retirada diaria del estiércol. El contenido inicial de humedad puede estar influenciado por la nutrición, mientras que la velocidad de desecación depende del clima externo, del entorno de la nave de producción, de la ventilación y del sistema de manipulación del estiércol. Algunos sistemas permiten secar el estiércol para reducir el contenido de humedad con el fin de reducir las emisiones de amoníaco. En algunas instalaciones de gallinas ponedoras se utilizan sistemas con yacija similares a las de pollos de carne. La recogida in situ del estiércol y los sistemas de almacenamiento se describen en la Sección 2.2.1.

Los pollos de carne (broilers) se estabulan normalmente sobre una cama de aserrín, virutas o paja que, en combinación con los excrementos de las aves, produce un estiércol bastante seco (alrededor de un 60 % de materia seca) y desmenuzable, que se suele denominar gallinaza. En ocasiones se utiliza papel triturado como yacija. La calidad de la gallinaza se ve afectada por la temperatura y por la ventilación, por el tipo de bebederos y su gestión, por la densidad de aves, la nutrición y la salud de las aves. Los sistemas se describen en la Sección 2.2.2.

Los pavos se estabulan normalmente sobre cama de aserrín de unos 75 mm de espesor, que produce una gallinaza con alrededor de un 60 % de materia seca, similar a la gallinaza de pollos de carne. Los sistemas se describen en la 2.2.3.

Los patos están normalmente sobre cama de paja aplicando la mayor cantidad posible en las instalaciones de acabado. Se vierte mucha agua, lo que produce una gallinaza con un contenido relativamente bajo de materia seca. Los sistemas se describen en la Sección 2.2.3.

2.5.2 Estiércol porcino

Los purines pueden almacenarse bajo suelos total o parcialmente enrejados en las explotaciones ganaderas. El periodo de almacenamiento puede ser bastante corto, pero puede extenderse a varias semanas, según el diseño. La recogida in situ del estiércol y los sistemas de almacenamiento se describen en la Sección 2.3. Si se requiere almacenamiento ulterior, el purín se transfiere normalmente por gravedad o se bombea a canales estercoleros y/o directamente a depósitos de purines. En algunos casos se utilizan tanques de purines.

Cuando se utilizan cantidades importantes de paja para la cama, se forma *estiércol sólido*, que puede retirarse de las naves regularmente (cada 1, 2 o 3 días) o (en naves con cama de paja profunda) cuando se mueven partidas de cerdos cada varias semanas. El estiércol sólido y el estiércol de granja se guardan normalmente en patios de cemento o en lugares habilitados en el campo para su esparcimiento en el suelo.

Muchas granjas de cerdos producen tanto *purines* como estiércol *sólido*. Hay tendencia a recoger los excrementos y los purines por separado para reducir las emisiones de amoníaco de las instalaciones. Pueden mezclarse nuevamente en su almacenamiento si no se requiere tratamiento ulterior de los purines o del estiércol sólido [201, Portugal, 2001].

2.5.3 Sistemas de almacenamiento de estiércol sólido y de estiércol con yacija

Los estiércoles sólidos y con yacija se transportan normalmente mediante palas mecánicas o transportadores de cintas o de cadena, y se almacenan sobre un suelo de cemento impermeable en cobertizos abiertos o cerrados. El lugar de almacenamiento puede disponer de paredes laterales para evitar que haya circulación de estiércol o de agua de lluvia. Estas construcciones están muchas veces unidas a un depósito de efluente para almacenar la fracción líquida por separado. El depósito puede vaciarse regularmente, o su contenido puede transferirse a un estercolero de purines. También se utilizan construcciones de doble nivel, que permiten que la fracción líquida del estiércol y el agua de lluvia caigan a un estanque situado bajo la zona de almacenamiento de estiércol (Figura 2.33).



Figura 2.33: Almacenamiento de estiércol con yacija con contención separada de la fracción líquida (Italia)

Antes de la aplicación al suelo se crean montones temporales en el campo. Pueden permanecer ahí varios días o incluso varios meses, por lo que deben situarse en lugares donde no haya riesgo de que el líquido que se desprende pueda contaminar cursos de agua o aguas subterráneas.

Sólo hay un Estado Miembro (*Finlandia: Esquema de Protección del Entorno Agrícola General en el marco de su Programa Agroambiental al que se hallan adscritas el 90 % de las granjas*) requiere en la actualidad que dichos montones estén protegidos por una cubierta.

2.5.4 Sistemas de almacenamiento para purines

2.5.4.1 Almacenamiento de los purines en depósitos o estercoleros

El purín es bombeado desde el estercolero o canal estercolero del interior de la nave a un depósito externo de purines. El estiércol se transporta a través de una tubería o mediante una cisterna, y puede almacenarse en estercoleros situados a nivel del suelo o soterrados.

Los sistemas de almacenamiento de purines consisten en instalaciones de recolección y de transferencia. Las instalaciones de recolección son elementos técnicos (canales, desagües, fosas sépticas, conductos, compuertas) para la recogida y conducción de purines y de otros efluentes, incluida la estación de bombeo. Las válvulas y compuertas son elementos importantes para controlar el reflujó. Aunque todavía son frecuentes los diseños de válvula simple, se recomiendan los diseños de doble válvula (compuesta deslizante) por motivos de seguridad.

Las instalaciones técnico-estructurales destinadas a la homogeneización y transferencia de purines y de purines se denominan instalaciones de transferencia.

Los estercoleros soterrados y los pozos colectores se utilizan con frecuencia para almacenar pequeñas cantidades de purines y pueden actuar como pozos colectores para recoger el estiércol antes de que se bombee a un estercolero mayor. Normalmente son construcciones cuadradas construidas con bloques o ladrillos reforzados enlucidos, hormigón armado preparado in situ, paneles prefabricados de cemento, paneles de acero o plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP). Con bloques o ladrillos, se presta especial atención a la impermeabilidad, aplicando un revestimiento o recubrimiento elástico. Ocasionalmente, los depósitos más grandes se construyen con hormigón armado o encofrados, o paneles de cemento; pueden estar por encima del suelo o parcialmente bajo tierra, y suelen ser de forma rectangular. Los tanques soterrados de elementos de hormigón armado con capacidades de hasta 3000 m³ son los depósitos más corrientes para purines en las regiones frías como Finlandia [188, Finlandia, 2001].

Los depósitos circulares por encima del nivel del suelo son normalmente de paneles de acero o secciones de cemento en forma curva. Los paneles de acero están recubiertos para protegerlos contra la corrosión, normalmente con una capa de pintura o cerámica. Algunos depósitos de paneles de cemento pueden estar parcialmente bajo tierra. Normalmente, todos los depósitos se construyen sobre una base de hormigón armado apropiadamente diseñada. En todos los diseños de depósitos, el grosor de la placa de base y la estanqueidad de la junta en la unión de la pared con la base del tanque son características muy importantes para evitar fugas de estiércol. Un sistema típico tiene un pozo colector con una tapa de rejilla junto al depósito principal. Se utiliza una bomba para transferir los purines al depósito principal; la bomba puede estar equipada con una salida adicional para permitir la mezcla del estiércol en el pozo colector. Los depósitos de purines por encima del nivel del suelo se llenan a través de un tubo con una abertura por encima o por debajo de la superficie del purín. Antes de su vaciado o de su llenado, los purines se mezclan normalmente a fondo con sistemas de agitación hidráulicos o neumáticos, con el fin de agitar la materia sedimentada y flotante y obtener una distribución uniforme de los nutrientes. La mezcla del purín puede realizarse con hélices, montadas en el lateral del depósito o suspendidas con una grúa sobre la parte superior del depósito. La agitación puede causar emisiones repentinas de grandes cantidades de gases nocivos y se requiere una adecuada ventilación de gases nocivos, por lo que se requiere una adecuada ventilación, particularmente si se realiza en un lugar cubierto.

El depósito principal puede tener una salida con válvula para permitir su vaciado al pozo colector, o puede vaciarse alternativamente mediante una bomba existente en el depósito (Figura 2.34).

Los depósitos de purines pueden ser abiertos o estar cubiertos con una capa natural o artificial de materia flotante (como materiales granulados, broza de paja o una membrana flotante) o con una cubierta firme (como un techo de lona o cemento) para protegerlos del agua de lluvia y reducir las emisiones.

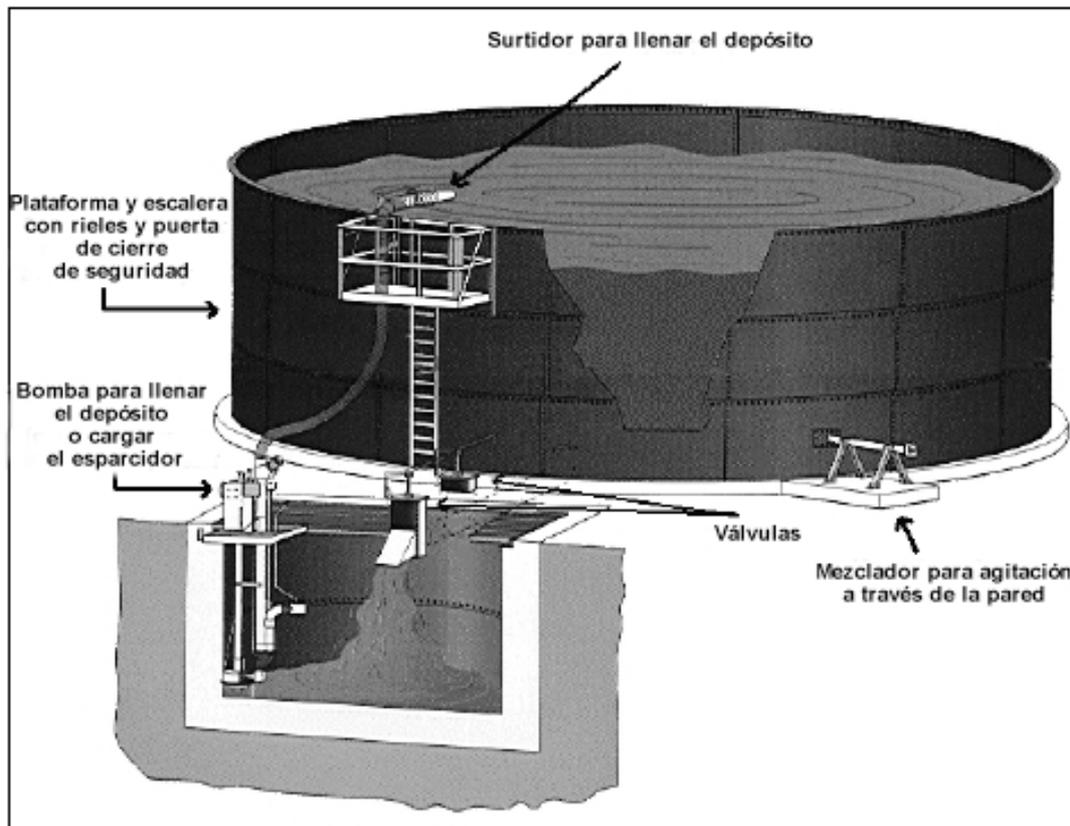


Figura 2.34: Estercolero sobre el nivel del suelo con pozo colector bajo tierra [166, Fabricante de tanques, 2000]

2.5.4.2 Almacenamiento de purines en balsas

Las balsas se aplican comúnmente en muchos Estados Miembros para almacenar los purines durante largos periodos de tiempo. Los diseños van desde simples estanques sin ningún elemento adicional a instalaciones de depósito relativamente bien controladas con fondo de plástico grueso (Ej. polietileno o goma butílica) que protege el suelo situado debajo. La capacidad de una balsa depende de la producción de estiércol de la empresa y de los requisitos adicionales. No hay medidas adicionales que caractericen una balsa típica cuando se construye con la finalidad exclusiva de servir de depósito [201, Portugal, 2001]. Los purines pueden mezclarse mediante bombas o hélices.

El terreno utilizado para construir una balsa debe tener propiedades especiales para asegurar su estabilidad y baja permeabilidad, lo que normalmente implica un elevado contenido de arcilla. Estos depósitos se construyen bajo tierra, sobre el nivel del suelo, o parte bajo y parte sobre el nivel del suelo. Las balsas se calculan asimismo con un cierto margen de maniobra (Figura 2.35)

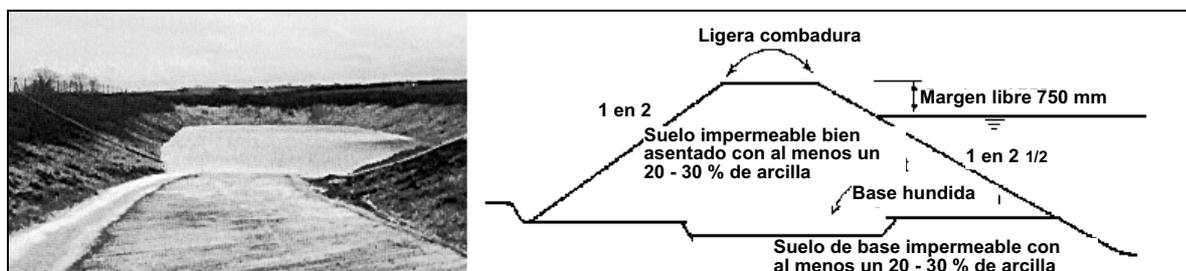


Figura 2.35: Balsa y características de diseño [141, ADAS, 2000]

Los purines se transportan mediante tuberías o con una cisterna al vacío, y estas balsas pueden estar equipadas con una rampa de acceso. Las balsas suelen estar valladas para evitar accidentes.

En algunas granjas (Ej. en Italia y Portugal) se utiliza un sistema de múltiples balsas. En Portugal, estos sistemas están normalmente diseñados y explotados para cumplir con los requisitos de tratamiento. No obstante, dado que el purín debe permanecer en estos sistemas durante un periodo de tiempo considerable, las balsas pueden también servir como depósito [201, Portugal, 2001]. En cada balsa, el estiércol se mantiene durante un cierto periodo de tiempo para su degradación aeróbica o anaeróbica. Por último, el purín se extrae del último depósito para su proceso ulterior. El transporte entre los distintos depósitos puede realizarse mecánicamente o por gravedad, aprovechando la orografía natural del terreno.

2.5.4.3 Almacenamiento de purines en sacos flexibles

Para el almacenamiento a corto plazo de cantidades relativamente pequeñas de purín, se utilizan sacos flexibles. Pueden moverse de un lugar a otro (cuando están vacíos). Los sacos más grandes pueden almacenarse de forma más permanente en terraplenes para un almacenamiento más a largo plazo. Estos sacos se llenan y vacían mediante bombas, mientras que los sacos más grandes pueden estar provistos de mezcladores.

2.6 Procesado del estiércol in situ

[17, ETSU, 1998], [125, Finlandia, 2001], [144, UK, 2000]

Se aplican diversos sistemas de tratamiento de estiércol, aunque la mayoría de granjas de la UE pueden encargarse del estiércol sin recurrir a las técnicas indicadas a continuación. Algunos tratamientos se realizan de forma combinada. Otros procesos nuevos pueden estar todavía en fase de investigación y desarrollo, o se utilizan sólo en muy pocas explotaciones. En algunas zonas, el tratamiento de estiércol está organizado centralmente, y se recoge el estiércol de distintas granjas para su tratamiento en una instalación de tratamiento común.

El tratamiento del estiércol antes o en sustitución del esparcimiento en la tierra puede aplicarse por los siguientes motivos:

1. Para recuperar la energía residual (biogás) que contiene el estiércol.
2. Para reducir las emisiones de olores durante el almacenamiento y/o el esparcimiento en tierra
3. Para reducir el contenido de nitrógeno del estiércol con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, así como para reducir el olor
4. Para permitir un transporte fácil y seguro a regiones distantes o a otros lugares para su aplicación en otros procesos.

Los dos últimos sistemas se aplican en regiones con un excedente de nutrientes.

1. Aprovechamiento del valor energético del estiércol: Los componentes orgánicos son convertidos a metano por la digestión biológica anaeróbica del estiércol. El metano puede recuperarse y utilizarse como combustible en la granja o en sus cercanías.

2. Reducción de las emisiones de olores durante el almacenamiento y/o el esparcimiento en tierra: El estiércol puede producir molestias por su olor durante su almacenamiento o después del mismo. El olor puede reducirse en algunos casos mediante el tratamiento aeróbico o anaeróbico, o mediante aditivos [174, Bélgica, 2001]

3. Reducción del contenido de nitrógeno del estiércol: Los compuestos nitrogenados del estiércol (orgánicos, amónicos, nitritos y nitratos) pueden ser convertidos a nitrógeno gas (N₂), que es medioambientalmente neutro. Las técnicas para la reducción del contenido de nitrógeno son:

- Incineración: oxida los compuestos de nitrógeno a nitrógeno gas
- Desnitrificación biológica: las bacterias convierten el nitrógeno orgánico y amónico a nitratos y nitritos (nitrificación) y posteriormente a nitrógeno gas (desnitrificación).
- Oxidación química: el suplemento del estiércol con oxidantes químicos y el aumento de la temperatura y presión también produce la oxidación de los compuestos nitrogenados.

4. Procesado de estiércol para la comercialización de compuestos del estiércol y mayor facilidad y seguridad de transporte: El contenido de agua y el volumen del estiércol se reducen. Además, los microorganismos patógenos presentes en el estiércol pueden ser inactivados (esto evita la propagación de los patógenos del ganado a otras zonas) y se reducen las emisiones de olores. En ocasiones se separan distintos componentes del estiércol por motivos comerciales. Se utilizan las siguientes técnicas:

- Filtración: separación de las fracciones sólida (la mayor parte del P) y líquida (la mayor parte del N)
- Desprendimiento de amoníaco: ajustando el pH, se desprende NH_3 de los purines y se captura.
- Filtración con membrana: tras una prefiltración, se utiliza ósmosis inversa para separar las sales de nitrógeno y de fósforo del agua.
- Precipitación química: la adición de MgO y H_3PO_4 produce la precipitación del fosfato amónico de magnesio.
- Evaporación: el purín se calienta o despresuriza, los vapores se condensan y son tratados.
- Desección: el purín se seca con el aire ambiente o con el calor corporal de los animales (ver también Sección 4.5), quemando combustibles fósiles o quemando el biogás de la fermentación del estiércol.
- Tratamiento con cal: el aumento del pH produce la separación del NH_3 , el aumento de la temperatura y la reducción de volumen.
- Compostaje: el volumen de la fracción sólida de los purines o de la gallinaza se reduce, y se inactivan muchos patógenos por la biodegradación de las materias orgánicas (el compostaje de gallinaza se utiliza, por ejemplo en la producción de champiñones en Irlanda).
- Peletizado: El estiércol seco puede convertirse en pellets de fertilizante.

En las siguientes secciones se discuten con mayor detalle algunas de las técnicas de tratamiento.

2.6.1 Separadores mecánicos

La separación mecánica se utiliza en algunas de las explotaciones porcinas para convertir el estiércol bruto, separándolo en fibras y sólidos (alrededor del 10 % en volumen) y un líquido (alrededor del 90 % en volumen). Una criba de malla metálica de escurrido o una criba vibratoria producen sólidos con alrededor de un 10 % de materia seca. Los separadores, que presan y estrujan el estiércol sólido contra una banda de tejido o una criba de acero inoxidable perforada, producen sólidos con un contenido de materia seca del 18 – 30 %. Otras técnicas son la sedimentación, el centrifugado o las membranas. Ocasionalmente, la separación se potencia con el uso de floculantes químicos. Generalmente, los líquidos producidos por separación mecánica se almacenan y manipulan más fácilmente que el estiércol bruto (la separación se practica en muchos países, pero especialmente en Italia donde, en algunas regiones, existe la obligación de separar los purines).

El compostaje puede aplicarse después para mejorar el valor del producto sólido. Puede aplicarse un tratamiento aeróbico para reducir más el exceso de nitrógeno en la fracción líquida restante, o aplicar esta fracción a la tierra sin tratamiento ulterior.

2.6.2 Tratamiento aeróbico de los purines

En algunas explotaciones porcinas se utiliza tratamiento aeróbico para reducir las emisiones de olores del purín y, en algunos casos, reducir su contenido de nitrógeno. El purines se composta mediante aireación (compostaje líquido) o mezclándolo con la cantidad adecuada de paja. La mezcla puede entonces compostarse en una chimenea o bidón. En la aireación se emplea el tratamiento aeróbico para mejorar las propiedades de los purines sin desecar y solidificar el estiércol. El estiércol contiene gran cantidad de nutrientes para plantas y microorganismos, así como microbios capaces de utilizar los nutrientes. El aire conducido al purín inicia su descomposición aeróbica, que produce calor y, a consecuencia de la aireación, las bacterias y hongos que utilizan que oxígeno en su metabolismo se multiplican. Los principales productos de la actividad de los microorganismos son dióxido de carbono, agua y calor.

Los diseños son específicos de cada lugar y tienen en cuenta la velocidad de carga y el tiempo que debe almacenarse el estiércol tratado antes de su aplicación al suelo. Estos sistemas pueden incluir el uso de separadores mecánicos (Francia, y en particular Bretaña, tiene algunas plantas de tratamiento para la reducción de N y P, mientras que otros países tienen unos cuantos ejemplos de tratamiento aeróbico para reducir el olor, como Alemania, Italia, Portugal y Reino Unido). La aireación se aplica asimismo para preparar los purines para el lavado de los canalones, tubos o canales existentes bajo los suelos enrejados.

2.6.3 Tratamiento aeróbico del estiércol sólido (compostaje)

El compostaje del estiércol sólido es una forma de tratamiento aeróbico que puede ocurrir de forma natural en los montones de estiércol de granja. Se requiere una elevada porosidad (30 – 50 %) para una aireación suficiente. Las temperaturas en la pila de compostaje pueden estar entre 50 y 70 °C y destruyen la mayor parte de los patógenos. Puede producirse compost de hasta un 85 % de materia seca.

La idoneidad para su aplicación depende de la estructura del estiércol, pero requiere un contenido mínimo de materia seca del 20 %. Los montones típicos de estiércol de granja no satisfacen los requisitos para un compostaje a fondo. Con una aplicación controlada, el estiércol se composte en chimeneas que sean adecuadas para las condiciones aeróbicas y el uso de maquinaria. Los mejores resultados se obtienen empleando paja bien triturada y estiércol sólido en las proporciones correctas y controlando la temperatura y el contenido de humedad en “ventanillas” largas y estrechas. El compostaje puede también realizarse en un cobertizo (Ej. gallinaza previamente desecada). Se han desarrollado sistemas específicos que consisten en una combinación de depósitos con aireación y equipo de agitación para potenciar el proceso de fermentación, y contenedores o cajas para ulterior fermentación y secado.

El estiércol sólido adecuadamente compostado reduce significativamente el volumen de material esparcido en el suelo y la cantidad de olor emitido. Para facilitar la manipulación, se aplica la formación de pellets además de compostaje.

2.6.4 Tratamiento anaeróbico

La digestión anaeróbica se utiliza para reducir las emisiones de olores en los purines. El proceso se realiza en un reactor de biogás en ausencia de oxígeno. Los procesos pueden variar con la temperatura, la gestión del proceso, el tiempo de operación y la mezcla del sustrato. En la práctica, el proceso mesofílico (a 33 – 45 °C) es el más utilizado. El proceso termofílico se aplica en reactores grandes.

Los productos finales de la digestión son biogás (aproximadamente un 50 – 75 % de metano y un 30 – 40 % de dióxido de carbono) y un estiércol sólido tratado y estabilizado. El biogás puede utilizarse para calefacción, o para generar electricidad. Su aplicación puede incluir el uso de separadores mecánicos, normalmente tras la digestión.

2.6.5 Balsas anaeróbicas

Este tratamiento se aplica para purines en climas cálidos (Ej. Grecia y Portugal. En Grecia, todos los purines deben tratarse para cumplir con ciertas condiciones legales, mientras que en Portugal las condiciones legales sólo se aplican a las evacuaciones en cursos de agua). El sistema de tratamiento puede incluir la separación mecánica de los sólidos y el subsiguiente tratamiento separado de los sólidos y los líquidos. El líquido se coloca en un estanque o balsa de sedimentación, y rebosa o es bombeado al sistema de balsas anaeróbicas (compuesto con frecuencia por 3–5 estructuras con paredes de terraplenes). Las balsas sirven como depósito para el agua residual, así como para el tratamiento biológico. Los diseños son específicos para cada lugar: por ejemplo, en Italia se utilizan cubiertas para recoger el biogás.

2.6.6 Aditivos para estiércol porcino

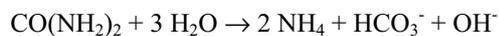
[196, España, 2002]

Bajo la denominación genérica de aditivos para estiércol porcino se engloban una serie de productos que contienen una serie de compuestos que interaccionan con el mismo, cambiando sus características y propiedades. Estos productos se aplican en los estercoleros, y se describen los siguientes efectos en distintos grados en la etiqueta de cada producto:

1. Una reducción en la emisión de distintos compuestos gaseosos (NH_3 y H_2S).
2. Una reducción de los olores desagradables.
3. Un cambio en las propiedades físicas del estiércol para que sea más fácil de usar.
4. Un aumento del poder fertilizante del estiércol.
5. Una estabilización de los microorganismos patógenos.

Normalmente, los puntos 2 y 3 son los motivos principales para su uso a nivel de granja. A continuación se detallan las técnicas 1 a 5.

1. Aditivos para reducir las emisiones de distintos compuestos gaseosos: La reducción en las emisiones gaseosas conseguida mediante su uso (principalmente NH_3 y H_2S) es uno de los puntos más interesantes, si bien es controvertido. Está bien documentado que hasta el 90 % del N producido por los cerdos es en forma de urea. Cuando la ureasa producida por los microorganismos fecales entra en contacto con la urea, se produce la siguiente reacción:



Esta reacción es muy sensible a la temperatura y el pH. Por ejemplo, a menos de 10 °C o a un pH de menos de 6,5 la reacción se detiene.

2. Aditivos para reducir los olores desagradables: El olor se deriva de la mezcla de distintos componentes en condiciones anaeróbicas. Se han identificado más de 200 sustancias que contribuyen al mismo, como:

- Ácidos grasos volátiles
- Alcoholes (indol, escatol, p-cresol, etc.)
- H_2S y derivados
- Amoníaco
- Otros compuestos nitrogenados (aminas y mercaptanos).

Existe una gran variación en la proporción y concentración de cada sustancia según el tipo de granja, la nutrición y la gestión alimentaria, así como las condiciones climáticas. Esto podría explicar por qué en muchos casos la eficacia de estos compuestos contra los olores no ha podido ser probada en las distintas condiciones que se dan en las granjas.

3. Aditivos para cambiar las propiedades físicas del estiércol: El objetivo del aditivo es hacer que el purín sea más fácil de manipular. Estos aditivos son probablemente los más utilizados, y sus efectos son bien conocidos. Su uso produce un aumento en la fluencia del estiércol, una eliminación de las capas superficiales, una reducción de los sólidos disueltos y en suspensión y una reducción de la estratificación del estiércol. No obstante, estos efectos no han sido demostrados en todos los casos comparables.

Su aplicación puede facilitar la limpieza de los estercoleros, y por lo tanto podría acortar el tiempo de limpieza requerido y permitir un ahorro en el consumo de agua y energía. Además, dado que el estiércol es más homogéneo, facilita su aplicación en agricultura (mejor dosificación).

4. Aditivos para aumentar el poder fertilizante del estiércol: Este efecto se deriva de hecho de la reducción en las emisiones de NH_3 , lo que hace que este N quede retenido en el purín (en muchos casos a través de la mayor síntesis de las células microbianas, lo que da mayores niveles de N orgánico).

5. Aditivos para estabilizar los microorganismos patógenos: Hay muchos microorganismos distintos en el estiércol, parte de los cuales contribuyen a las emisiones gaseosas y olores. También es posible encontrar bacilos coliformes fecales y *Salmonella* y otros patógenos porcinos, como virus, huevos de moscas y nematodos en el estiércol.

Normalmente, cuanto más largo es el periodo de almacenamiento mayor es la reducción de patógenos, debido a los distintos requisitos de temperatura y pH. El pH disminuye durante el primer mes de almacenamiento (desde 7,5 a 6,5 debido a la síntesis microbiana de ácidos grasos volátiles), lo que tiene un efecto negativo en la supervivencia de los patógenos. Algunos de los aditivos para estiércol han sido diseñados para su control especialmente de los huevos de mosca.

Tipos de aditivos para estiércol

- **Agentes enmascarantes y neutralizantes:** Contienen una mezcla de compuestos aromáticos (heliotropina, vainillina) cuyo efecto es enmascarar el olor del estiércol. El agente es fácilmente destruido por los microorganismos del estiércol. Su eficacia real es cuestionable.
- **Agentes de adsorción:** Hay gran cantidad de sustancias que han demostrado capacidad de adsorción de amoníaco. Algunos tipos de zeolitas denominadas clinoptilolitas han demostrado el mejor efecto, por lo que se agregan al estiércol o al pienso para controlar las emisiones de amoníaco. También pueden mejorar la estructura del suelo y tienen la ventaja adicional de que no son tóxicas ni peligrosas. La turba da resultados similares y también se utiliza en ocasiones.
- **Inhibidores de la ureasa:** Estos compuestos detienen la reacción descrita anteriormente, evitando que la urea se transforme en amoníaco. Hay tres tipos principales de inhibidores de la ureasa:
 1. Fosforamidas: Se aplican directamente al suelo. Tienen un buen efecto. Funcionan mejor en suelos ácidos, pero pueden afectar a los microorganismos del suelo.
 2. Extractos de yuca (*Y. schidigera*): Se han realizado muchos ensayos para evaluar su potencial, pero la información disponible es controvertida, mostrando buenos resultados en algunos casos, aunque sin efecto en todos los demás casos.
 3. Paja: Se considera un adsorbente en muchas referencias. No obstante, además del efecto adsorbente, también aumenta la relación C:N. Su uso es controvertido, ya que muchas otras referencias la asocian con un aumento en las emisiones de amoníaco.
- **Reguladores del pH:** Hay dos tipos principales:
 1. Reguladores ácidos: Normalmente son ácidos inorgánicos (fosfórico, clorhídrico, sulfúrico). En general muestran buenos efectos, pero su coste es muy elevado y las sustancias en sí son peligrosas. Su uso no está recomendado a nivel de granjas.
 2. Sales de Ca y Mg: Estas sales interactúan con los carbonatos presentes en el estiércol, reduciendo el pH. Pueden aumentar el poder fertilizante del estiércol, pero también pueden aumentar la salinidad del suelo (cloruros). Se utilizan en ocasiones, aunque principalmente en combinación con otros aditivos.
- **Agentes oxidantes:** Sus efectos son a través de:
 - La oxidación de los componentes del olor
 - Proporcionar oxígeno a las bacterias aeróbicas
 - Inactivación de las bacterias anaeróbicas que generan compuestos olorosos.

Los más activos son los agentes oxidantes fuertes, como peróxido de hidrógeno, permanganato potásico o hipoclorito sódico. Son peligrosos y no se recomiendan para uso en granja. Algunos de ellos (formaldehído) podrían ser cancerígenos. La aplicación de ozono ha demostrado su eficacia, pero los costes operativos son muy elevados.

- **Floculantes:** Son compuestos minerales (cloruro ferroso o férrico y otros) o polímeros orgánicos. Reducen enormemente el fósforo, pero su uso genera residuos que son difíciles de tratar.
- **Desinfectantes y antimicrobianos:** Son compuestos químicos que inhiben la actividad de los microorganismos que intervienen en la generación de olores. Son caros de usar y con su uso sostenido se hace necesario aumentar la dosis.
- **Agentes biológicos:** Pueden dividirse en:
 1. Enzimas: Se utilizan para licuar sólidos. No son peligrosos. Su efecto real depende fuertemente del tipo de enzima, del sustrato y de una mezcla apropiada.
 2. Bacterias:
 - Cepas exógenas: Deben competir con las cepas naturales, lo que dificulta la obtención de resultados. Su uso es mejor en balsas o pozas anaeróbicas para reducir la materia orgánica que produce CH₄ (la siembra de bacterias metanógenas es más eficaz y sensible al pH y la temperatura). Su eficacia es alta, pero es necesario realizar resiembras frecuentes.
 - Promoción de las cepas naturales: Se basa en agregar sustratos de carbonato (mayor índice C:N). Su efecto se basa en el uso de amoníaco como nutriente, pero necesitan una fuente suficiente de C para desarrollar un proceso de síntesis eficaz, sustituyendo el amoníaco en el N orgánico del tejido celular. También deben realizarse resiembras, para evitar volver al punto inicial. No son peligrosas y no se han reportado efectos significativos sobre otros medios.

Eficacia global de los aditivos para estiércol y uso en granja: Actualmente hay muchos aditivos para estiércol en el mercado, pero su eficacia no ha sido demostrada en todos los casos. Uno de los principales problemas es la falta de técnicas estándar para ensayar y analizar los resultados. Otro problema con su uso es que muchos ensayos se han desarrollado sólo en condiciones experimentales en laboratorios y no en explotaciones, donde pueden encontrarse grandes variaciones en nutrición, gestión de la nutrición, pH y temperatura. Además de esto, a veces hay también una enorme cantidad de estiércol a mezclar con el aditivo en una poza o balsa, y los resultados conseguidos dependen muchas veces más de la eficacia de mezcla que de la falta de eficacia del aditivo. La mejora de las características de flujo parece estar estrechamente relacionada con una buena mezcla.

La eficacia de cada compuesto depende en gran medida de la dosificación correcta, del correcto momento de aplicación y de una buena mezcla. En algunos casos se ha observado un pequeño defecto de aumento en el poder fertilizante, pero este efecto está relacionado con el tipo de cultivo, el momento de aplicación y la dosificación.

Debe subrayarse que en muchos casos se desconocen los efectos sobre la salud humana o animal, u otros efectos medioambientales del uso de aditivos, y esto, por supuesto, limita su aplicabilidad.

2.6.7 Impregnación con turba

Los purines pueden convertirse en estiércol sólido mediante su mezcla con turba. Existen mezcladores para este fin, lo que hace que el método sea bastante aplicable en la práctica. También puede utilizarse paja o aserrín de yacija, pero trabajos realizados en Finlandia han demostrado que la turba absorbe el agua y el amoníaco de forma más eficaz, y también evita el crecimiento de microbios dañinos. Este método ha sido recomendado especialmente en granjas de Finlandia donde la capacidad de almacenamiento del estercolero no es adecuada para albergar todo el purín producido, pero en las que la construcción de un nuevo depósito no se considera rentable. El estiércol con turba es un buen material de acondicionamiento del suelo para suelos pobres en humus. Los purines mezclados con turba producen menos olores que el purín solo, por lo que se bombea a una máquina que los mezcla para producir estiércol impregnado.

2.7 Técnicas de aplicación de estiércol

Existen diversos equipos y técnicas que se utilizan para el esparcimiento de purines y estiércol sólido en el suelo. Estos equipos y técnicas se describen en las secciones siguientes. Actualmente, gran cantidad de purines se aplican utilizando maquinaria que dispersa el material arrojándolo al aire. En algunos países (como Holanda), el uso de difusores de bandas para purines es obligatorio con el fin de reducir las emisiones. Los estiércoles sólidos se esparcen tras haber sido desmenuzados o triturados en trozos pequeños. En ocasiones el estiércol se incorpora al suelo al ararlo, removerlo, u otra técnica de cultivo apropiada. Muchas veces el esparcimiento del estiércol se realiza a través de subcontratas y el estiércol no se esparce siempre en los terrenos del productor.

Los nitratos de los terrenos agrícolas son la principal fuente de nitratos en ríos y acuíferos en Europa Occidental. Los elevados niveles de nitratos en ciertas aguas han causado preocupación medioambiental y sanitaria, que se refleja en la Directiva sobre Nitratos de la CE (91/676/CE), cuya finalidad es la reducción de la contaminación por nitratos de la agricultura. Los Estados Miembros deben designar Zonas Vulnerables a los Nitratos y adoptar medidas bajo un “Programa de Acción”. Entre las medidas se incluyen límites de nitratos para estiércoles orgánicos, periodos cerrados en los que algunos estiércoles (con un elevado contenido de N disponible) no pueden aplicarse en pastos y tierras cultivables (en suelos arenosos y poco profundos), y la determinación de otras situaciones en las que no deben aplicarse estiércoles. En Irlanda también se emplea la carga de P como factor limitante.

Muchos países tienen otras legislaciones que gobiernan el esparcimiento en la tierra de estiércoles para intentar equilibrar las cantidades aplicadas con los requisitos de nutrientes del cultivo (Ej. Holanda – Sistemas de Contabilización de Minerales, Dinamarca – planes anuales obligatorios sobre fertilizantes; e Irlanda – planes de gestión de nutrientes, obligatorios para la concesión de permisos bajo el Control Integrado de la Contaminación para explotaciones porcinas y avícolas). En algunos casos esto es para regiones específicas, pero pueden producirse variaciones (Bélgica, Alemania e Italia). En muchos países el esparcimiento de estiércol no se permite durante periodos determinados en las estaciones de otoño e invierno. Algunos países (Ej. Italia, Portugal y Finlandia) tienen límites específicos a las densidades de las explotaciones ganaderas, que se expresan en cabezas de ganado por hectárea.

El esparcimiento en suelo está también regulado mediante su limitación a ciertos periodos del año o a su maximización en otros periodos. Por ejemplo, la aplicación de estiércol alcanza normalmente su máximo en el periodo del otoño, tras la cosecha. En algunos casos, el esparcimiento en suelo en primavera puede ser aconsejable.

En otros países y zonas en las que el esparcimiento en suelo no está controlada por una legislación específica, hay que basarse en los consejos contenidos muchas veces en directrices como los “Códigos de Buenas Prácticas” (Reino Unido).

Si se aplica correctamente, el esparcimiento del estiércol representa beneficios en términos de ahorro de fertilizantes minerales, mejora de las condiciones de suelos áridos como consecuencia de la adición de materia orgánica, y reducción de la erosión del suelo. Es complejo controlar y regular la aplicación de estiércol, ya que en muchas ocasiones el granjero que tiene una empresa de cría intensiva puede que no sea el propietario de la tierra que recibe la aplicación de estiércol. No obstante, el esparcimiento en suelo es medioambientalmente importante, dado su potencial de emisión de olores y amoníaco durante el esparcimiento, así como de emisiones de nitrógeno y fosfatos al suelo y a las aguas subterráneas y superficiales. También debe considerarse el consumo de energía del equipo de difusión. Las técnicas y equipos de aplicación, que se detallan en las siguientes secciones, varían según:

- el tipo de estiércol (purines o seco)
- el uso de la tierra
- la estructura del suelo

2.7.1 Sistemas de transporte de purines

Existen cuatro tipos principales de sistemas de transporte de purines utilizados en Europa y que pueden usarse en combinación con distintos sistemas de distribución de los mismos. Las características de estos sistemas de transporte se incluyen en la in Tabla 2.10 y se detallan a continuación:

2.7.1.1 Cisterna al vacío

- El purín es aspirado a la cisterna utilizando una bomba de aire para evacuar el aire de la cisterna y crear el vacío; la cisterna se vacía utilizando la bomba de aire para presurizar la cisterna, lo que fuerza la salida del purín.
- Puede usarse para la mayoría de transportes de purines; es versátil en su aplicación.

2.7.1.2 Cisterna con bomba

- El purín se bombea a la cisterna y desde ésta mediante una bomba, que puede ser centrífuga (es decir, del tipo de propulsión), o una bomba de desplazamiento positivo (bomba DP), como una bomba de tipo lobular.
- Generalmente tiene una mayor precisión de difusión (m^3 o toneladas/ha) que las cisternas de vacío.
- Las bombas de DP requieren mayor mantenimiento.

2.7.1.3 Manguera umbilical

- El purín se alimenta mediante una manguera de arrastre al sistema de distribución y se acopla al tractor; la manguera recibe purines normalmente directamente desde el estercolero mediante una bomba centrífuga o de desplazamiento positivo.
- Posible daño a los cultivos, dado que la manguera es arrastrada por el suelo; también puede ser un problema el daño o desgaste de la manguera con un suelo abrasivo o pedregoso.
- Tiende a utilizarse cuando son posibles altos índices de aplicación y en suelos más blandos en los que la maquinaria pesada marcaría el suelo (con un mayor potencial de escorrentía).

2.7.1.4 Irrigador

- Se trata de una máquina autopropulsada con mangueras flexibles o enrolladas que normalmente van alimentadas por una red de tubos subterráneos mediante una bomba centrífuga o de desplazamiento positivo situada cerca del estercolero.
- Adecuada para funcionamiento semiautomático, aunque se requieren dispositivos de protección anticontaminación (Ej. interruptores de presión y flujo).
- El irrigador tiende a ir asociado con altos índices de aplicación.

Características	Sistema de transporte			
	Cisterna vacío	Cisterna bomba	Manguera umbilical	Irrigador
Rango de materia seca	Hasta un 12 %	Hasta un 12 %	Hasta un 8 %	Hasta un 3 %
Requiere separación o trituración	No	No (centrífuga) Sí (bomba DP)	No (centrífuga) Sí (bomba DP)	Sí
Ritmo de trabajo	→ → →	→ →	→ →	→ → (depende del tamaño y forma del campo)
Precisión del índice de aplicación	✓	✓✓ (centrífuga) ✓✓✓ (bomba DP)	✓✓ (centrífuga) ✓✓✓ (bomba DP)	✓✓
Compactación del suelo	▼▼▼	▼▼▼	▼▼	▼
Costes de inversión	€	€ (centrífuga) €€ (bomba DP)	€€€	€€
Mano de obra requerida por m ³	μμμ	μμμ	μμ	μ
<i>El número de flechas, marcas, etc. Indica el nivel o valor; por ejemplo, el irrigador requiere una baja aportación de mano de obra</i>				

Tabla 2.10: Comparación cualitativa de las características de cuatro sistemas de transporte de purines
[51, MAFF, 1999]

2.7.2 Sistemas de aplicación de purines

2.7.2.1 Esparcidor por aspersión

Se utiliza un sistema de distribución para llevar el purín al suelo. Una técnica muy utilizada para el esparcimiento del estiércol es la combinación de un tractor con una cisterna con un elemento de difusión en su parte posterior. El esparcidor por aspersión puede considerarse como un sistema de referencia (Figura 2.36). Los purines sin tratar salen a presión a través de una boquilla de descarga, muchas veces sobre un plato difusor para aumentar la difusión lateral.



Figura 2.36: Ejemplo de un esparcidor por aspersión con un plato difusor
[51, MAFF, 1999]

La Figura 2.37 muestra un irrigador de manguera arrollada con un “cañón aspersor” fijado a un carro móvil, que es también un esparcidor por aspersión. Se tira del carro hasta unos 300 metros de distancia con su tubo de suministro y luego se recoge la manguera haciéndolo volver hasta el arrollador, donde se para automáticamente. Se bombea purín diluido a la manguera desde una balsa de purines a través de un conducto principal, con frecuencia soterrado y con salidas reguladas por válvula en una serie de puntos del campo. El aplicador de la imagen es un “cañón aspersor” que trabaja a una elevada presión de conexión [220, UK, 2002].

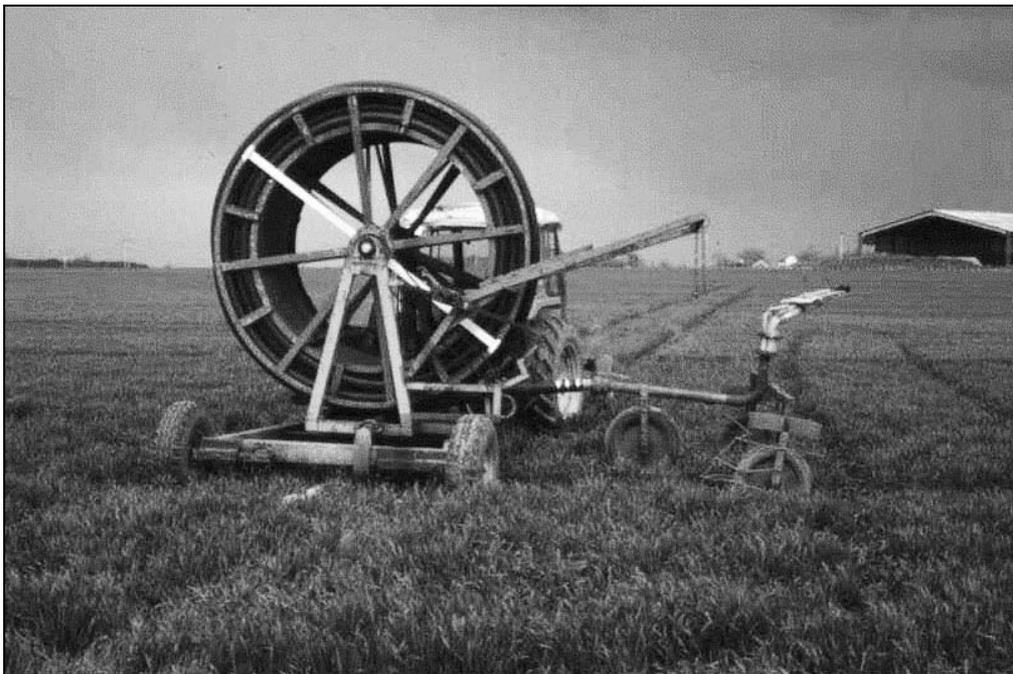


Figura 2.37: Ejemplo de cañón aspersor
[220, UK, 2002]

El esparcimiento por aspersión puede también utilizarse con una trayectoria baja y a baja presión para producir gotas de mayor tamaño, evitando la atomización y la desviación a causa del viento. La Figura 2.38 muestra un tractor aplicando purines líquidos diluidos (en abril) a través de un brazo con 2 platos difusores en un cultivo de trigo de invierno. Los purines son suministrados al tractor / brazo a través de una manguera umbilical desde la balsa de purines. Es posible aplicar purines líquidos a cultivos de trigo de invierno en fecha posteriores a abril. En Suffolk, Inglaterra, los purines son normalmente muy diluidos y fluyen desde el cultivo al suelo, por lo que no hay problema de que se quemen las plantas.



Figura 2.38: Ejemplo de técnica de aspersión con baja trayectoria y baja presión
[220, UK, 2002]

La Figura 2.39 muestra el mismo tipo de aplicador de brazos con 2 platos difusores, pero esta vez en la parte posterior de una combinación de tractor y cisterna, aplicando purines a un cultivo de trigo de invierno en Hampshire, Inglaterra. Los purines son suministrados por la cisterna y se esparcen, de nuevo, con una trayectoria baja y a baja presión.



Figura 2.39: Ejemplo de una técnica de diseminación por aspersión con baja trayectoria y a baja presión
[220, UK, 2002]

2.7.2.2 Difusor de bandas

Los difusores de bandas diseminan purines justo a ras de suelo en tiras o bandas, a través de una serie de tubos colgantes o de arrastre conectados a un brazo. El difusor de banda se alimenta con purines desde un solo tubo, y por consiguiente se basa en la presión en cada una de las salidas de la manguera para proporcionar una distribución uniforme. Los sistemas avanzados utilizan distribuidores rotatorios para suministrar el estiércol uniformemente a cada salida. La anchura es normalmente de 12 m, con unos 30 entre bandas.

La técnica es aplicable a tierras de pastos y tierras cultivables, por ejemplo para aplicar purines entre hileras de cultivos en crecimiento. Debido al ancho de la máquina, la técnica no es adecuada para campos pequeños o irregulares, para terrenos con mucha pendiente. Las mangueras pueden también atascarse si el contenido de paja del estiércol es demasiado elevado.



Figura 2.40: Ejemplo de un difusor de bandas equipado con distribuidor rotatorio para mejorar la distribución lateral
[51, MAFF, 1999]

2.7.2.3 Difusor de cuñas de arrastre

Tiene una configuración similar al difusor de bandas añadiendo una cuña a cada manguera, lo que permite que el purín se deposite bajo la cubierta de las plantas, directamente en el suelo. Esta técnica es aplicable principalmente a terrenos de pasto. Las hojas y tallos de las plantas son separadas arrastrando una cuña o zapata sobre la superficie del suelo, y el estiércol es depositado en bandas finas en el suelo, con un espaciado de 20 – 30 cm. Las bandas de estiércol deben quedar cubiertas por la cubierta de las plantas, por lo que la hierba debe tener un mínimo de 8 cm de altura. Las máquinas se hallan disponibles en distintos anchos, hasta 7 – 8 m. Su aplicabilidad está limitada por el tamaño, la forma y la inclinación del terreno, así como por la presencia de piedras en la superficie del suelo.



Figura 2.41: Ejemplo de difusor de cuñas de arrastre
[51, MAFF, 1999]

2.7.2.4 Inyector (surco abierto)

El purín se inyecta bajo la superficie del suelo. Hay varios tipos de inyectores, pero pueden dividirse en dos categorías: inyección en surco abierto poco profunda, hasta 50 mm, o inyección profunda a más de 15 mm de profundidad.

Esta técnica se aplica principalmente a pastos. Se utilizan arados de cuchilla o de disco para labrar surcos verticales en el suelo de hasta 5–6 cm de profundidad, en los que se aplica el estiércol. El espaciado entre los surcos es normalmente de 20 – 40 cm, con un ancho de trabajo de 6 m. La velocidad de aplicación debe ajustarse para que no haya una cantidad excesiva de estiércol que sobresalga de los surcos abiertos y vaya a la superficie del suelo. La técnica no es aplicable en suelos muy pedregosos o compactados, donde es imposible conseguir una penetración uniforme de las cuchillas o discos hasta la profundidad de trabajo requerida.



Figura 2.42: Ejemplo de un inyector de surco abierto poco profundo
[51, MAFF, 1999]

2.7.2.5 Inyector (surco cerrado)

Esta técnica puede ser poco profunda (5 – 10 cm de profundidad) o profunda (15 – 20 cm). El estiércol se cubre totalmente tras la inyección cerrando los surcos con ruedas o rodillos de compactado situados detrás de las púas de inyección. La inyección de surco cerrado poco profunda es más eficaz que la de surco abierto para minimizar las emisiones de amoníaco. Para obtener esta ventaja adicional, las condiciones deben permitir un cierre efectivo del surco. Por lo tanto, la técnica no es tan ampliamente aplicable como la inyección en surco abierto.

Los inyectores profundos tienen normalmente una serie de púas dotadas de alas laterales o “pies de pato” para facilitar la dispersión del estiércol en el suelo, de modo que puedan conseguirse velocidades de aplicación relativamente altas. El espaciado de las púas es normalmente de 25 – 50 cm, con un ancho de trabajo de 2 – 3 m. Aunque la eficacia de eliminación de amoníaco es alta, la aplicación de la técnica es muy restringida. El uso de la inyección profunda está restringido principalmente a la tierra cultivable, ya que los daños mecánicos pueden reducir la producción de hierba en los terrenos de pastos. Otras limitaciones son la profundidad del suelo y su contenido de arcilla y piedras, la pendiente y una elevada fuerza de extracción, que hace necesario un tractor grande. Asimismo, en algunas circunstancias hay un mayor riesgo de pérdidas de nitrógeno en forma de óxido nitroso y nitratos.

2.7.2.6 Incorporación

La incorporación puede conseguirse con otros equipos como arados de discos o motocultores, según el tipo y las condiciones del suelo. La incorporación al suelo del estiércol diseminado en la superficie puede ser una forma eficaz de reducir las emisiones de amoníaco. El estiércol debe quedar totalmente enterrado en el suelo para conseguir la máxima eficacia. Las eficacias dependen de la maquinaria de cultivo; el labrado es aplicable principalmente a estiércol sólido o suelo cultivables. Cuando no es posible aplicar o no se dispone de técnicas de inyección, la técnica puede aplicarse asimismo para estiércoles líquidos

Es también aplicable a pastos cuando se cambia a terreno cultivable (Ej. en un sistema de rotación) o al sembrar. Dado que las pérdidas de amoníaco se producen rápidamente tras el esparcimiento del estiércol en la superficie, se consiguen mayores reducciones en las emisiones cuando la incorporación se produce inmediatamente tras el esparcimiento. Al mismo tiempo, la incorporación reduce la producción de olores en los alrededores de la tierra abonada con estiércol.

Para conseguir una incorporación inmediatamente tras el esparcimiento, es necesario disponer de un segundo tractor para la maquinaria de incorporación, que debe seguir a poca distancia al esparcidor de estiércol. La Figura 2.43 muestra equipo de incorporación combinado con una gran cisterna propiedad de un subcontratista, aunque esta combinación es también posible con una cisterna más pequeña y un tractor deparado. De este modo, la incorporación puede hacerse junto con el esparcimiento del estiércol en una sola operación [197, Holanda, 2002].



Figura 2.43: Equipo de incorporación en combinación con una cisterna grande [197, Holanda, 2002]

2.7.3 Sistemas de aplicación de estiércol sólido

Para el esparcimiento de estiércol sólido, se suelen utilizar tres tipos principales de esparcidores de estiércol sólido:

- Esparcidor rotatorio: Es un esparcidor de descarga lateral con un cuerpo cilíndrico y un eje accionado por toma de fuerza (eje TPO) equipado con mayales o desgranadores a lo largo del centro del cilindro. Al girar el motor, los mayales lanzan el estiércol sólido hacia el lado.



Figura 2.44: Ejemplo de esparcidor rotatorio
[51, MAFF, 1999]

- Esparcidor de descarga trasera: Un cuerpo de arrastre equipado con un fondo móvil u otro mecanismo que suministra estiércol sólido a la parte trasera del esparcidor. El mecanismo de diseminación puede tener batidores verticales u horizontales, más en algunos casos discos giratorios.



Figura 2.45: Ejemplo de esparcidor de descarga trasera
[51, MAFF, 1999]

- “Esparcidor de doble función”: Un esparcidor de descarga lateral con un cuerpo en forma de V con parte superior abierta capaz de manejar purines o sólidos. Un propulsor o rotor de giro rápido, normalmente en la parte delantera del esparcidor, lanza el material desde el lado de la máquina. El rotor es alimentado con materia por un alimentador espiral u otro mecanismo dispuesto en la base del esparcidor, y una compuesta deslizante controla la velocidad de alimentación del material al rotor.



Figura 2.46: Ejemplo de esparcidor de doble función
[51, MAFF, 1999]

2.8 Transporte en la granja

La escala de las operaciones de transporte en las granjas depende de su tamaño, de su disposición y de la situación de los depósitos de combustible, de los depósitos de pienso, de las naves de proceso de pienso y del ganado, del proceso de los productos (por ejemplo, clasificación y envasado de huevos), del almacenamiento de estiércol y de los campos para aplicar el estiércol al suelo.

El pienso suele manipularse mecánica o neumáticamente, y en algunas explotaciones porcinas se bombea pienso húmedo a los comederos.

Normalmente, se utilizan tractores como principal medio de transporte para el estiércol y para su diseminación, aunque en algunas explotaciones porcinas se practica la irrigación con purines mediante bombas y tuberías, por ejemplo en el Reino Unido. Muchos granjeros utilizan los servicios de subcontratas que normalmente disponen de equipos de mayor tamaño y ocasionalmente de vehículos autopropulsados con “esparcidores” incorporados. Se utilizan dispositivos quitaestiércol o palas o cucharas cargadoras montados en tractores para mover el estiércol por las naves y las zonas con piso de cemento, aunque en algunos sistemas de puesta de huevos el estiércol se mueve mecánicamente mediante cintas y transportadores.

En algunas explotaciones se utilizan vehículos de manejo de materiales de uso general (una forma especializada de tractor) para realizar diversas tareas en las distintas dependencias de la granja.

El movimiento de camiones de transporte por carretera alrededor de la granja puede ser intenso en las grandes empresas de producción integrada de huevos, que transportan materiales como aves, pienso, combustible, envases y productos. Algunos centros realizan la clasificación y envasado de huevos para otros productores.

2.9 Mantenimiento y limpieza

El mantenimiento y limpieza hace referencia principalmente a los equipos e instalaciones. Las zonas pavimentadas de las granjas pueden también limpiarse barriéndolas o rociándolas con agua.

Es necesario realizar mantenimiento general de las naves, incluidos los sistemas de manipulación de pienso y otros equipos de transporte. Los sistemas de ventilación deben comprobarse, verificando el correcto funcionamiento de los ventiladores, termostatos, obturadores de salida y de flujo retrógrado, y los dispositivos de seguridad. El equipo de suministro del agua de bebida debe verificarse regularmente. La existencia y mantenimiento de condiciones apropiadas para el ganado es un factor necesario para cumplir la legislación sobre bienestar animal y reducir las emisiones de olores.

Las naves se suelen limpiar y desinfectar tras haber retirado lotes de ganado y el estiércol. La frecuencia de limpieza es por consiguiente igual al número de ciclos de producción por año. Normalmente, en las explotaciones porcinas, el agua de lavado entra en el sistema de purines, pero en las granjas avícolas esta agua contaminada se suele recoger por separado en depósitos (subterráneos) antes de su aplicación al suelo o su tratamiento por algún método. Se requieren buenas prácticas higiénicas en otras zonas de las naves en las que se manipula y envasa el producto para su expedición.

Para la limpieza, se suelen utilizar equipos de lavado de alta presión sólo con agua, pero en ocasiones se suelen agregar agentes tensioactivos. Para la desinfección, se utiliza formalina y otros agentes, que se aplican con un atomizador o rociador. La desinfección se aplica si, por ejemplo, se ha encontrado *Salmonella* en un grupo de pollos de carne [125, Finlandia, 2001].

También puede realizarse el mantenimiento regular (reparación y sustitución) y limpieza de vehículos, como tractores y esparcidores de estiércol. Deben realizarse chequeos regulares durante los periodos de actividad con un mantenimiento adecuado, según se describe en las instrucciones del fabricante. Estas actividades suelen comportar el uso de aceite y agentes limpiadores, y pueden requerir energía para el uso del equipo.

Muchas granjas tienen existencias de los recambios que suelen desgastarse más rápidamente, con el fin de poder efectuar las reparaciones y operaciones de mantenimiento con rapidez. La limpieza y el mantenimiento rutinario suele ser realizado por personal de la granja con la debida formación, pero los trabajos de mantenimiento más difíciles o especializados se realizan con ayuda de especialistas.

2.10 Uso y desecho de residuos

El funcionamiento de una explotación porcina o avícola origina distintos residuos, algunos de los cuales se detallan en la siguiente lista:

- Pesticidas
- Productos veterinarios
- Aceites y lubricantes
- Chatarra metálica
- Neumáticos
- Envases (plástico rígido, película de plástico, cartón, papel, vidrio, palets, etc.)
- Residuos de pienso
- Residuos de construcción (cemento, amianto y metal)

El procesado del estiércol, de los cadáveres y del agua residual está sujeto a disposiciones especiales y se trata en otras secciones del documento.

La mayor parte de residuos son papel y material de embalaje de plástico. Los residuos peligrosos más comunes son los de medicamentos que se han utilizado una vez expirada su fecha de caducidad. En la granja se encuentran también pequeñas cantidades de residuos de material de limpieza o de agentes químicos necesarios para procesos especiales (Ej. lavador de aire).

La forma en que se tratan los residuos es muy variada. La legislación europea y nacional existente sobre protección medioambiental y sobre gestión de residuos regula el almacenamiento y desecho de residuos, y promueve la minimización de cantidad de desechos y residuos, así como el uso de materiales reciclables.

En general, en las empresas grandes, los residuos pueden desecharse de forma más económica que en las granjas pequeñas. Para su recogida los residuos se guardan en contenedores o en depósitos pequeños, y son recogidos por los servicios de recogida municipal o especial. Si no hay organizado un servicio público de recogida de residuos, las granjas pueden estar obligadas a organizar la recogida y transporte por sí mismas, y se encargan de los costes y tratamientos asociados (Finlandia). La recogida es difícil de organizar o inexistente en zonas remotas.

Un estudio del tratamiento de residuos en granjas recientemente realizado en el Reino Unido ofrece la siguiente relación de técnicas que se utilizan si los residuos no se recogen y transportan fuera de la granja [146, ADAS, 2000]:

- Apilado en montones
- Combustión al aire libre
- Enterramiento
- Reutilización

El desecho fuera de la granja incluye vías de desecho como:

- Vertedero
- Almacenamiento en contenedor para la recogida municipal de basura doméstica
- Recogida por una empresa especializada
- Transferencia a empresa subcontratada.

La combustión del material de embalaje y de los aceites utilizados es todavía bastante común en algunos Estados Miembros, mientras que la quema de cualquier tipo está estrictamente prohibida en otros. En algunos Estados Miembros, los aceites se almacenan en bidones / contenedores especiales y se recogen para su tratamiento fuera de la granja. La quema es también el método preferido de desecho de todos los tipos de productos plásticos como cubiertas y recipientes.

Los residuos veterinarios se conservan en cajas especiales que en ocasiones son recogidos por el servicio veterinario, aunque también se recurre su combustión y al desecho en vertedero.

Los residuos de pienso y de cultivos pueden mezclarse con purines o estiércol sólido y aplicarse al suelo, o se reutilizan de otros modos.

Los neumáticos se tratan en distintos modos, que van desde su recogida por los proveedores a su quema en la granja o apilado.

2.11 Almacenamiento y desecho de animales muertos

Los servicios de recogida y proceso de cadáveres de animales por empresas subcontratadas son comunes. En Italia, muchas granjas tienen equipos para transformar los cadáveres en pienso líquido bajo condiciones especiales de presión y temperatura [127, Italia, 2001]. Asimismo, en otros Estados Miembros se practica o se ha practicado el procesado de animales muertos a piensos, pero ahora está en declive o está totalmente prohibido.

El enterramiento y la quema al aire libre de cadáveres de animales son todavía métodos ampliamente aplicados. En algunos Estados Miembros, como Holanda, Dinamarca y Francia, el enterramiento está estrictamente prohibido, pero en el Reino Unido, Italia y España se permite el enterramiento con autorización. Algunas explotaciones tienen una instalación para la incineración de cadáveres. Puede ser un quemador bastante simple sin previsión para los gases residuales emitidos. En el Reino Unido funcionan unos 3.000 incineradores a pequeña escala (<50 Kg./h), principalmente en grandes explotaciones avícolas y porcinas para la incineración de cadáveres de animales. La ceniza puede desecharse en vertedero o por otras vías.

De lo contrario, los animales muertos son recogidos y procesados en otros lugares. Los cadáveres también pueden compostarse.

2.12 Tratamiento de aguas residuales

Aguas residuales son las aguas utilizadas en aplicaciones domésticas, industriales o de otro tipo, que han sufrido cambios en sus propiedades a consecuencia de ello y se desechan. A esto se agrega el agua de lluvia, que se recoge y fluye fuera de las zonas edificadas o compactadas (agua de precipitaciones).

El agua de limpieza de las instalaciones de cría intensiva puede contener residuos de excrementos y orines, paja de relleno y alimentos, así como de agentes limpiadores y desinfectantes.

El agua residual, también denominada agua sucia, se origina del agua de lavado, de las instalaciones para el personal, de las aguas de escorrentía en la granja y en particular de las aguas de escorrentía de las zonas abiertas de cemento contaminadas por estiércol. Las cantidades dependen mucho de la cantidad de precipitaciones de lluvia. El agua sucia puede gestionarse en combinación con los purines, pero también puede tratarse y gestionarse por separado, en cuyo caso se necesitará un depósito separado.

En las granjas avícolas, el objetivo es mantener el estiércol seco para reducir las emisiones de amoníaco y facilitar su manipulación. El agua residual se almacena en depósitos especiales y se trata por separado.

En las explotaciones porcinas, el agua residual se suele agregar al purín líquido y se tratan conjuntamente o se aplican directamente al suelo. Existen varios tratamientos para los purines líquidos, que se describen en la Sección 2.6. En algunas granjas en Finlandia que utilizan sistemas de estiércol sólido, el agua residual se envía a través de un tanque de sedimentación al sistema de tratamiento del suelo, o desde las naves de sedimentación a una zanja.

Si se mantiene separada, el agua residual (agua sucia) puede aplicarse al suelo a través de irrigadores de bajo caudal (Reino Unido) o tratarse en una planta depuradora de aguas residuales municipal o propia.

2.13 Instalaciones para producción de calor y energía

Algunas granjas tienen instalados generadores solares o eólicos para cubrir parte de sus requisitos energéticos. La producción de energía solar depende mucho de las condiciones climáticas, por lo que no puede servir como suministro principal, sino como fuente de energía adicional o como sustitutiva de un suministro de energía con el fin de reducir costes. Los molinos de viento conectados a un generador eléctrico pueden suministrar energía, particularmente en zonas con vientos relativamente fuertes. La aplicación es todavía más económica si el exceso de energía puede suministrarse a la red general de suministro eléctrico. Se requerirá información más detallada para evaluar su aplicabilidad y sus ventajas medioambientales.

En algunos Estados Miembros se presta gran atención al uso del biogás que se forma durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol.

2.14 Monitorización y control de consumos y emisiones

La Directiva IPPC (96/61/CE), en su artículo 9.5, concede a los granjeros un estatus especial en relación con la monitorización. El artículo dice:

“El permiso deberá contener requisitos apropiados de monitorización de las emisiones, especificando la metodología y frecuencia de las mediciones, el procedimiento de evaluación y la obligación de facilitar a las autoridades competentes los datos necesarios para comprobar el cumplimiento del permiso. Para instalaciones bajo el subapartado 6.6 del Anexo I, las medidas a las que se hace referencia en este párrafo pueden tener en cuenta los costes y beneficios.”

Este texto debe considerarse como una señal para evitar excesivas obligaciones de monitorización en las explotaciones porcinas y avícolas.

Esta sección ofrece algunas ideas sobre la práctica común en la monitorización de consumos y emisiones. No obstante, no se ha presentado para evaluar cuál es el nivel adecuado de monitorización en una granja, teniendo en cuenta los costes y beneficios.

En algunas zonas, los granjeros están obligados a mantener un registro de fosfatos y nitrógeno. Estas son las áreas en las que la producción pecuaria intensiva es responsable de aplicar una fuerte presión sobre el medio ambiente. El balance resultante da una indicación más clara de las entradas y pérdidas de minerales en la granja. La información puede utilizarse para optimizar el suministro de minerales a los animales y la aplicación del estiércol al suelo.

Algunos granjeros evalúan el estado de nutrientes de los suelos y aplican una cantidad apropiada de nutrientes orgánicos y de fertilizante mineral según los requisitos de los cultivos y sus rotaciones. El nivel de precisión varía desde quienes realizan análisis del suelo y del estiércol y utilizan alguna forma de planificación de la gestión de nutrientes, a quienes estiman los requisitos mediante la información general publicada, o a quienes sólo aplican la experiencia o suposiciones. La legislación aplicable en algunos países se describe en la Sección 2.7, que explica que el grado de mantenimiento de registros y archivos es variable.

Los granjeros suelen conservar archivos (recibos) de los artículos comprados, aunque el grado de su mantenimiento en forma organizada es variable. Estos archivos existen normalmente para los artículos importantes, como son piensos, combustible (incluida electricidad) y agua (no todas las extracciones privadas), por lo que las cantidades utilizadas pueden determinarse. Dado que el pienso y el agua son aportes primarios a los sistemas pecuarios, su consumo puede ser controlado por los granjeros independientemente de la conservación de recibos. La mayoría de granjeros avícolas compran yacijas para camas, mientras que los productores porcinos que utilizan paja pueden producir su propia paja o tener un acuerdo con granjas vecinas para intercambiar estiércol por paja limpia.

Los archivos informáticos y la administración de costes, entradas y salidas son cada vez más frecuentes y ya son comunes en empresas grandes. Cuando se aplican sistemas de medición, se emplean medidores de nivel de agua, medidores eléctricos y ordenadores para el control del clima interior.

Puede haber requisitos de comprobar los depósitos de estiércol regularmente por si presentan síntomas de corrosión o fugas, así como para encontrar los defectos que deban corregirse. Puede ser necesario recurrir a ayuda profesional. La comprobación se realiza tras vaciar totalmente los depósitos.

Las emisiones regulares al agua se producen bajo legislación específica y en condiciones (de evacuación) y requisitos de monitorización claramente establecidos (Portugal, Italia).

Actualmente, los granjeros no suelen monitorizar y controlar las emisiones a la atmósfera a menos que se les requiera específicamente debido a quejas de los vecinos. Estas quejas suelen estar relacionadas con emisiones de ruidos y olores.

En Irlanda, la monitorización de emisiones y puntos de muestreo para emisiones a la atmósfera (olor), de ruido, a las aguas superficiales y subterráneas, al suelo y de residuos son obligatorias de acuerdo con las disposiciones sobre concesión de permisos del departamento de Control Integrado de la Contaminación.

3 NIVELES DE EMISIONES Y CONSUMOS DE LAS EXPLOTACIONES DE CRÍA INTENSIVA DE AVES Y CERDOS

Este capítulo presenta datos sobre los niveles de emisiones y los consumos asociados a las actividades realizadas en las granjas para la cría intensiva de aves y cerdos, en base a la información presentada en el marco foro de intercambio de información. Pretende dar una visión general de los rangos aplicables a estos sectores en Europa y servir como referencia para los niveles de eficacia asociados a las técnicas presentadas en el Capítulo 4. Los factores responsables de la variación de los datos se describen, cuando es posible, de forma breve o en ocasiones sólo se mencionan. Las circunstancias en las que se han obtenido los datos se describen en mayor detalle en la evaluación de las técnicas aplicadas en el Capítulo 4.

3.1 Introducción

Los principales sistemas y técnicas de producción de las explotaciones pecuarias intensivas se han descritos en el Capítulo 2. Los niveles de emisiones y consumos reportados no siempre han sido claros y fáciles de comprender, y se producen grandes variaciones debido a gran número de factores.

Actividad principal en la granja	Aspecto medioambiental clave	
	Consumo	Emisiones potenciales
Estabulación de animales: <ul style="list-style-type: none"> La forma en que se estabulan los animales (jaulas, libres) El sistema para retirar y almacenar (internamente) el estiércol producido 	Energía, yacija	Emisiones a la atmósfera (NH ₃), olor, ruido, estiércol
Estabulación de animales: <ul style="list-style-type: none"> El equipo para controlar y mantener el clima interno y El equipo para alimentar y abrevar a los animales 	Energía, pienso, agua	Ruido, agua residual, polvo, CO ₂ ,
Almacenamiento de pienso y de aditivos para pienso	Energía	Polvo
Almacenamiento de estiércol en una instalación separada		Emisiones a la atmósfera (NH ₃), olor, emisiones al suelo
Almacenamiento de residuos distintos del estiércol		Olor, emisiones al suelo, aguas superficiales
Almacenamiento de animales muertos		Olor
Carga y descarga de animales		Ruido
Aplicación de estiércol al suelo	Energía	Emisiones a la atmósfera, olor, emisiones al suelo y a las aguas subterráneas y superficiales de N, P y K etc., ruido
Tratamiento in situ del estiércol	Aditivos, energía, agua	Emisiones a la atmósfera, agua residual, emisiones al suelo
Trituración y molienda de pienso	Energía	Polvo, ruido
Tratamiento del agua residual	Aditivos, energía	Olor, agua residual
Incineración de residuos (Ej. cadáveres)	Energía	Emisiones a la atmósfera, olor

Tabla 3.1: Aspectos medioambientales claves de las principales actividades de la granja

Estructura de la información: Es importante comprender los vínculos entre las actividades realizadas in situ, descritas en el Capítulo 2, para poder interpretar las emisiones de las explotaciones pecuarias intensivas. Obviamente, hay una relación directa entre el volumen de entrada de los distintos recursos y los niveles de emisiones.

En los dos sectores estudiados, se ha prestado la máxima atención a las emisiones relacionadas con el metabolismo de los animales. El aspecto central es el estiércol: las cantidades producidas, la composición, el método de retirada, su almacenamiento, su tratamiento y su aplicación al suelo. Esto se refleja en el orden en que se presentan las actividades. Comenzando por el pienso como el principal aspecto del consumo y seguido por la producción de estiércol como la emisión más importante.

Comprensión de los datos: Los niveles de consumos y emisiones dependen de diversos factores tales como, la raza de los animales, la fase de producción, y el sistema de gestión. También hay que tener en cuenta factores adicionales como el clima y las características del suelo. Por ello, los valores medios tienen un valor muy limitado y se evitan si es posible. Las tablas muestran los rangos más amplios posibles de los consumos y emisiones reportados. En el texto adjunto se intenta explicar esta variación en la medida en que la información lo permite, aunque sin ser demasiado específicos.

Dentro de los Estados Miembros se aplican unidades estándar que no siempre son comparables con las unidades empleadas en otros lugares. Si los datos proporcionados se expresan en diferentes unidades pero con un orden de magnitud similar, se han integrado sin hacer mención explícita. Los niveles de consumo y emisiones pueden medirse en formas distintas y en distintos momentos teniendo en cuenta los factores arriba mencionados. A efectos de comparación y referencia, se mencionarán los factores relevantes que influyen sobre el carácter y la magnitud del nivel de consumo o emisión presentado.

En la evaluación de los niveles de consumos y emisiones, puede hacerse una distinción entre actividades individuales y la granja en su conjunto. Cuando es posible, los datos se asocian directamente con una sola actividad realizada en la granja, con el fin de permitir establecer una relación directa con las técnicas de reducción descritas en el Capítulo 4. Para algunos aspectos no es posible identificar las emisiones sobre una base de actividades individuales. En este caso, es más fácil evaluar los consumos y emisiones para la granja en su conjunto.

En la evaluación de los niveles de consumos y emisiones de las explotaciones porcinas, es importante conocer el sistema de producción aplicado. El engorde y acabado intentan obtener un peso al sacrificio de 90–95 Kg. (Reino Unido), 100–110 Kg. (otros) o 150–170 Kg. (Italia), valores que pueden alcanzarse en distintos periodos de tiempo. Los sistemas de producción avícola parecen ser bastante similares en toda la UE.

Puede hacerse un comentario acerca del uso de unidades de animales para estandarizar los datos y poderlos comparar. A este fin, los países de la UE utilizan la “unidad animal” o “equivalente animal”. Existe un problema con estas unidades estandarizadas, dado que en distintos países de la UE se definen de forma diferente. Por ejemplo, en Suecia 1 unidad = 3 cerdas = 10 cerdos de acabado = 100 gallinas, mientras que en Irlanda 1 unidad = 1 cerdo de acabado y 10 unidades = 1 cerda incluida la camada. En Portugal, el “equivalente animal” para el sector porcino tiene una media de 45 Kg., mientras que, al presentar los datos para producción de cerdos pesados en Italia, se toma 85 Kg. como peso representativo.

3.2 Niveles de consumo

3.2.1 Consumo de pienso y niveles nutricionales

La cantidad y composición del pienso suministrado a aves y cerdos es un factor importante en la determinación de las cantidades de estiércol producido, su composición química y su estructura fisiológica. Así, la alimentación es un factor importante en el comportamiento medioambiental de una empresa de cría intensiva.

Las emisiones de las granjas están relacionadas predominantemente con los procesos metabólicos de los animales estabulados. Hay dos procesos que se consideran esenciales:

- * La digestión enzimática en el tracto gastrointestinal
- * La absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal.

La comprensión creciente de estos procesos es la causa del desarrollo de una amplia gama de piensos y aditivos para piensos adaptados a las necesidades del animal y a los objetivos de producción. La mejora en la utilización de los nutrientes del pienso no sólo tiene el efecto de una producción más eficaz, sino que también puede producir una reducción de la carga medioambiental.

Los niveles de consumo varían con los requisitos de energía de cada animal, que incluyen los requisitos de mantenimiento, ritmo de crecimiento y nivel de producción. El consumo total de pienso es función de la duración del ciclo de producción, la ingesta diaria y el tipo de producción, y también está influenciada por una serie de factores relacionados con el animal.

Los niveles de consumo se reportan en Kg. por cabeza y por ciclo de producción, o en Kg. por Kg. de producto (huevos o carne). Es difícil efectuar comparaciones entre distintas razas y entre la aplicación de distintos objetivos de producción (peso de los huevos o de los animales).

Las siguientes secciones presentan una visión general de los niveles de consumo de pienso y requisitos de nutrientes reportados y muestran la variación reportada si es posible, junto con los factores responsables de tal variación.

3.2.1.1 Alimentación avícola

En la Tabla 3.2 se presentan niveles de alimentación indicativos para distintas especies avícolas:

Especie	Ciclo	ICP ¹	Nivel de alimentación (Kg./ave/ciclo)	Cantidad en Kg./plaza/año
Gallinas ponedoras	12 – 15 meses	2,15 – 2,5 ²	5,5 – 6,6 (durante la producción)	34 – 47 (durante la producción)
Pollos de carne	35 – 55 días (5 – 8 crías / año)	1,73 – 2,1	3,3 – 4,5	22 – 29
Pavos	120 días (hembras) – 150 días (machos)	2,65 – 4,1	33 – 38	
Patos	48 – 56 días	2,45	5,7 – 8,00	
Pintadas	56 – 90 días	2	4,5	

1) ICP = Índice de Conversión de Pienso
 2) ICP, Kg. de pienso por Kg. de huevos, los valores más altos corresponden a los sistemas con yacija

Tabla 3.2: Indicación del tiempo de producción, índice de conversión y nivel de alimentación para especies avícolas [26, LNV, 1994], [59, Italia, 1999], [126, NFU, 2001], [130, Portugal, 2001]

La finalidad de la alimentación de las aves y los ingredientes utilizados en los piensos avícolas se han descrito en la Sección 2.2.5.1. La composición de aminoácidos de los piensos se basa en el concepto de “contenido proteínico ideal” para la especie correspondiente. Con este concepto de “contenido proteínico ideal”, los niveles de aminoácidos requeridos se determinan indicando el nivel de lisina y relacionando los otros aminoácidos con el nivel real de lisina del pienso. Las prácticas actuales se reportan (junto con su variabilidad) en la Tabla 3.3. Los balances de aminoácidos recomendados se citan de las referencias bibliográficas, pero la determinación de los niveles actuales de proteínas y niveles de lisina se derivan de las observaciones de campo a nivel europeo.

	Pollos de carne	Ponedoras	Pavos
Nivel actual de energía MJ/Kg., expresado en EM			
Fase 1	12,5 – 13,5		11,0 – 12,5
Fase 2	12,5 – 13,5		11,0 – 12,5
Fase 3	12,5 – 13,5	11 – 12	11,5 – 12,5
Fase 4			11,5 – 13,5
Fase 5			
Nivel actual de proteína (PB = N*6,25), contenido total			
% en pienso, fase 1	24 – 20		30 – 25
% en pienso, fase 2	22 – 19		28 – 22
% en pienso, fase 3	21 – 17	18 – 16	26 – 19
% en pienso, fase 4			24 – 18
% en pienso, fase 5			22 – 15
Niveles actuales de lisina, contenido total			
% en pienso, fase 1	1,30 – 1,10		1,80 – 1,50
% en pienso, fase 2	1,20 – 1,00		1,60 – 1,30
% en pienso, fase 3	1,10 – 0,90		1,40 – 1,10
% en pienso, fase 4			1,20 – 0,90
% en pienso, fase 5			1,00 – 0,80
mg/día		850 – 900	
Balance recomendado de aminoácidos, en porcentaje del nivel de lisina			
Treonina : lisina	63 – 73	66 – 73	55 – 68
Metionina + cistina : lisina	70 – 75	81 – 88	59 – 75
Triptófano : lisina	14 – 19	19 – 23	15 – 18
Valina : lisina	75 – 81	86 – 102	72 – 80
Isoleucina : lisina	63 – 73	79 – 94	65 – 75
Arginina : lisina	105 – 125	101 – 130	96 – 110
<i>EM = energía metabolizable</i>			
<i>PB = proteína bruta</i>			

Tabla 3.3: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y balance de aminoácidos recomendado [171, FEFANA, 2001], referencias para los aminoácidos de bibliografía como Mack et al., 1999; Gruber, 1999

La Tabla 3.4 presenta datos de los niveles aplicados de calcio y fosfato en piensos.

	Especie avícola			
	Ponedoras (mg/animal/día)	Pollos de carne (g/Kg. pienso compuesto)		
		0 – 2 semanas	2 – 4 semanas	4 – 6 semanas
Ca %	0,9 – 1,5	1,0	0,8	0,7
P _d % ¹	0,4 – 0,45	0,50	0,40	0,35
1) Fosfato disponible				

Tabla 3.4: Niveles aplicados de calcio y fósforo en piensos avícolas [117, IPC Livestock Barneveld College, 1998] [118, IPC Livestock Barneveld College, 1999] [26, LNV, 1994] [122, Holanda, 2001]

3.2.1.2 Alimentación de cerdos

Para los cerdos, la estrategia de alimentación y la formulación de los piensos varían con factores como el peso vivo y la fase de (re)producción. Se hace una distinción entre la alimentación de cerdas jóvenes, cerdas en apareamiento y gestación, y entre lechones, cochinitos destetados, cerdos de engorde y de acabado. Las cantidades de pienso se expresan en Kg. por día y en contenido energético requerido por Kg. de pienso. Hay disponibles gran número de tablas y datos sobre distintas estrategias de alimentación.

Las siguientes tablas en esta sección presentan meramente los rangos de los niveles reportados que se aplican en Europa, reconociendo que los mayores o menores niveles de nutrientes pueden también ser aplicables en ciertos casos. La ingesta final depende de la cantidad consumida y de la concentración de nutrientes, por lo que se recomiendan niveles mínimos para los distintos piensos con el fin de atender los requerimientos de los cerdos en función de su ingesta diaria media. La cantidad de pienso suministrada a una cerda en producción, incluidos periodos secos, y según la ingesta de energía, asciende a unos 1.300 – 1.400 Kg. anuales.

En la Tabla 3.5 se muestran los niveles nutricionales medios para cerdas. Las cerdas en lactación necesitan generalmente niveles nutricionales ligeramente más elevados que las cerdas gestantes. En particular, se requieren concentraciones más elevadas de proteína bruta (PB) y lisina. Los requisitos de energía aumentan hacia el momento del parto. Después del parto, las necesidades energéticas aumentan al aumentar el tamaño de la camada. Entre el destete y el primer apareamiento, los niveles de energía se mantienen altos para ayudar al animal a recuperarse y evitar la pérdida de conformación. Tras el apareamiento, el contenido energético del pienso puede reducirse. Durante el invierno se aplican niveles de energía elevados para las cerdas en gestación.

La composición de aminoácidos de los piensos se basa en el concepto de “contenido proteínico ideal” para la especie correspondiente. En este “contenido proteínico ideal”, los niveles de aminoácidos requeridos se determinan indicando el nivel de lisina y relacionando los otros aminoácidos con el nivel de lisina real del pienso. Las actuales prácticas aplicadas (junto con su variabilidad) se detallan en la Tabla 3.5 y la Tabla 3.8. Los balances de aminoácidos recomendados se citan a partir de las referencias bibliográficas, pero la determinación de los niveles actuales de proteínas y niveles de lisina se deriva de las observaciones de campo a nivel europeo.

	Cerda en lactación	Cerda gestante
Nivel actual de energía MJ/Kg., expresado en EM		
fase 1	12,5 – 13.5	
fase 2		12 – 13
Nivel actual de proteína (PB=N*6,25), contenido total		
% en pienso, fase 1	18 – 16	
% en pienso, fase 2		16 – 13
Niveles actuales de lisina, contenido total		
% en pienso, fase 1	1,15 – 1.00	
% en pienso, fase 2		1.00 – 0,70
Balance recomendado de aminoácidos, en porcentaje del nivel de lisina		
Treonina : lisina	65 – 72	71 – 84
Metionina + cistina : lisina	53 – 60	54 – 67
Triptófano : lisina	18 – 20	16 – 21
Valina : lisina	69 – 100	65 – 107
Isoleucina : lisina	53 – 70	47 – 86
Arginina : lisina	67 – 70	-
<i>EM = energía metabolizable</i>		
<i>PB = proteína bruta</i>		

Tabla 3.5: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y balance de aminoácidos recomendado para cerdas (1 fase para cada fase principal de engorde) [171, FEFANA, 2001], referencias para los aminoácidos de bibliografía como Dourmad, 1997; ARC, 1981.

En la Tabla 3.6 se indican los niveles aplicados de calcio y fosfato en los piensos para cerdas.

	Cerdas en Apareamiento y Gestación	Cerdas en lactación
Pienso (Kg./cerda/día)	2,4 – 5,0	2,4 – 7,2
Calcio (% en pienso)	0,7 – 1,0	0,75 – 1,0
Fósforo total (% en pienso)	0,45 – 0,80	0,55 – 0,80

Tabla 3.6: Niveles aplicados de calcio y fósforo en los piensos para cerdas [27, IKC Veehouderij, 1993], [59, Italia, 1999], [124, Alemania, 2001]

Los cerdos son alimentados según su peso corporal, aumentando la ingesta de pienso al aumentar su peso. Hacia el final del periodo de acabado (últimos 20 – 30 Kg.), la cantidad de pienso suministrado no varía. En la Tabla 3.7 se presenta un ejemplo de cerdos de acabado en Italia, donde se hace una distinción entre cerdos pesados y ligeros. En general, la alimentación es ad libitum para los cerdos ligeros, con alta capacidad de desarrollo muscular, pero racionado para los cerdos pesados, que tienen una propensión considerable hacia la acumulación de grasa y a un nivel de peso más elevado. Esto cambia la composición del pienso. Por ejemplo, el suero (5 – 6 % de materia seca) puede utilizarse para cerdos pesados, utilizando 13 – 15 litros de suero en sustitución de 1 Kg. de pienso seco. El suero puede utilizarse en cantidades crecientes, desde 3 – 4 litros por cabeza al día en cerdos de 30 Kg. de peso hasta un máximo de 10 – 12 litros para cerdos de peso superior a los 130 Kg. Las cantidades más allá de estos niveles pueden tener efectos negativos sobre el aprovechamiento (es decir, sobre el ICP) de la ración diaria total.

	Cerdos pesados						
Peso vivo (Kg.)	hasta 25	30	50	75	100	125	150+
Pienso (88 % ms) (Kg./día)	Libre	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0	2,7 – 3,2	3,0 – 3,4
Pienso (% del peso en vivo)	--	4 – 5	3 – 4	2,7 – 3,3	2,5 – 3,0	2,2 – 2,5	2,0 – 2,2
Pienso (% de peso metab.) ($w^{0,75}$)	--	10 – 12	8 – 10	8 – 10	8 – 10	7 – 9	7 – 8
	Cerdos ligeros						
Pienso (88 % ms) (Kg./día)	Ad lib.	1,5	2,2	2,8	3,1	--	--
Energía digerible (MJ/Kg.)	13,8	13,4	13,4	13,4	13,4	--	--
Lisina (%)	1,20	0,95	0,90	0,85	0,80	--	--

Tabla 3.7: Ejemplo de racionamiento utilizado para cerdos de acabado, pesados y ligeros, en Italia [59, Italia, 1999]

La cantidad total de pienso consumido durante el engorde y el acabado depende de la raza, del índice de conversión de pienso, del crecimiento diario, de la duración del periodo de acabado, y del peso vivo final. Los cerdos con peso comprendido entre los 25 y los 110 Kg. de peso en vivo, consumen unos 260 Kg. de pienso. Evidentemente, los niveles de nutrientes del pienso son de la mayor importancia. Los niveles nutricionales deben dar respuesta a los requisitos de producción y de crecimiento diario. Para cada categoría pueden distinguirse requisitos medios, reportados por diversas fuentes y resumidos en la Tabla 3.9. Cada vez más, el periodo de acabado se establece entre 30 Kg. y el peso final, y se divide en 2 o 3 fases de alimentación. En esta fase, el contenido de nutrientes del pienso varía, para ajustarse a la demanda variable de los cerdos. El final de la primera fase de engorde se sitúa entre 45 y 60 Kg. de peso vivo, y la segunda fase entre 80 y 110 Kg. Si se da un solo pienso entre 30 y 110 Kg., el contenido del pienso es igual a la media de los niveles de los piensos de las dos fases.

	Cerdos
Nivel actual de energía MJ/Kg., expresado en EM	
fase 1 (lechones)	12,5 – 13,5
fase 2 (cerdos de engorde)	12,5 – 13,5
fase 3 (cerdos de acabado)	12,5 – 13,5
Nivel actual de proteína (PB = N*6,25), contenido total	
% en pienso, fase 1	21 – 17
% en pienso, fase 2	18 – 14
% en pienso, fase 3	17 – 13
Niveles actuales de lisina, contenido total	
% en pienso, fase 1	1,30 – 1,10
% en pienso, fase 2	1,10 – 1,00
% en pienso, fase 3	1,00 – 0,90
Balance recomendado de aminoácidos, en porcentaje del nivel de lisina	
Treonina : lisina	60 – 72
Metionina + cistina : lisina	50 – 64
Triptófano : lisina	18 – 20
Valina : lisina	68 – 75
Isoleucina : lisina	50 – 60
Arginina : lisina	18 – 45
<i>EM = energía metabolizable</i>	
<i>PB = proteína bruta</i>	

Tabla 3.8: Determinación de los actuales niveles de proteínas y lisina y el balance de aminoácidos recomendado para cerdos (1 fase para cada etapa principal de engorde) [171, FEFANA, 2001], referencias para los aminoácidos de bibliografía como Henry, 1993; Wang et Fuller, 1989 y 1990; Lenis, 1992

Los datos de los niveles aplicados de calcio y fósforo en el pienso para cerdos de engorde/acabado se indican en la Tabla 3.9.

Parámetros Nutricionales	Peso vivo de los cerdos			
	30 – 55 Kg.	55 – 90 Kg.	90 – 140 Kg.	140 – 160 Kg.
Calcio (% en pienso)	0,70 – 0,90	0,65 – 0,90	0,65 – 0,90	0,65 – 0,80
Fósforo total (% en pienso)	0,44 – 0,70	0,45 – 0,70	0,50 – 0,70	0,48 – 0,50

Tabla 3.9: Niveles de calcio y fósforo aplicados al pienso para cerdos de engorde/acabado [27, IKC Veehouderij, 1993], [124, Alemania, 2001], [59, Italia, 1999]

En el acabado de cerdos pesados en Italia, se distinguen distintos intervalos de peso con sus niveles de nutrientes asociados (Tabla 3.10).

Parámetros Nutricionales	Cerdos 35 – 90 Kg.	Cerdos 90 – 140 Kg.	Cerdos 140 – 160 Kg.
Proteína bruta (PB, %)	15 – 17	14 – 16	13
Grasa bruta	4 – 5	<5	<4
Fibra bruta	<4.5 – 6	<4.5	<4
Total lisina	0,75 – 0,90	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70
Total metionina + cistina	0,45 – 0,58	0,42 – 0,50	0,36 – 0,40
Total treonina	0,42 – 0,63	0,50	0,40
Total triptófano	0,15	0,15	0,10 – 0,12
Calcio	0,75 – 0,90	0,75 – 0,90	0,65 – 0,80
Total fósforo	0,62 – 0,70	0,50 – 0,70	0,48 – 0,50
Energía digerible MJ/Kg.	>13	>13	>13

Tabla 3.10: Niveles nutricionales medios aplicados en Italia para cerdos de gran peso para distintos intervalos de peso vivo (en % del pienso) [59, Italia, 1999]

3.2.2 Consumo de agua

La cantidad total de agua empleada incluye no sólo el consumo de los animales, sino también el agua utilizada para la limpieza de las instalaciones, los equipos y la granja. El consumo de agua de limpieza en particular afecta al volumen de agua residual producida en las granjas.

3.2.2.1 Necesidades de agua en granjas avícolas

3.2.2.1.1 Consumo de los animales

En el sector avícola se requiere agua para satisfacer las necesidades fisiológicas de los animales. El consumo de agua depende de una serie de factores, como:

- Especie y edad de los animales
- Estado de los animales (salud)
- Temperatura del agua
- Temperatura ambiente
- Composición del pienso
- Sistema de abrevado empleado

Al aumentar la temperatura ambiente, el consumo mínimo de agua de los pollos de carne aumenta geoméricamente (x^n). Un ritmo de puesta más elevado también aumenta el consumo diario de agua de las gallinas ponedoras [89, España, 2000]. Por lo que respecta a los sistemas de abrevado, los bebederos de boquilla muestran un menor consumo que los sistemas de bebederos redondos, debido a la menor cantidad de vertidos.

Los niveles medios de consumo de agua se muestran en la Tabla 3.11. Las relaciones de agua/pienso se reportaron sólo para pollos de carne y gallinas ponedoras.

Especies avícolas	Relación media agua/pienso (l/Kg.)	Consumo de agua por ciclo (l/cabeza/ciclo)	Consumo anual de agua (l/plaza/año)
Gallinas ponedoras	1,8 – 2,0	10 (según producción)	83 – 120 (producción de huevos)
Pollos de carne	1,7 – 1,9	4.5 – 11	40 – 70
Pavos	1,8 – 2,2	70	130 – 150

Tabla 3.11: Consumo de agua de distintas especies avícolas por ciclo y año [27, IKC Veehouderij, 1993] [59, Italia, 1999] [26, LNV, 1994]

3.2.2.1.2 Consumo de agua de limpieza

El agua residual se deriva principalmente de la limpieza de las naves de los animales. Todos los vertidos del agua de beber se retiran normalmente como parte del estiércol. Las granjas que producen purines (sin desecación en la explotación avícola) pueden almacenar esta agua en el canal estercolero. En las granjas en las que se produce estiércol seco, el agua residual se almacena de forma distinta (Ej. en depósitos). La Tabla 3.12 muestra el consumo estimado de agua de limpieza para distintos tipos de instalaciones avícolas.

El volumen de agua utilizado para tareas de limpieza es variable y depende de la técnica aplicada y de la presión de agua del limpiador de alta presión. Asimismo, el uso de agua caliente o de vapor en lugar de agua fría permite reducir el volumen de agua de limpieza empleado.

Para gallinas ponedoras, el consumo de agua para limpieza varía con el sistema de alojamiento. La limpieza se realiza periódicamente cada 12–15 meses. Para gallinas ponedoras en jaulas, se requiere menos agua de limpieza que para gallinas en un sistema con yacija. La limpieza de las instalaciones en las que las gallinas ponedoras se mantienen sobre yacija varía con el área cubierta con enrejado. Cuanto mayor es la superficie enrejada, mayor es el volumen de agua necesario. Con un piso totalmente sólido, el consumo medio de agua se estima en 0,025 m³/m².

El consumo de agua de limpieza para las instalaciones de pollos de carne varía ampliamente entre Finlandia y Holanda, donde se utiliza 10 veces más agua. La aplicación de agua caliente puede reducir el consumo de agua en un 50 %.

Especie avícola	Consumo en m ³ /m ² para limpieza	Ciclos anuales	Consumo anual en m ³ /m ² por año
Ponedoras - jaulas	0,01	0,67 – 1	0,01
Ponedoras – yacija	>0,025	0,67 – 1	>0,025
Pollos de carne	0,002 – 0,020	6	0,012 – 0,120
Pavos	0,025	2 – 3	0,050 – 0,075

Tabla 3.12: Consumo estimado de agua para la limpieza de instalaciones avícolas [62, LNV, 1992]

3.2.2.2 Necesidades de agua en las granjas porcinas

3.2.2.2.1 Consumo de los animales

Pueden identificarse cuatro tipos de consumo de agua:

1. El agua necesaria para mantener la homeostasis y cubrir los requisitos de crecimiento.
2. El agua ingerida por los animales por encima de lo estrictamente necesario.
3. El agua que se desperdicia en el abrevado debido a una estructuración incorrecta del sistema de distribución.
4. El agua utilizada por los animales para satisfacer sus necesidades de conducta, como los vertidos de agua durante las conductas típicas generadas por la falta de objetos para “jugar” aparte del sistema de abrevado.

El consumo animal de agua se expresa en litros por Kg. de pienso, y depende de:

- La edad y el peso vivo del animal
- La salud del animal
- La fase de producción
- Las condiciones climáticas
- El pienso y la estructura del sistema de alimentación.

El consumo de agua de los cerdos de acabado por Kg. de pienso ingerido disminuye con la edad pero, dado que los animales tienen una mayor ingesta de pienso al aumentar su peso vivo hacia el final del periodo de acabado, la ingesta diaria absoluta de agua es mayor. En Italia, donde es común el acabado de cerdos de mucho más peso, el pienso se administra predominantemente en forma líquida, con una relación de agua/pienso de 4:1 y, cuando se utiliza suero proveniente de la producción de queso, la relación puede

llegar a ser de 6:1. Por lo que respecta a la composición del pienso, un menor nivel de PB reduce el consumo de agua. Con una reducción de 6 puntos se observó una reducción del 30 % en la ingestión de agua [134, España, 2001].

En las cerdas, el consumo de agua es importante para mantener la homeostasis y para la producción de lechones o leche. Estos elevados niveles de ingestión de agua tienen asimismo un efecto positivo sobre la capacidad de ingestión del animal durante la fase de lactación y en el mantenimiento de la salud de los órganos urogenitales durante la gestación.

Tipo de producción porcina	Peso o periodo de producción	Relación agua/pienso (l/Kg.)	Consumo de agua (l/día/cabeza)
Acabado	25 – 40 Kg.	2,5	4
	40 – 70 Kg.	2,25	4 – 8
	70 – acabado	2,0 – 6,0	4 – 10
Cerdas jóvenes	100 – apareamiento	2,5	
Cerdas	Del secado hasta 85 días de gestación		5 – 10
	Desde 85 días de gestación hasta el parto	10 – 12	10 – 22
	Lactancia	15 – 20	25 – 40 (sin límite)

Tabla 3.13: Necesidades de agua de los cerdos de acabado y de las cerdas en l/cabeza/día en relación con la edad y la fase de producción (Derivados de [27, IKC Veehouderij, 1993], [59, Italia, 1999], [125, Finlandia, 2001] y [92, Portugal, 1999])

La ingesta de agua (o líquido) es importante para el engorde de los cerdos de acabado y tiene una clara influencia en la producción de estiércol y en su calidad. Para un peso vivo de 25 a 60 Kg., la ingesta de agua es de unos 4 a 8 litros por cabeza por día, aumentando a 6–10 litros por cabeza por día al aumentar el peso vivo. En general, la producción de purines aumenta, pero con una reducción simultánea de su contenido en materia seca, debido a la mayor ingestión de agua (Tabla 3.14). Este patrón es similar para cerdos, cerdas en lactación (incluida la camada) y cerdas en periodo seco; el agua incluye otros líquidos como suero, leche desnatada y efluente de los ensilajes [91, Dodd, 1996].

Relación agua/pienso	Ración (Kg./cerdo/día)	Producción de estiércol (m ³ /cerdo/año)	Contenido de materia seca (%)
1,9:1	2,03	0,88	13,5
2,0:1	2,03	0,95	12,2
2,2:1	2,03	1,09	10,3
2,4:1	2,03	1,23	8,9
2,6:1	2,03	1,38	7,8

Tabla 3.14: Ejemplo del efecto de la relación agua/pienso sobre la producción y el contenido de materia seca del estiércol de cerdos de engorde/acabado [27, IKC Veehouderij, 1993], con referencia a Mestbank Overijssel en Midden, Holanda, 1991

Los vertidos de agua y la producción de purines líquidos están influenciados por el tipo de sistema de abrevado y por la velocidad de suministro de agua. En la Tabla 3.15 puede verse que un aumento en la velocidad de suministro de agua de los bebederos de boquilla en un factor de 2 produce un aumento en el volumen de purines producido en un factor de 1,5, y al mismo tiempo una reducción en el contenido de materia seca del purín.

Suministro de agua (l/cerdo /min)	Producción de estiércol (m ³ /cerdo/año)	Contenido de materia seca (%)
0,4	1,31	9,3
0,5	1,45	8,1
0,6	1,60	7,2
0,7	1,81	6,1
0,8	2,01	5,2

Tabla 3.15: Efecto del nivel de suministro de agua de los bebederos de boquilla en la producción de estiércol y en su contenido de materia seca para cerdos de engorde/acabado [27, IKC Veehouderij, 1993], con referencia a Mestbank Overijssel en Midden Holanda, 1991

3.2.2.2 Consumo de agua de limpieza

El volumen de agua residual producido en las explotaciones porcinas está directamente relacionado con la cantidad de agua de limpieza empleada. El consumo de agua en las granjas porcinas se ve influenciado no sólo por la técnica de limpieza aplicada, sino también por el sistema de estabulación, se consume mucha agua si hay que lavar los suelos para eliminar el estiércol. Por ejemplo, cuanto mayor es la superficie de suelo enrejada, menor es el consumo de agua de limpieza. No hay muchos datos disponibles sobre consumo de agua de limpieza. En la Tabla 3.16 se reportan algunos datos que han sido medidos en distintos tipos de granjas o sistemas de suelos, pero se observan grandes variaciones dependiendo del uso de limpieza a presión y de la aplicación de detergentes en la superficie. La variación en el consumo entre los distintos tipos de suelos no puede por tanto explicar el nivel y variación entre distintos tipos de granjas.

Sistema / tipo de granja	Consumo
Suelos sólidos	0,015 m ³ /cabeza/año
Suelos parcialmente enrejados	0,005 m ³ /cabeza/año
Suelos enrejados	0 m ³ /cabeza/año
Granja de cría	0,7 m ³ /cabeza/año
Granja de acabado	0,07 – 0,3 m ³ /cabeza/año

Tabla 3.16: Consumo de agua estimado para la limpieza de instalaciones porcinas [59, Italia, 1999], [62, LNV, 1992]

3.2.3 Consumo de energía

La cuantificación del consumo de energía de las granjas pecuarias es una tarea compleja para todos los sistemas de producción, ya que su organización y sistemas no son homogéneos. Además, las tecnologías aplicadas al sistema de producción, del que depende en gran medida la cantidad de consumo de energía, dependen sustancialmente de las características estructurales y de producción de las granjas. Otro factor importante que influye en el consumo de energía son las condiciones climáticas [188, Finlandia, 2001].

La recogida de datos sobre consumo energético es también difícil ya que el consumo de energía es normalmente variable y con frecuencia no puede medirse de forma clara. Las unidades son distintas según el tipo de recurso energético utilizado, por lo que es necesaria su conversión a kWh o Wh por día para permitir efectuar comparaciones. Los datos pueden expresarse por día y por cabeza, pero si se calculan a lo largo de un año permiten promediar los efectos estacionales del clima sobre el consumo derivado de la ventilación y de la calefacción de las instalaciones.

Italia, Reino Unido y Finlandia reportaron consumos energéticos en explotaciones avícolas y porcinas, y sus conclusiones principales se presentan en las siguientes secciones [59, Italia, 1999] [72, ADAS, 1999; 73, Peirson, 1999].

3.2.3.1 Granjas avícolas

Por lo que respecta a las **granjas de gallinas ponedoras**, la calefacción artificial de las instalaciones no suele aplicarse, debido a los bajos requisitos de temperatura de las aves y a la (todavía) elevada densidad de aves. La aplicación de los estándares mínimos para la protección de gallinas ponedoras [74, EC, 1999] puede aumentar el consumo de energía en las granjas de gallinas ponedoras, aunque también depende de las técnicas de ahorro energético aplicadas. Las actividades que requieren energía son:

- Calentamiento del agua en invierno.
- Distribución de pienso.
- Ventilación de la nave.
- Iluminación, requiere elevados niveles de consumo con el fin de mantener artificialmente un periodo constante de alta iluminación durante el año, con el fin de aumentar la producción de huevos durante los periodos en que los días son más cortos.
- Recogida y clasificación de huevos: el consumo es de alrededor de 1 kWh por 50 – 60 m de cinta transportadora.
- Operaciones de las instalaciones de clasificación y envasado.

En las **granjas de pollos de carne**, la mayor parte del consumo de energía está relacionado con las siguientes actividades:

- Calefacción local en la fase inicial del ciclo, que se realiza con calefactores por aire.
- Distribución, y a veces preparación, del pienso.
- Ventilación de la nave, que varía entre los periodos invernal y estival desde 2.000 a 12.000 m³/h por 1.000 cabezas.

El consumo de energía en una granja Italiana de gallinas ponedoras, relacionado con la preparación del pienso, la ventilación de la nave y el calentamiento del agua durante los meses de invierno (si es necesario), puede ser un 30 – 35 % mayor que en las granjas de pollos de carne; ver Tabla 3.17. La variabilidad del consumo de energía durante el año está relacionada principalmente con el tipo de granja y del sistema utilizado. En las granjas de pollos de carne, en las que prevalece el consumo atribuible al control del clima, las variaciones estacionales pueden ser sustanciales, es decir, el consumo de energía para producción de calor en invierno es mayor que el utilizado para ventilación en verano. En las granjas de pollos de carne, el consumo de energía eléctrica presenta un máximo en verano (ventilación), y el consumo térmico es máximo en invierno (calefacción ambiente). En las granjas de gallinas ponedoras, en las que no se utiliza calefacción en invierno, el máximo de consumo energético (eléctrico) es en verano, debido al aumento de la velocidad de ventilación [59, Italia, 1999].

La Tabla 3.17 muestra los requisitos energéticos de algunas actividades esenciales en las granjas de pollos de carne y de gallinas ponedoras en Italia, a partir de los cuales sería posible calcular su consumo energético total. El consumo diario es bastante variable según el tamaño y el equipo utilizado, las medidas de ahorro energético, así como las pérdidas causadas por la falta de aislamiento.

Actividad	Consumo de energía estimado (Wh/ave/día)	
	Pollos de carne	Gallinas ponedoras
Calefacción local	13 – 20	
Alimentación	0,4 – 0,6	0,5 – 0,8
Ventilación	0,10 – 0,14	0,13 – 0,45
Iluminación	--	0,15 – 0,40
Conservación huevos (Wh/huevo/día)		0,30 – 0,35

Tabla 3.17: Niveles orientativos del consumo diario de energía de las actividades en granjas avícolas en Italia [59, Italia, 1999]

La energía global consumida, sobre la base de estos datos de consumo (italianos), se reportó en el intervalo de 3,5 a 4,5 Wh por ave por día según el tipo de granja. Este rango no se corresponde con los datos sobre el consumo de las granjas avícolas en el Reino Unido, donde se han reportado consumos energéticos mucho mayores tanto para granjas de pollos como de gallinas ponedoras (Tabla 3.18). Se señaló que los datos presentados en el Reino Unido incluyen también energía utilizada en otras partes de la explotación avícola, por lo que puede sobreestimar el consumo energético real de la instalación. Por ejemplo, si las granjas avícolas disponen de una planta anexa de producción de pienso, el consumo energético será notablemente superior que para las granjas en las que el pienso es suministrado externamente (por ejemplo, el consumo energético para un molino de martillos con transferencia neumática de harina es de 15 – 22 kWh).

Especie	Tamaño de la explotación	Consumo energético (kWh / ave vendida)	Tiempo de producción/ave	Consumo energético (kWh/ave/día)
Pollos	Hasta 200.000 aves vendidas/año	2,12 – 7,37	42 días	0,05 – 0,18
	>200.000 aves vendidas/año	1,36 – 1,93		0,03 – 0,046
		Consumo energético (kWh/ave/año)	Periodo de puesta	Consumo energético (kWh/ave/día)
Ponedoras	Hasta 75.000 aves en grupo	3,39 – 4,73	1 año	9,29 – 12,9
	>75.000 aves en grupo	3,10 – 4,14		8,49 – 11,3

Los datos incluyen el consumo de todas las fuentes de energía (combustible, electricidad) y de todas las actividades

Tabla 3.18: Niveles indicativos de consumo de energía de explotaciones avícolas en el Reino Unido [73, Peirson, 1999]

Aparte de las tendencias anuales, los consumos diarios de energía eléctrica son también bastante variables y relacionadas con las técnicas utilizadas en la granja. Con frecuencia, hay dos máximos diarios correspondientes a la distribución de pienso.

Por lo que respecta al consumo energético para otras especies avícolas, se reportó un consumo energético total para pavos de alrededor de 1,4 a 1,5 kWh por ave y año [124, Alemania, 2001] y [125, Finlandia, 2001].

3.2.3.2 Explotaciones porcinas

El consumo energético en las explotaciones porcinas está relacionado con la iluminación, calefacción y ventilación. La luz natural se considera deseable, pero se emplea luz artificial en zonas en las que la intensidad de la luz natural puede ser muy variable. Los requisitos energéticos para la iluminación de las instalaciones porcinas pueden por lo tanto ser muy distintos para las distintas zonas europeas.

El consumo de energía para calefacción depende del tipo de animal y del sistema de estabulación. En [72, ADAS, 1999] se presentan ejemplos, observándose una variación considerable del consumo energético.

Para la preparación de piensos, el consumo energético total se considera que está entre 15 y 22 kWh/tonelada de harina producida si se utiliza un molino de martillos con transferencia neumática para moler los cereales. La producción de pellets o cubicación del pienso in situ dobla el consumo, ya que requiere 20 kWh por tonelada.

Tipo de estabulación / actividad	Consumo energético cerdos de cría/acabado (kWh/cerdo acabado/año)	Consumo energético cerdos destetados/cría (kWh/cerda por año)
Calefacción – Refugios en las Parideras		
Lámpara sin control (250 W)	15,0	
Lámpara calefactora con atenuador al 50 % (mitad de tiempo)	10,2	
Lámpara con control de temperatura en el corral de recién nacidos	7,8	
Calefacción – Estabulación de cochinitos destetados		
Cubierta plana con mal control de ventilación / calefacción	10 – 15	200 – 330
Cubierta plana con buen control de ventilación / calefacción	3 – 5	70 – 115
Corrales con calefacción / ventilación automática	3 – 6	130
Ventilación		
Cerdas en régimen seco / servicio		30 – 85
Parto		20 – 50
Ventiladores – Parto	1 – 2	
Ventiladores – Cubículo	1 – 2,25	
Ventiladores – Cría	2 – 5	
Ventiladores - Acabado	10 – 15	
Ventilación Natural Controlada Automáticamente (VNCA)	Despreciable	
Iluminación		
Todas las secciones de la instalación	2 – 8	50 – 170
Molturación y mezcla		
Preparación de pienso para todo el ganado	3 – 4.5	20 – 30

Tabla 3.19: Consumo anual aproximado de energía para tipos y sistemas típicos de instalaciones porcinas en el Reino Unido [72, ADAS, 1999]

Con estos datos, se calculó el consumo total de energía de ambos tipos de granja para distintos tamaños de pjaras (Tabla 3.20).

Destete / Cría Tamaño de la granja	Consumo energético (kWh /cerda /año)	Cría / Acabado Tamaño de la granja	Consumo energético (kWh /cerdo vendido/año)
< 265 cerdas	457 – 1038	< 1.200 cerdos	385 – 780
265 – 450 cerdas	498 – 914	1.200 – 2.100 cerdos	51 – 134
> 450 cerdas	83 – 124	> 2.100 cerdos	41 – 147

Tabla 3.20: Consumo total de energía para distintos tipos de granjas de distintos tamaños en el Reino Unido [72, ADAS, 1999]

El consumo diario medio por cabeza se calculó en Italia en distintos tipos de granjas del mismo tamaño con al menos 10 cabezas/granja (Tabla 3.21). Se observó una gran variación. Las granjas de acabado tienen un menor consumo energético en promedio que las granjas de cría y que las granjas integradas. Esto es debido en particular a un menor consumo de fuel-oil y de electricidad.

Fuente de energía	Consumo de energía por tipo de granja (kWh /cabeza /día)		
	Granjas integradas	Cría	Acabado
Consumo de energía eléctrica	0,117	0,108	0,062
Fuel-oil automoción	0,178	0,177	0,035
Gas natural	0,013	0,017	0
Fuel-oil calefacción	0,027	0,011	0,077
Gas licuado	0,026	0,065	0,001
Consumo térmico total	0,243	0,270	0,113
Consumo total de energía	0,360	0,378	0,175

Tabla 3.21: Consumo energético medio por tipo de granja porcina y por tipo de fuente de energía en Italia [59, Italia, 1999]

El efecto del tamaño de la granja se ilustra asimismo para granjas en Italia (Tabla 3.22). Aquí, cuanto mayor es la granja, mayor es su consumo energético. Esto se explicó por el uso de tecnologías más avanzadas en las empresas grandes, con un mayor consumo energético asociado (factor 2,5). Es interesante destacar que esto contrasta con las experiencias en el Reino Unido, donde las pjaras grandes tienen un menor consumo energético por cabeza que las pjaras pequeñas [72, ADAS, 1999].

Fuente de energía	Consumo estimado de energía por tamaño de granja (kWh /cabeza /día)			
	Hasta 500 Cerdos	501 – 1.000 cerdos	1.001 – 3.000 cerdos	Más de 3.000 cerdos
Consumo de energía eléctrica	0,061	0,098	0,093	0,150
Fuel-oil automoción	0,084	0,107	0,169	0,208
Gas natural	0,002	0,012	0,023	0,010
Fuel-oil calefacción	0,048	0,029	0,011	0,049
Gas licuado	0,042	0,048	0,018	0,026
Consumo térmico total	0,176	0,196	0,221	0,293
Consumo total de energía	0,237	0,294	0,314	0,443

Tabla 3.22: Consumo energético medio para granjas en Italia por tamaño de granja y fuente de energía [59, Italia, 1999]

Otra diferencia entre los estudios fue que la energía eléctrica es considerada en Italia como la fuente de energía básica, pero el estudio reveló que los requisitos energéticos de las granjas porcinas se cubren predominantemente con combustibles fósiles, que suministran hasta un 70 % de los requisitos energéticos totales. En el Reino Unido la mayor parte de la energía consumida es eléctrica (>57 %).

3.2.4 Otros recursos

3.2.4.1 Cama (yacija)

La cantidad de yacija utilizada depende de la especie animal, del sistema de alojamiento y de las preferencias del granjero. El uso de yacija se indica en m³ por 1.000 aves, o en Kg. por animal por año (Tabla 3.23). Las cantidades utilizadas pueden aumentar tanto para gallinas ponedoras como para cerdos, si la legislación sobre bienestar animal y las demandas del mercado requieren el uso de más técnicas de estabulación con yacija.

Especie animal	Sistema de estabulación	Yacija utilizada	Cantidades típicas empleadas	
			Kg. /animal /año	m ³ /1.000 cabezas
Ponedoras	Yacija profunda	Aserrín Paja triturada 38 – 50 mm	1,0	3
Pollos	Yacija profunda	Aserrín Paja triturada Papel triturado	0,5 Kg. /ave /cosecha	2,3
		Turba	0,25–0,5 Kg./ave/cosecha	
Pavos	Yacija profunda	Aserrín Paja triturada	14 – 15 (hembras) 21 – 22 (machos) (2,7 lotes)	
Cerdos de acabado	Corrales	Paja	102	

Tabla 3.23: Cantidades típicas de yacija utilizadas para cerdos y aves en sistemas de estabulación [44, MAFF, 1998]

3.2.4.2 Materiales de limpieza

Los productos de limpieza (detergentes) se utilizan con agua y acaban en las instalaciones de depuración de aguas residuales o en el fango residual.

Se utilizan diversos detergentes para limpiar las instalaciones. Hay muy poca información disponible sobre las cantidades utilizadas. Para producción avícola se reportó una concentración de 1 litro de desinfectante por m³, pero para cerdos su cuantificación se considera muy difícil y no se han reportado datos representativos.

3.3 Niveles de emisiones

La mayoría de emisiones de las principales actividades en cualquier explotación avícola o porcina pueden atribuirse a la cantidad, estructura y composición del estiércol. Desde el punto de vista medioambiental, el estiércol es el residuo más importante que hay que gestionar en la granja. Esta sección, por lo tanto, comienza presentando un resumen de las características del estiércol avícola y porcino antes de presentar los niveles de emisión de las actividades realizadas en la granja.

La mayor parte de la información sobre aspectos medioambientales hace referencia a las emisiones de NH₃-N y NH₄⁺-N y de P₂O₅. Las distintas actividades realizadas en la granja contribuyen a estas emisiones en distinto grado. La estabulación ha sido reportada como una de las principales contribuciones en ambos sectores (Tabla 3.24).

Total pérdidas	Aves		Cerdos	
	kt	%	kt	%
Pérdidas totales estabulación	29,1	68,6	20,41	69,9
Pérdidas totales almacenamiento	0,21	0,5	1,83	6,3
Pérdidas totales esparcimiento	12,40	29,1	6,17	21,1
Pérdidas totales en el exterior	0,76	1,8	0,80	2,7
Pérdida Total	42,58	100,0	29.21	100,0

Tabla 3.24: Ejemplo de contribución a las emisiones de NH₃-N de distintas actividades, en el Reino Unido (1999) [139, UK, 2001]

Las características del estiércol se ven, en primer lugar, afectadas por la calidad del pienso, expresada en % de materia seca (% ms) y la concentración de nutrientes (N, P, etc.), así como por la eficacia con la que el animal puede convertirlos en producto (índice de conversión de pienso). Dado que las características de los piensos son muy diversas, las concentraciones en el estiércol muestran variaciones similares. Las medidas aplicadas para reducir las emisiones asociadas con la recolección (en la instalación), el almacenamiento y el tratamiento de estiércol afectarán la estructura y composición del estiércol, y en último término influirán en las emisiones asociadas con su aplicación al suelo.

Las emisiones se presentan como rangos en lugar de simples valores medios, que no permitirían observar la variación existente o determinar los niveles inferiores alcanzados. También se presentan los niveles mínimos y máximos reportados, con el fin de poder determinar el rango global de emisiones en Europa, y se explican los factores responsables de esta variación. A nivel nacional, las emisiones presentan variaciones en distintos rangos, pero se presupone que se han aplicado factores similares. Se explican las diferencias cuando los datos han sido presentados de forma que lo hagan posible.

3.3.1 Excreción de estiércol

Esta sección reporta los niveles de excreciones de estiércol y los niveles de nutrientes. Se han realizado abundantes investigaciones para comprender el modo en el que la producción de estiércol y el contenido de nutrientes varían con la fase de producción y la composición de la dieta. Se han desarrollado modelos para permitir un cálculo fácil de las emisiones, estandarizando las pérdidas metabólicas o la retención de determinados minerales. Se presentó un ejemplo que se utiliza para calcular los minerales excretados por distintas especies animales (Tabla 3.25). Conociendo la composición del pienso, permite determinar la producción mineral bruta potencial de N y P₂O₅. Las pérdidas medias de N durante el almacenamiento, tratamiento y aplicación del estiércol se estiman en un 15 % de la producción bruta [174, Bélgica, 2001].

Especie animal	Producción mineral bruta en el estiércol (Kg. /animal /año)	
	P ₂ O ₅	N
Cerdos 7 – 20 Kg.	2,03 x (absorción P) – 1,114	0,13 x (absorción N) – 2,293
Cerdos 20 – 110 Kg.	1,92 x (absorción P) – 1,204	0,13 x (absorción N) – 3,018
Cerdos >110 Kg.	1,86 x (absorción P) + 0,949	0,13 x (absorción N) + 0,161
Cerdas incluida camada <7 Kg.	1,86 x (absorción P) + 0,949	0,13 x (absorción N) + 0,161
Gallinas ponedoras	2,30 x (absorción P) – 0,115	0,16 x (absorción N) – 0,434
Pollos	2,25 x (absorción P) – 0,221	0,15 x (absorción N) – 0,455
<i>Absorción de P en Kg. P /animal /año</i>		
<i>Absorción de N en proteína bruta /animal /año</i>		

Tabla 3.25: Ejemplo de modelos utilizados en Bélgica para el cálculo de la producción mineral bruta en el estiércol
[207, Bélgica, 2000], tabla B17

3.3.1.1 Niveles de excreción y características del estiércol avícola

Según el sistema de producción y la forma de recoger el estiércol, se producen distintos tipos de estiércol avícola:

- Purines (0 – 20 % ms) de gallinas ponedoras en batería y patos
- Estiércol seco (>45 % ms) de gallinas ponedoras en batería cuando se aplica desecación
- Gallinaza con yacija (50 – 80 % ms) de gallinas ponedoras, pollos, pavos y patos

El estiércol con un % de materia seca entre 20 y 45 % es difícil de manipular, y en la práctica se agrega agua para permitir su bombeo. La gallinaza con yacija es estiércol mezclado con la yacija y normalmente es un residuo de la estabulación cuando se mantienen los animales en suelos de cemento o enrejados con yacija. El contenido de materia seca es importante ya que, al aumentar el mismo, las emisiones de NH_3 se reducen. Los cálculos muestran que, con un desecado rápido hasta un contenido de materia seca de > 50 %, las emisiones de NH_3 (g/hr) se redujeron a menos de la mitad de las emisiones de un estiércol con un contenido de materia seca de < 40 %.

La producción de estiércol avícola se reporta de distintas formas con una gran variación en el nivel de agregación. En la medida en que es posible comparar los análisis reportados por distintas fuentes, los rangos de composición del estiércol de distintas especies en distintos sistemas de explotación son muy similares.

El contenido de materia seca es un factor importante de control para los niveles de nutrientes totales [135, Nicholson et al., 1996]. Los datos de la Tabla 3.26 muestran la variación de los niveles de nutrientes en el estiércol expresados en porcentaje de materia seca (ms). Los contenidos de N amónico (NH_4) y de N del ácido úrico del estiércol avícola se corresponden con el suministro de N inmediatamente disponible en las plantas. Los datos se basan en el trabajo realizado en el Reino Unido [135, Nicholson et al., 1996], y los rangos reportados fueron confirmados por otras fuentes. Se indican valores únicos cuando los rangos no han sido reportados o no han podido derivarse de la información disponible.

El tipo de pienso, el sistema de estabulación (aplicación de desecación del estiércol y uso de yacija) y las razas de pollos son factores responsables de esta variación. Por lo que respecta a la alimentación, está claro que cuanto mayor es el nivel de proteínas en el pienso, mayores son los niveles de N en el estiércol. Para las distintas especies avícolas, los niveles de concentración de N varían dentro de un rango similar. Para gallinas ponedoras, algunos de los sistemas de explotación presentan una variación mucho mayor que otros en cuanto al contenido de materia seca, lo que puede ser debido al sistema de gestión, aunque no se ha señalado que sea debido a un solo factor.

Especie	Sistema de explotación	Estiércol producido		Nutrientes (% de peso seco)							
		Kg./ave/plaza/año	ms (%)	Total N	N - NH ₄	N-Ácido úrico	P	K	Mg	S	
Gallinas ponedoras	Batería-almacenamiento abierto	73 - 75	14 - 25	4,0 - 7,8	Sin datos	Sin datos	1,2 - 3,9	Sin datos	Sin datos	Sin datos	
	Estabulación con fosa séptica	70	23,0 - 67,4	2,7 - 14,7	0,2 - 3,7	<0,1 - 2,3	1,4 - 3,9	1,7 - 3,9	0,3 - 0,9	0,3 - 0,7	
	Estabulación sobre pilares	Sin datos	79,8	3,5	0,2	0,3	2,9	2,9	0,7	0,7	
	Batería - cintas quitaestiércol	55	21,4 - 41,4	4,0 - 9,2	0,5 - 3,9	<0,1 - 2,7	1,1 - 2,3	1,5 - 3,0	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	
Pollos de carne	Batería - cinta de estiércol (desección forzada)	20	43,4 - 59,6	3,5 - 6,4	Sin datos	Sin datos	1,1 - 2,1	1,5 - 2,8	0,4 - 0,8	Sin datos	
	Cinta de estiércol (desección forzada) y secado ulterior	Sin datos	60 - 70	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	
	Yacijas (gallinero con salida libre)	Sin datos	35,7 - 77,0	4,2 - 7,6	0,7 - 2,2	1,7 - 2,0	1,4 - 1,8	1,6 - 2,8	0,4 - 0,5	0,3 - 0,7	
	Sistema de aviario	Sin datos	33,1 - 44,1	4,1 - 7,5	0,5 - 0,9	1,9 - 2,3	1,2 - 1,4	1,6 - 1,8	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	
Pavos (carne)	Yacijas (5 - 8 cosechas)	10 - 17	38,6 - 86,8	2,6 - 10,1	0,1 - 2,2	<0,1 - 1,5	1,1 - 3,2	1,2 - 3,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,8	
	Yacijas (2,3 - 2,7 cosechas, aves hembras y machos)	37	44,1 - 63,4	3,5 - 7,2	0,5 - 2,3	<0,1 - 1,1	1,3 - 2,5	1,9 - 3,6	0,3 - 0,7	0,4 - 0,5	
Patos	Varios (yacijas hasta totalmente enrejado)	Sin datos	15 - 72	1,9 - 6,6	1,2	<0,1	0,7 - 2,0	2,2 - 5,6	0,2 - 0,7	0,3	

Tabla 3.26: Rango de niveles reportados de producción de estiércol avícola, contenido de materia seca y análisis de nutrientes de la gallinaza fresca en distintos sistemas de explotación avícola [26, LNV, 1994], [127, Italia, 2001], [135, Nicholson et al., 1996]

3.3.1.2 Niveles de excreción y características del estiércol porcino

Las cantidades anuales de estiércol porcino, orines y purines que se producen varían con el tipo de producción porcina, el contenido de nutrientes del pienso y el sistema de bebederos aplicado, así como las distintas etapas de producción con su metabolismo típico. Durante el periodo post-destete, el índice de conversión del pienso y la ganancia de peso vivo son los factores más determinantes para la producción de estiércol por animal, mientras que el índice de crecimiento y el porcentaje muscular son menos importantes. En el caso de las cerdas, la producción de estiércol no se ve influenciada cuando se expresa en rendimiento por animal, pero puede variar mucho si se expresa por lechón. La duración del periodo de producción y la relación pienso/agua son factores importantes que también contribuyen a la variación observada en las cantidades anuales de purines (Tabla 3.27). Al aumentar los pesos de sacrificio, se registran niveles superiores de producción de estiércol (Reino Unido, 4,5–7,3 Kg. por cabeza por día para cerdos).

Fases de producción porcina	Producción (Kg./animal/día)			Producción en m ³ /animal	
	Estiércol	Orines	Purines	Por mes	Por año
Cerdas en gestación	2,4	2,8 – 6,6	5,2 – 9	0,16 – 0,28	1,9 – 3,3
Cerdas parturientas ¹	5,7	10,2	10,9 – 15,9	0,43	5,1 – 5,8
Cochinillos destete ²	1	0,4 – 0,6	1,4 – 2,3	0,04 – 0,05	0,5 – 0,9
Cerdos acabado ³	2	1 – 2,1	3 – 7,2	0,09 – 0,13	1,1 – 1,5
Cerdos acabado (160 Kg.)	Sin datos	Sin datos	10 – 13	Sin datos	Sin datos
Cerdas jóvenes	2	1,6	3,6	0,11	1,3

1) la ingesta de agua varía con el sistema de abrevado
 2) el sistema de alimentación y abrevado contribuye a la variación
 3) peso de acabado 85 – 120 Kg.

Tabla 3.27: Rango de niveles reportados en la producción diaria y anual de estiércol, orines y purines en distintas fases de la producción porcina [27, IKC Veehouderij, 1993], [71, Smith et al., 1999], [137, Irlanda, 2001]

Pueden hacerse los siguientes comentarios sobre la variación de la composición de nutrientes del estiércol. La composición del pienso y el nivel de aprovechamiento del pienso (índice de conversión) determinan los niveles de nutrientes del estiércol porcino. La utilización puede variar, pero los progresos realizados en la comprensión del metabolismo del cerdo permiten manipular la composición del estiércol cambiando el contenido de nutrientes del pienso porcino. Los índices de conversión varían entre las distintas fases de producción; por ejemplo, los cerdos de acabado tienen índices de conversión entre 2,5 y 3,1.

Factores importantes en el nivel de excreción de N y P son:

- La concentración de N y P en el pienso.
- El tipo de producción porcina.
- El nivel de producción.

Se ha analizado la relación entre la ingesta de N y P a través del pienso y su excreción en el estiércol con el fin de poder realizar estimaciones de los niveles de N y P en la aplicación de estiércol al suelo. Se han desarrollado modelos que intentan dar una indicación de los niveles de excreción en los purines. Un estudio de los excrementos de cerdos y aves mostró que estos modelos están en línea con los datos obtenidos al comparar los niveles excretados por los cerdos con información sobre los aportes a través del pienso. Al mismo tiempo, se concluyó que la información puede usarse como guía general pero que, al nivel de cada granja individual, pueden observarse algunas variaciones en los niveles y pueden ser apropiados distintos valores de producción de estiércol y de excreción de N [71, Smith et al., 1999].

Muchos informes indican claramente que los niveles más bajos de N en el estiércol se derivan de menores niveles de proteína bruta (niveles de PB) en el pienso. Con un menor consumo y sin cambios en la retención, las pérdidas de N se reducen considerablemente (Tabla 3.28).

Fase	Nivel de nitrógeno (g/d)					
	Consumo		Retención		Pérdidas	
	Bajo nivel de PB	Alto nivel de PB	Bajo nivel de PB	Alto nivel de PB	Bajo nivel de PB	Alto nivel de PB
Engorde	48,0	55,6	30,4	32,0	17,5	23,7
Acabado	57,1	64,2	36,1	35,3	21,0	28,9
Total	105,1	119,8	66,5	67,3	38,5	52,6
% Relativo	88	100	99	100	73	100

Tabla 3.28: Ejemplo del efecto de niveles reducidos de PB en el pienso para cerdos de engorde y acabado sobre la ingesta diaria, la retención y las pérdidas de nitrógeno. [131, FORUM, 2001]

La excreción anual de N y P por las cerdas parturientas es el resultado de las excreciones conjuntas de cerdas y lechones hasta el destete, pero el tamaño variable de la camada tiene una influencia pequeña, como se ilustra con un ejemplo de Holanda en la Tabla 3.29. Los datos muestran claramente que la excreción está influenciada por el contenido de N en el pienso, más que por diferencias en el rendimiento técnico (número de cerdos). La eficacia en el aprovechamiento del N se considera que es máxima para cerdas parturientas y lechones justo después del destete.

	Número medio de lechones destetados					
	17,1		21,7		25,1	
	N1 ¹	N2 ²	N1 ¹	N2 ²	N1 ¹	N2 ²
Factor de excreción de N						
Pienso lechones	29,0	27,4	29,0	27,4	29,0	27,5
Pienso cerdas – parturientas	22,0	20,4	22,0	20,4	22,0	20,4
Pienso cerdas – lactancia	25,5	23,9	25,5	23,9	25,5	23,9
Excreción de N						
Excreción de N (Kg./año)	28,7	26,2	29,5	26,7	29,5	26,6

1) N1: Mayor contenido de N en los piensos
2) N2: Menor contenido de N en los piensos

Tabla 3.29: Excreción media de nitrógeno (Kg. por año) en un corral con una cerda de cría (205 Kg.) y diversos números de lechones (hasta 25 Kg.) en el destete [102, ID-Lelystad, 2000]

Las épocas de gestación y crecimiento–engorde son comparativamente ineficaces. Esto es aun más cierto en Italia, donde los cerdos pesados (peso medio final 160 Kg.) muestran incluso una menor eficacia proteínica que los cerdos ligeros, debido a la baja retención de nitrógeno observada a elevados niveles de peso vivo (Tabla 3.30). Dado que el crecimiento y el engorde suponen la mayor contribución (77 – 78 %) a la eliminación de nitrógeno en las excreciones, las medidas adoptadas en las dietas destinadas a mejorar el balance de este elemento deben concentrarse en esta fase de producción. La relación entre el nitrógeno excretado y el nitrógeno ingerido para cerdos de engorde/acabado es normalmente elevada, de un 65 % en una granja de ciclo cerrado.

Balance de nitrógeno (g /cabeza /día)	Fase de engorde (Kg.)		
	40 – 80	80 – 120	120 – 160
Nitrógeno ingerido	40,9	69,3	61,3
Nitrógeno excretado	25,3	45,7	40,7
Retención de nitrógeno (%) (N excretado/N ingerido)	61,9	65,9	66,4

Tabla 3.30: Retención de nitrógeno en distintas fases de crecimiento de cerdos de acabado (datos de Italia)
[59, Italia, 1999]

El método de acabado aplicado es muy importante. Mientras que en Italia se aplican 1,5 periodos anuales de acabado, en otros Estados Miembros europeos es común que haya 2,5 y 3 periodos de acabado con distintos sistemas de explotación, lo que produce pesos entre 90 y 120 Kg. Los niveles anuales asociados de excreción de N están al parecer entre 10,9 y 14,6 Kg. de N por plaza [102, ID-Lelystad, 2000].

Cerdos de acabado	Estado Miembro			
	Francia	Dinamarca	Holanda	Italia
Periodo de acabado (Kg.)	28 – 108	30 – 100	25 – 114	40 – 160
Excreción (Kg./animal)	4,12	3,38	4,32	-
Excreción anual (Kg. /plaza)	10,3 – 12,36	8,45 – 10,14	10,8 – 12,96	15,4 ¹

1) 1,5 grupos de acabado/año

Tabla 3.31: Excreción anual de nitrógeno en distintos países
[102, ID-Lelystad, 2000], [59, Italia, 1999]

Análogamente a los niveles de excreción de N, la excreción de P varía con el contenido total de fósforo en la dieta, el genotipo del animal y la categoría de peso del animal (ver Tabla 3.32). La disponibilidad de fósforo en la dieta es un factor importante, y las medidas encaminadas a su mejora (fitasa) consiguen una reducción de las emisiones de P en el estiércol. Comparando los distintos grupos de cerdos, la retención de P es máxima en los cochinitillos destetados.

	Días	Consumo	Retención	Excreción			
				Heces	Orina	Total	%
Cerdas							
Lactación	27	0,78	0,35	0,34	0,09	0,43	55
Secado + gestación	133	1,58	0,24	0,79	0,55	1,34	85
Total/ciclo	160	2,36	0,59	1,13	0,64	1,77	75
Total/año	365	5,38	1,35	2,58	1,46	4,04	75
Cerdos							
Lechones (1,5 – 7,5 Kg.) ¹	27	0,25	0,06	0,12	0,07	0,19	75
Destete (7,5 – 26 Kg.)	48	0,157	0,097	0,053	0,007	0,06	38
Acabado (26 – 113 Kg.)	119	1,16 ²	0,43	0,65 ³	0,08	0,73	63

1) basado en 21,6 lechones / cerda / año
2) ingesta de pienso 2,03 Kg./día y 4,8 g P/Kg. pienso
3) ingesta de pienso 2,03 Kg./día y 2,1 g P/Kg. pienso

Tabla 3.32: Ejemplo de consumo, retención y excreción de fósforo en cerdos (Kg. por cerdo)
[138, Holanda, 1999]

Junto con el contenido de nitrógeno y fósforo, las excreciones de potasio, óxido de magnesio y óxido de sodio son también relevantes para la aplicación, ver Tabla 3.33.

	ms	MO	N _{total}	N _m	N _{org}	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	Densidad Kg./m ³
Purines										
Cerdos de acabado	90 (32)	60	7,2 (1,8)	4,2 (1,1)	3,0 (1,3)	4,2 (1,5)	7,2 (1,9)	1,8 (0,7)	0,9 (0,3)	1.040
Cerdas	55 (28)	35	4,2 (1,4)	2,5 (0,8)	1,7 (1,0)	3,0 (1,7)	4,3 (1,4)	1,1 (0,7)	0,6 (0,2)	
Fracción líquida del estiércol sólido										
Cerdos de acabado	20 – 40	5	4,0 – 6,5	6,1	0,4	0,9 – 2,0	2,5 – 4,5	0,2 – 0,4	1,0	1.010
Cerdas	10	10	2,0	1,9	0,1	0,9	2,5	0,2	0,2	
Estiércol sólido										
Cerdos (paja)	230 – 250	160	7,0 – 7,5	1,5	6,0	7,0 – 9,0	3,5 – 5,0	0,7 – 2,5	1,0	
<i>N_m nitrógeno metabólico</i>										
<i>N_{org} nitrógeno orgánico</i>										

Tabla 3.33: Composición media del estiércol y desviación típica (entre paréntesis) en Kg. por 1000 Kg. de estiércol [27, IKC Veehouderij, 1993], [49, MAAF, 1999]

3.3.2 Emisiones de los sistemas de estabulación

Después del estiércol, las emisiones a la atmósfera son las principales emisiones de las explotaciones pecuarias. Las principales emisiones a la atmósfera son de amoníaco, olor y polvo. La producción de polvo es importante, ya que puede ser una molestia directa para animales y personas, y también desempeña un importante papel como portador de compuestos olorosos. El nivel y variación de las emisiones a la atmósfera vienen determinados por muchos factores, que pueden estar vinculados y pueden afectarse mutuamente. Los principales factores que influyen sobre las emisiones a la atmósfera de las instalaciones de estabulación son:

- Diseño de las instalaciones de estabulación y sistema de recogida de estiércol
- Sistema de ventilación y velocidad de ventilación
- Calefacción aplicada y temperatura interior
- Cantidad y calidad del estiércol, que a su vez depende de:
 - La estrategia de alimentación
 - La formulación de los piensos (nivel de proteínas)
 - La aplicación de cama
 - El abrevado y el sistema de abrevado
 - El número de animales.

Las siguientes secciones presentan los niveles de emisiones a la atmósfera de distintas sustancias de las explotaciones avícolas y porcinas. Los niveles más bajos se consiguen normalmente con técnicas adicionales de limpieza del aire al final del proceso (end of pipe), como un lavado químico.

Las emisiones de las instalaciones porcinas y avícolas se reportan principalmente en términos de amoníaco (Tabla 3.30), pero también se producen otros gases (de efecto invernadero) como metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), a los que se espera que se preste mayor atención en el futuro [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]. El NH_3 y el CH_4 se derivan principalmente de las reacciones metabólicas del animal y de los purines, y se producen a partir de compuestos presentes en el pienso. El N_2O es un subproducto de la amonificación de la urea, y se obtiene directamente o puede convertirse a partir del ácido úrico de la orina.

3.3.2.1 Emisiones de explotaciones avícolas

La Tabla 3.34 presenta un resumen de una serie de emisiones de las explotaciones avícolas. Se han reportado una serie de datos sobre las emisiones de amoníaco. En la medida en que se han reportado las concentraciones y emisiones de las otras sustancias, se concluyó lo siguiente acerca de las mismas:

La formación de óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y compuestos volátiles no metánicos (COVnm) se asocia con el almacenamiento interno de estiércol, y sus niveles en la nave pueden considerarse muy bajos si el estiércol se retira frecuentemente. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) está generalmente presente en muy bajas cantidades, es decir, alrededor de 1 ppm [59, Italia, 1999].

La cuantificación de las concentraciones e índices de emisión de NH_3 , CO_2 y polvo para gallinas ponedoras se ha reportado en, respectivamente, un aviario y una nave con fosa de estiércol, y para pollos de carne en una nave típica de pollos de carne [129, Silsoe Research Institute, 1997]. Los datos indican que la concentración de amoníaco puede tener máximos (durante más de una hora) de 40 ppm (g/m^3) en las naves de pollos, lo que se considera debido a una mala gestión de la yacija. Los niveles de emisiones de NH_3 de granjas de pollos reportados en la Tabla 3.34 son de Holanda, referencia [179, Holanda, 2001].

Los niveles de NO_2 y CH_4 , según el estudio del Silsoe Research Institute, estaban ligeramente por encima de los niveles ambiente. Los niveles de polvo inspirable estaban entre 2 y 10 mg/m^3 , y de polvo respirable entre 0,3 y 1,2 mg/m^3 . Estos niveles son elevados en comparación con los límites de exposición prolongada para polvo inspirable, de 10 mg/m^3 para personas, e incluso más en comparación con los límites sugeridos de 3,4 mg/m^3 para animales. El aumento de las velocidades de ventilación aumentaba las concentraciones de las emisiones [129, Silsoe Research Institute, 1997].

En general, los niveles de polvo son más altos en los sistemas con cama. Dado que el polvo actúa como portador de parte de las emisiones a la atmósfera, los sistemas con cama llevan asociados niveles más elevados de componentes gaseosos como CH_4 y NO_2 . Esta observación ha sido confirmada por datos reportados en [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]. Asimismo, los niveles encontrados en dicho

estudio mostraban gran variación: desde diez veces los niveles indicados hasta niveles no detectables o justo por encima de las concentraciones ambiente.

Especies avícolas	NH ₃	CH ₄ ¹	N ₂ O ¹	Polvo ¹	
				Inspirable	Respirable
Ponedoras	0,010 – 0,386	0,021 – 0,043	0,014 – 0,021	0,03	0,09
Pollos	0,005 – 0,315	0,004 – 0,006	0,009 – 0,024	0,119 – 0,182	0,014 – 0,018
Pavos	0,190 – 0,68	Sin datos	0,015 ²⁾	Sin datos	
Patos	0,210				
Pintadas	0,80				

1) valores aproximados derivados de resultados medidos en [129, Silsoe Research Institute, 1997].
2) valor medio reportado por Italia, válido para cada una de las especies avícolas.

Tabla 3.34: Indicación de los niveles reportados de emisiones a la atmósfera de explotaciones avícolas (Kg./ave/año)
[26, LNV, 1994], [127, Italia, 2001], [128, Holanda, 2000] [129, Silsoe Research Institute, 1997] [179, Holanda, 2001]

3.3.2.2 Emisiones de explotaciones porcinas

Hay muchos factores que determinan el nivel de emisiones de las explotaciones porcinas, pero los efectos no son fáciles de cuantificar y pueden causar grandes variaciones. El contenido de nutrientes y la estructura del pienso, la técnica de alimentación y la ingestión de agua son factores de la máxima importancia. Las condiciones climáticas y el nivel de mantenimiento de las instalaciones de producción son otras posibles causas de variación. Por lo tanto, debe tenerse cuidado al interpretar los niveles absolutos. Algunos de los niveles reportados se resumen en la Tabla 3.35. Los niveles se aplican a distintas técnicas de estabulación y distintas zonas. Los datos sobre CH₄ y N₂O son resultado de un inventario que concluyó que los datos para explotaciones porcinas son indicativos. Sólo hay unos pocos datos disponibles y pueden utilizarse en forma limitada. Los rangos observados varían, y en la tabla sólo se reportan los niveles más bajos y más altos observados.

Los estudios mostraron que la planificación de la posición de las zonas de abrevado y alimentación, el comportamiento social en un grupo y las reacciones a los cambios climáticos influyen sobre la conducta de deyección de los animales, por lo que pueden cambiar los niveles de emisiones. Por ejemplo, en diseños con pisos sólidos o parcialmente enrejados, los aumentos de temperatura estimulan a los animales a buscar refrigeración yaciendo sobre su estiércol en la parte no enrejada del suelo, esparciendo con ello el estiércol y potenciando las emisiones. En otro ejemplo, en los corrales de cerdas estabuladas en grupo diseñados con zonas funcionales, se observó que debe tenerse cuidado en garantizar la accesibilidad de dichas áreas, ya que la jerarquía social del grupo evitaba que las cerdas más jóvenes tuvieran un acceso libre y fácil cuando las cerdas más viejas bloqueaban los pequeños accesos a la zona de alimentación y deyección. Las cerdas jóvenes comenzaron entonces a defecar fuera de la zona enrejada designada, causando un aumento en las emisiones de amoniaco.

Fases		Sistema de estabulación	NH ₃ ¹	CH ₄ ²	N ₂ O ²
Cerdas	Apareamiento/Gestación		0,4 – 4,2	21,1	Sin datos
	Parturientas		0,8 – 9,0	Sin datos	Sin datos
Destete	<30 Kg.		0,06 – 0,8	3,9	Sin datos
Engorde	>30 Kg.	Enrejado	1,35 – 3,0	2,8 – 4,5	0,02 – 0,15
		Enrejado parcial	0,9 – 2,4	4,2 y 11,1	0,59 – 3,44
		Sólido y yacija	2,1 – 4	0,9 – 1,1	0,05 – 2,4

1) Se consiguen niveles de NH₃ más bajos con la aplicación de técnicas a final de tubería (end of pipe).
2) Se reportan los niveles más bajos y más altos.

Tabla 3.35: Rango de emisiones a la atmósfera de sistemas de explotación porcina en Kg. /animal plaza /año
[10, Holanda, 1999], [59, Italia, 1999], [83, Italia, 2000], [87, Dinamarca, 2000], [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]

3.3.3 Emisiones de las instalaciones de almacenamiento exterior de estiércol

El almacenamiento de estiércol seco y de purines es una fuente de emisiones de amoníaco, metano y otros compuestos olorosos. El líquido que se desprende del estiércol sólido (Ej. montones en el campo) puede también considerarse como una emisión. Las emisiones de almacenamiento de estiércol dependen de una serie de factores:

- Composición química del estiércol/purines
- Características físicas (% de materia seca, pH, temperatura)
- Superficie de emisión
- Condiciones climáticas (temperatura ambiente, lluvia)
- Aplicación de cubiertas.

Los factores más importantes son el % de materia seca y el contenido de nutrientes (N), que dependen de la práctica de alimentación. Además, las técnicas de estabulación que buscan una reducción de las emisiones de la recolección y almacenamiento en el interior de la nave de estiércol y purines pueden afectar asimismo el contenido de estiércol.

Las características físicas del estiércol porcino causan en general una baja emisión de N. En el estiércol de cerdo no se forma costra, ya que la mayoría de la materia seca del estiércol se deposita en el fondo del canal estercolero. Al principio se emite algo de NH₃ desde la capa superficial, pero posteriormente la capa superficial empobrecida bloquea la evaporación. Se emite relativamente poco N, y varias fuentes reportan alrededor de un 5–15 % (media 10 %) de las capas más profundas. La baja evaporación es probablemente causada por el valor neutro del pH. Obviamente, la agitación hace subir la materia seca a la superficie y aumenta la evaporación de NH₃, causando con ello máximos en las emisiones a la atmósfera.

Es difícil efectuar una cuantificación, se han reportado pocos datos de emisiones. En general, se hace referencia a factores de emisión (Kg./cabeza /año) o porcentajes de N perdido por el estiércol durante un periodo de almacenamiento medio.

La Tabla 3.36 detalla algunas técnicas de almacenamiento, junto con sus niveles de emisiones asociados.

Especie	Técnica de almacenamiento de estiércol y purines	Factor	Pérdida (%)
		Kg./cabeza/año	NH ₃
Aves	Almacenamiento abierto de estiércol sólido	0,08	Sin datos
Cerdos	Estiércol sólido amontonado	2.1	20 – 25
	Almacenamiento de orina	Sin datos	40 – 50
	Purines en tanques sobre el nivel del suelo	2,1	10
	Purines en balsas	Sin datos	10

Tabla 3.36: Emisiones de NH₃ para distintas técnicas de almacenamiento de estiércol [127, Italia, 2001]

3.3.4 Emisiones del tratamiento del estiércol

Por distintos motivos, el estiércol se trata in situ en la propia granja, y en el Capítulo 4 se describen varias técnicas, junto con un informe sobre sus características medioambientales y técnicas. Para los datos reportados, los niveles de consumos y emisiones son indicativos y específicos de las circunstancias en la que han sido obtenidos.

Los niveles de entrada de estiércol sólido y líquido varían con el número de animales en la explotación. Se agregan diversos aditivos para potenciar reacciones químicas o reaccionar con elementos no deseados en el sustrato de reacción. Estas reacciones pueden afectar las emisiones al agua o a la atmósfera.

Durante el proceso de tratamiento, pueden producirse fracciones líquidas que tengan que verterse al agua (aguas superficiales). Pueden producirse olores debido a condiciones poco óptimas del proceso, aunque hay una serie de técnicas destinadas a reducir los componentes olorosos. La incineración emite polvo y otros gases de combustión. Existen técnicas, como los reactores de biogás, que forman deliberadamente componentes gaseosos, que pueden utilizarse en calefacción y motores, pero que a su vez emiten gases de escape.

3.3.5 Emisiones del esparcimiento en el suelo

El nivel de emisiones del esparcimiento del estiércol en el suelo depende de la composición química de los purines y estiércoles sólidos, así como de la forma en que se manipulan. La composición varía y depende de la dieta, así como del método y la duración del tratamiento realizado antes de la aplicación, si lo hay. Los valores de N y K₂O serán menores para el estiércol de granja almacenado durante largos periodos al aire libre. Los purines pueden irse diluyendo por los desagües y el agua de lavado, con lo que su volumen aumenta, aunque a costa de un menor contenido de materia seca.

Para obtener valores representativos de qué se va a diseminar en el suelo, es necesario efectuar múltiples muestreos. El análisis incluye el contenido de materia seca (ms) y el total de N, P, K, S y Mg. También se mide el N amónico, así como el N en nitratos en el estiércol de corral bien compostado y el N del ácido úrico en los estiércoles avícolas. Los niveles se expresan por Kg. de materia seca, en Kg. por tonelada para estiércol sólido, o en Kg. por m³ para purines.

El nitrógeno está presente en los estiércoles en forma mineral y orgánica. El N mineral, presente en gran medida como N amónico, está disponible de inmediato para plantas, y puede perderse en la atmósfera como amoniaco gas. Tras la conversión del N amónico a nitrato en el suelo, pueden producirse ulteriores pérdidas por la lixiviación y desnitrificación de los nitratos [49, MAFF, 1999]

Hay dos procesos fundamentales de pérdidas que reducen la eficacia de la utilización del N inmediatamente disponible del estiércol tras su aplicación al suelo, que se discuten en las secciones siguientes, y son:

- La volatilización de amoniaco
- La lixiviación de nitratos

3.3.5.1 Emisiones a la atmósfera

Hay muchos factores que influyen en las emisiones a la atmósfera durante el esparcimiento del estiércol en el suelo. Estos factores se detallan en la Tabla 3.37.

Factor	Característica	Influencia
Suelo	pH	Un pH bajo reduce las emisiones.
	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo	Una CIC elevada produce menores emisiones.
	Nivel de humedad del suelo	Ambigua.
Factor climático	Temperatura	Temperaturas más altas producen mayores emisiones.
	Nivel de precipitaciones	Causa dilución y una mejor infiltración y por tanto menores emisiones a la atmósfera, pero aumenta las emisiones al suelo.
	Velocidad del viento	Una mayor velocidad significa mayores emisiones.
	Humedad del aire	Niveles más bajos producen mayores emisiones.
Gestión	Método de aplicación	Técnicas de baja emisión.
	Tipo de estiércol	El contenido de materia seca, el pH y la concentración de amonio afectan el nivel de emisiones.
	Tiempo de aplicación y dosis	Debe evitarse el clima caluroso, seco, soleado y ventoso; dosis demasiado elevadas aumentan los periodos de infiltración.

Tabla 3.37: Factores que influyen en los niveles de emisiones a la atmósfera de amoniaco del esparcimiento de estiércol en el suelo [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

Si el estiércol de corral y la gallinaza se dejan en la superficie del suelo tras su aplicación al suelo, normalmente un 65 % y un 35 % respectivamente del N disponible que contienen puede perderse en la atmósfera como amoniaco. En el caso de purines, su contenido de materia seca tiene una importante influencia sobre las pérdidas de amoniaco. Por ejemplo, un purín con un 6 % de materia seca pierde normalmente un 20 % más de N que un purín con un 2 % de materia seca [49, MAFF, 1999]

3.3.5.2 Emisiones al suelo y a las aguas subterráneas

Una gran cantidad del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) de las dietas pecuarias se excreta en el estiércol y la orina. Los estiércoles contienen cantidades útiles de estos nutrientes disponibles para las plantas, así como otros importantes nutrientes como azufre (S), magnesio (Mg) y oligoelementos. Por una serie de motivos, no todos estos elementos pueden aprovecharse, y algunos pueden contaminar el medio ambiente.

Pueden distinguirse dos tipos de contaminación: “focalizada” y “difusa. La contaminación focalizada del agua puede producirse por la contaminación directa de un curso de agua por una fuga o desbordamiento de un estercolero, por el agua de escorrentía en un campo donde hay amontonado estiércol, o inmediatamente tras el esparcimiento en la tierra en caso de lluvia fuerte. La contaminación difusa puede afectar al agua y a la atmósfera y, a diferencia de la contaminación focalizada, no se aprecia fácilmente. La contaminación resultante se asocia con las prácticas pecuarias en una zona extensa durante largos periodos de tiempo, más que con una acción o episodio particular, y puede tener efectos a largo plazo sobre el medio ambiente.

De las emisiones agrícolas [5, VMM, 1996] al suelo y a las aguas subterráneas, las más importantes son las emisiones residuales de N y P. Los procesos involucrados en la distribución de N y P son:

- Para N – lixiviación, desnitrificación (NO₂, NO, N₂) y aguas de escorrentía
- Para P – lixiviación y aguas de escorrentía
- También se produce acumulación de N y P en el suelo

En 1993/1994, la cantidad de estiércol generado por la producción pecuaria en los Estados Miembros, expresada en carga de N, era de menos de 50 Kg. N/ha (Grecia, España, Italia, Portugal, Finlandia y Suecia) a más de 250 Kg. N/ha (Bélgica y Holanda). Esta carga era debida al exceso de producción de estiércol, en particular en zonas en las que se han criado grandes cantidades de cerdos y aves. El excedente de nitrógeno variaba en los distintos Estados Miembros entre -3 Kg./ha (Portugal) y 319 Kg./ha

(Holanda). El excedente en Portugal era negativo debido a que se constató que la absorción de nitrógeno por parte de los cultivos era superior a los niveles de entrada disponibles para el crecimiento de plantas. Los niveles de producción de estiércol en Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, Luxemburgo y Holanda en 1993/1994, superaron el nivel medio de la UE-15 para toda la ganadería (61 Kg. N/ha). La media para cerdos y aves era de alrededor de 15 Kg. N/ha (Tabla 3.38). En alrededor del 22 % del área, los niveles eran superiores a 100 Kg. N/ha. Se trataba de zonas con fuerte concentración de producción avícola y porcina [77, LEI, 1999].

En 1997, la Dirección General de Medio Ambiente de la UE reportó la cantidad de estiércol generado por la producción pecuaria, expresada en producción total de nitrógeno; ver Tabla 3.38. El informe mostró que la fuente principal de estiércol no es la producción de cerdos y aves, sino de otros animales (principalmente bovina).

Estado Miembro	Producción de N por animal (%)			Total nitrógeno (1.000 toneladas)
	Cerdos (%)	Aves (%)	Otros (%)	
Alemania	17,0	4,3	78,7	1.288,5
Austria	20,3	4,7	75	158,6
Bélgica	23,1	5,9	71	273,5
Dinamarca	39,0	3,6	57,4	241,8
España	22,1	6,1	71,8	771,0
Finlandia	15,4	2,9	81,7	81,5
Francia	8,4	10,1	81,5	1.639,0
Grecia	4,1	8,0	87,9	201,7
Holanda	22,8	9,4	67,8	490,9
Irlanda	2,9	1,2	95,9	517,8
Italia	10,8	10,2	79	695,7
Luxemburgo	4,3	0,2	95,5	14,1
Portugal	15,0	10,6	74,4	136,8
Reino Unido	6,2	6,6	87,2	1.132,6
Suecia	13,8	4,2	82	141,3
UE-15	13,5	6,9	79,6	7.784,9

Tabla 3.38: Producción de nitrógeno en el estiércol animal (1997)
[205, EC, 2001], con referencia a Eurostat, ERM, AB-DLO, JRC CIS

3.3.5.3 Emisiones de N, P y K a las aguas superficiales

Las emisiones a las aguas superficiales son debidas a la lixiviación y a las aguas de escorrentía. La lixiviación de N es mayor en invierno y en suelos arenosos. Esto es más evidente en los lugares en que se realiza el esparcimiento de estiércol en el suelo en otoño y en los campos yermos en invierno. La pérdida de P por las aguas de escorrentía tras la aplicación del estiércol se produce cuando se rebasa la capacidad de infiltración de los suelos, o por erosión del P fijado a partículas del suelo. Es más probable que ocurra si hay fuertes lluvias tras la aplicación del estiércol, o si el suelo ya está saturado [208, UK, 2001]. En los suelos con bajo contenido de materia orgánica es raro que ocurra.

3.3.5.4 Emisiones de metales pesados

Los metales pesados son, según la definición común, metales con una densidad superior a 5 g/cm³. Los elementos que pertenecen a este grupo los nutrientes esenciales Cu, Cr, Fe, Mn, Ni y Zn, aunque también Cd, Hg y Pb, que no son esenciales. Por encima de una cierta concentración, que es específica para cada especie, estos elementos son tóxicos para los microorganismos, animales y plantas, pero su carencia también puede producir deficiencias.

Hay varias fuentes responsables del aporte de metales pesados a los ecosistemas agrícolas, como:

Capítulo 3

- Fuentes indígenas, como el desgaste de las rocas por la erosión
- Deposición atmosférica
- Aplicación de estiércol, pesticidas e irrigación
- Fertilizantes artificiales
- Materiales secundarios, como lodos de aguas residuales, compost
- Hundimiento de márgenes fluviales
- Importación de piensos
- Aditivos para piensos y medicamentos para los animales.

En un estudio alemán sobre metales pesados en la agricultura, las fuentes más importantes de metales pesados resultaron ser la deposición atmosférica (Cd, Pb, Zn), y los fertilizantes orgánicos (Cr o Cd), así como las denominadas emisiones “difusas” del estiércol (Cu, Zn y Ni).

La cuantificación es difícil y los datos son escasos. Se reportaron los siguientes niveles en el estiércol porcino y avícola de una serie de fuentes, que se muestran en la Tabla 3,39 y en la Tabla 3.40. El número de análisis era variable o no se reportó. En algunos casos sólo se reportaron dos valores medios. Es particularmente interesante que, en el estiércol porcino, se encontraran niveles muy elevados de cobre y zinc, que se atribuyen a los aditivos para piensos (sales de Cu y Zn).

Tipo de estiércol	Metales pesados (mg /Kg. materia seca)					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Purín de cerdo	0,50 – 1,8	2,2 – 14,0	250 – 759	11 – 32,5	7,0 – 18,0	691 – 1.187
Estiércol sólido de cerdo	0,43	11,0	740	13	-	1.220
Gallinaza de ponedoras (húmeda)	0,2 – 0,3	<0,1 – 7,7	48 – 78	7,1 y 9,0	6,0 y 8,4	330 – 456
Gallinaza de ponedoras (seca)		-	32 y 50	-	-	192 – 300

Tabla 3,39: Concentraciones de metales pesados en purines y estiércol sólido [101, KTBL, 1995]

Tipo de estiércol	pH	Kg./1.000 Kg. ms	mg/Kg. ms					
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Purín de cerdo	8,5	94,2	0,60	12,1	603,0	23,4	<5	1.285,0
Purín de cerdo	7,9	107,9	0,60	11,3	580,8	22,3	“	1.164,0
Purín de cerdo	8,9	99,6	0,63	7,6	292,0	21,9	“	861,6
Purín de cerdo	7,5	68,5	<0,5	8,3	210,4	29,2	“	747,8
Purín de cerdo	6,9	95,3	<0,5	19,8	203,8	24,9	“	1.447,0
Purín de cerdo	7,9	45,4	<0,5	8,3	290,0	22,0	“	955,3
Purín de cerdo	7,9	35,4	<0,5	14,3	720,5	26,7	“	2.017,0
Purín de cerdo	8,4	40,5	0,86	12,3	1.226,0	25,4	“	1.666,0
Purín de cerdo	8,4	39,3	0,51	11,3	398,1	26,6	“	1.159,0
Purín de cerdo	8,0	86,9	<0,5	12,4	258,1	22,9	“	1.171,0
Gallinaza ponedoras	7,2	722,4	<0,5	<0,5	99,3	14,5	“	543,3
Gallinaza ponedoras	6,5	473,1	“	6,3	48,4	14,5	“	536,0
Gallinaza de pollos	6,4	540,1	“	<0,5	147,1	7,7	“	465,9
Gallinaza de pollos	6,0	518,0	“	“	132,4	16,5	“	454,2
Gallinaza de pollos	6,3	816,6	“	“	53,8	16,9	“	279,9

Tabla 3.40: Concentraciones de metales pesados en purines y estiércol sólido [174, Bélgica, 2001], con referencia a Bodemkundige Dienst België, 2001

Estos niveles se consideran los de emisión potencial al suelo durante la aplicación al suelo. La contribución relativa depende de la contribución de los otros factores arriba mencionados. En el caso de Alemania, se estimó la carga de metales pesados debida a la aplicación de estiércol porcino y avícola, ver Tabla 3.41.

Tipo de estiércol	Metales pesados (g/ha/año)						
	Producción (10 ⁶ t. ms)	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Purín	1,6	0,09	0,9	38,15	1,76	1,01	88,33
Estiércol sólido de cerdo	2,0	0,05	1,3	87,32	1,53	0,00	143,95
Gallinaza de ponedoras (húmeda)	0,3	0,00	0,14	1,07	0,14	0,13	7,01

Tabla 3.41: Contribución anual media al aporte de metales pesados a través del estiércol porcino y avícola en Alemania [101, KTBL, 1995]

3.3.6 Emisiones de olores

Las emisiones de olores se derivan de las actividades descritas en las secciones anteriores. La contribución de las fuentes individuales a la emisión total de olores de una empresa varía y depende de factores como el mantenimiento general de las instalaciones, la composición del estiércol y las técnicas utilizadas para la manipulación y almacenamiento del estiércol. Las emisiones de olores se miden en unidades de olor europeas (UO_e). En las emisiones de olores reportadas, varias fuentes citan datos de experimentos en los que se han administrado dietas bajas en proteínas a los cerdos.

Emisión	Nivel bajo de proteínas	Nivel normal de proteínas
Unidades de olor (UO _e por segundo)	371	949
H ₂ S (mg por segundo)	0,008	0,021

Tabla 3.42: Niveles reportados de emisiones olores de purines de cerdo Fuente: varios comentarios en el GTT

3.3.7 Ruido

El ruido producido por las explotaciones de cría intensiva es un aspecto medioambiental local y debe ser tenido en consideración, especialmente en situaciones en las que las explotaciones están situadas cerca de zonas residenciales. En la granja, niveles elevados de ruido pueden también afectar el bienestar de los animales y el rendimiento de la producción, así como dañar la capacidad auditiva del personal de la granja.

El ruido continuo equivalente (L_{aeq}) es la medida utilizada para evaluar los niveles de ruido en las granjas, dado que permite comparar fuentes de ruido de intensidad variable de fuentes intermitentes.

No se han reportado niveles típicos en explotaciones. El nivel de ruido equivalente que se deriva de la explotación es una combinación de los niveles de las distintas actividades detalladas en la Tabla 3.43 y la Tabla 3.44, junto con una corrección por la duración. Una combinación distinta de actividades producirá obviamente un nivel de ruido equivalente distinto.

El ruido de fondo es ruido que puede experimentarse en el entorno, por ejemplo, alrededor de una explotación avícola. Se compone del tráfico rodado, el canto de los pájaros, ruido de aviones, etc., y también puede incluir ruidos existentes en la explotación avícola.

Con el fin de tener en cuenta todos los ruidos intermitentes variables, el nivel de ruido de fondo (L_{A90}) se toma como el nivel de ruido que se rebasa durante un 90 % del tiempo a lo largo de un periodo de medición. El ruido de fondo varía a lo largo de un periodo de 24 horas y a consecuencia de cambios en las

actividades. En zonas rurales, el ruido de fondo normal durante el día es de 42 dB, pero puede caer hasta 30 dB en las primeras horas de la mañana.

El impacto final sobre objetos sensibles del vecindario depende de muchos factores. Por ejemplo, la superficie de terreno, la presencia de objetos reflectantes, la construcción del objeto receptor y el número de fuentes de ruido determinan el nivel de presión sonora que se mide. En las tablas siguientes se han indicado los niveles de presión sonora sólo para unas pocas fuentes sonoras en origen o muy cerca del mismo. El nivel de ruido en un objeto sensible es normalmente menor cuanto mayor es su distancia con respecto a la granja.

Los datos deben contemplarse como ejemplos reportados de lo que se ha medido. Los niveles totales de ruido varían según la gestión de la granja, el número de especies de animales y el equipo usado.

3.3.7.1 Fuentes y emisiones en granjas avícolas

Las fuentes de ruido de las explotaciones avícolas están vinculadas a:

- El ganado
- Las instalaciones
- La producción y manipulación de pienso
- La gestión del estiércol

En la Tabla 3.43 se detallan las fuentes de ruido típicas de una serie de actividades específicas. También se reportan los niveles de presión sonora junto a la fuente de ruido o a una distancia corta.

Fuente de ruido	Duración	Frecuencia	Actividad diurna / nocturna	Niveles de presión sonora dB(A)	Ruido continuo equivalente L_{aeq} , dB(A)
Sistema de ventilación de las naves	continuo/intermitente	Todo el año	diurna y nocturna	43	
Suministro de pienso	1 hora	2 – 3 veces semana	diurna	92 (a 5 metros)	
Mezcladora de harina – interior – exterior				90 63	
Suministro combustible	2 horas	6 – 7 veces año	diurna		
Generador de emergencia	2 horas	semanalmente	diurna		
Captura de pollos	De 6 horas a 56 horas	6 – 7 veces año	mañana/noche		57 – 60
Limpieza (pollos)					
1. Manipulación de estiércol	1 a 3 días	6 – 7 veces año	diurna		
2. Limpieza de presión etc.	1 a 3 días	anualmente		88 (a 5 metros)	
Limpieza (ponedoras)					
1. Manipulación de estiércol	hasta 6 días	anualmente	diurna		
2. Limpieza de presión etc.	1 a 3 días			88 (a 5 metros)	
<i>L_{aeq} ruido continuo equivalente - unidad para ruido de intensidad variable</i>					

Tabla 3.43: Fuentes de ruido típicas y ejemplo de niveles de ruido en explotaciones avícolas [68, ADAS, 1999] y [26, LNV, 1994]

3.3.7.2 Fuentes y emisiones de ruido en explotaciones porcinas

Las fuentes de emisiones de las explotaciones porcinas están asociadas con:

- El ganado
- Las instalaciones
- La producción y manipulación de pienso
- La gestión del estiércol.

En la Tabla 3.44 se detallan las fuentes de ruido típicas de una serie de actividades específicas. También se reportan los niveles de presión sonora junto a la fuente de ruido o a una distancia corta.

Fuente de ruido	Duración	Frecuencia	Actividad diurna / nocturna	Niveles de presión sonora dB(A)	Ruido continuo equivalente L_{aeq} , dB(A)
Niveles normales de la instalación	continua	continua	diurna	67	
Alimentación de:	1 hora	diariamente	diurna	93	87
• cerdos				99	91
• cerdas					
Preparación del pienso	3 horas	diariamente	diurna / nocturna	90 (interior) 63 (exterior)	85
Movimiento del stock	2 horas	diariamente	diurna	90 – 110	
Suministro de pienso	2 horas	semanalmente	diurna	92	
Limpieza y manipulación de estiércol	2 horas	diariamente	diurna	88 (85 – 100)	
Diseminación de estiércol	8 horas /día para 2 – 4 días	estacional / semanalmente	diurna	95	
Ventiladores	continua	continua	diurna / nocturna	43	
Suministro de combustible	2 horas	bisemanalmente	diurna	82	

Tabla 3.44: Fuentes típicas de ruido y ejemplos de niveles de ruido en explotaciones porcinas [69, ADAS, 1999] y [26, LNV, 1994]

3.3.8 Cuantificación de otras emisiones

Las cantidades y composición de los residuos que se derivan de las granjas avícolas y porcinas varían considerablemente. No se han reportado datos representativos de las categorías identificadas en la Sección 2.10. El Reino Unido ha reportado una estimación de datos a escala nacional [147, Bragg S and Davies C, 2000].

Las granjas generan un volumen de residuos de 44.000 toneladas anuales de desechos de embalajes, de los que 32.000 toneladas son plástico (polietileno y polipropileno).

Las emisiones de aguas residuales son muy difíciles de medir, y suelen ser parte de la fracción de purines. Las cantidades de agua sucia varían con las precipitaciones de lluvia y el agua de limpieza utilizada. Los niveles de DBO reportados son de 1.000 – 5.000 mg/l [44, MAFF, 1998].

En resumen, los datos de emisiones para granjas de cría intensiva en condiciones de explotación naturales son escasos o no se hallaban disponibles para su incorporación a este documento. La mayoría de datos hacen referencia a las emisiones de amoníaco a la atmósfera o a las posibles emisiones del estiércol al suelo o a las aguas subterráneas. La medición de las emisiones de las granjas de cría intensiva es difícil y requiere protocolos claros que permitan la comparación de datos recogidos en distintos Estados Miembros y en distintas circunstancias de producción.

4 TÉCNICAS A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MTD

Este capítulo describe las técnicas que se consideran más relevantes en la determinación de las MTD. Proporciona la información básica para determinar las Mejores Técnicas Disponibles en los sectores de cría intensiva en el ámbito de la IPPC (Capítulo 5). No obstante, no es exhaustiva, y también pueden aplicarse otras técnicas o combinaciones de técnicas. No se incluyen las técnicas que se consideran generalmente obsoletas. Además, no incluye todos los sistemas y técnicas que se aplican en las explotaciones de cría intensiva, descritos en el Capítulo 2.

Cada sección de este capítulo describe sistemas o técnicas, siguiendo el mismo orden que en los Capítulos 2 y 3. No obstante, no ha sido posible identificar técnicas de reducción alternativas para cada técnica aplicada en las granjas. En la medida de lo posible, los sistemas y técnicas de producción se describen utilizando el formato de la Tabla 4.1.

Sección	Tipo de información
Descripción	Descripción técnica (si no está ya incluida en el Capítulo 2).
Beneficios medioambientales	Principales impactos medioambientales que se abordan, incluidos los valores de emisiones alcanzados y la eficacia conseguida. Beneficios medioambientales de la técnica en comparación con otras.
Efectos sobre otros medios	Efectos secundarios negativos y desventajas para otros medios a causa de la aplicación de la técnica. Problemas medioambientales de la técnica en comparación con otras técnicas y cómo prevenirlos o solucionarlos.
Datos operativos	Datos operativos relativos a consumo (materias primas, agua y energía) y emisiones/residuos. Otras informaciones útiles sobre cómo gestionar, mantener y controlar la técnica, incluidos aspectos sobre bienestar animal.
Aplicabilidad	Consideración del modo en que puede aplicarse la técnica en la práctica, y limitaciones existentes para su uso.
Costes	Información sobre costes (inversión anual y costes operativos), así como ahorro (Ej. menor consumo, gastos de gestión de los residuos).
Motivo principal de aplicación	Condiciones o requisitos locales que conducen a su aplicación. Información sobre los motivos de su aplicación aparte de los medioambientales (Ej. mercado de consumo, bienestar animal, economía, etc.).
Instalaciones de referencia	Granjas que aplican el sistema en Europa o en un Estado Miembro. Si una técnica no ha sido aún aplicada en el sector en Europa o en otras regiones se da una breve explicación.
Bibliografía	Referencias bibliográficas para obtener una información más detallada sobre la técnica.

Tabla 4.1: Información facilitada para cada una de las técnicas incluidas en el Capítulo 4

Como se ha descrito en los capítulos 1–3, el énfasis principal en la aplicación de medidas medioambientales en la cría intensiva se centra en las emisiones asociadas a la producción de estiércol. Las técnicas que pueden aplicarse en distintas etapas del proceso están ligadas. Es evidente que la aplicación de medidas de reducción en las primeras fases de la cadena de producción pecuaria puede influir sobre la eficiencia (y la eficacia) de cualquier medida de reducción aplicada posteriormente. Por ejemplo, la composición nutricional del pienso y la estrategia de alimentación son dos aspectos importantes para mejorar el rendimiento de los animales, pero al mismo tiempo repercuten en la composición del estiércol y por lo tanto, influyen en las emisiones a la atmósfera, al suelo, al agua residual de la estabulación, al almacenamiento del estiércol y a su aplicación al suelo. La Directiva IPPC enfatiza la prevención; de ahí que este capítulo discuta primero los efectos de la gestión nutricional, y a continuación las técnica integradas o de final de línea (end of pipe).

Es importante señalar que la eficiencia de una técnica de reducción está estrechamente vinculada con la forma en que se utiliza y que la mera aplicación de una medida de reducción puede no ser suficiente para alcanzar la reducción máxima alcanzable. Por consiguiente, este capítulo comienza con una descripción de las buenas prácticas aplicables en la gestión medioambiental, antes de prestar atención específica a las técnicas para la reducción de emisiones. Las buenas prácticas agrícolas se han resumido en [105, UK, 1999] y [107, Alemania, 2001], y se presentan en la Sección 4.1.

Cuando es posible, este capítulo proporciona información sobre técnicas que pueden ser aplicadas, o que ya están siendo aplicadas en granjas, incluyendo información sobre los costes asociados y el contexto en el que la técnica puede utilizarse eficazmente.

4.1 Buenas prácticas agrícolas en la gestión medioambiental

La agricultura, la producción alimentaria y el uso del campo son de interés e importancia para todos. Organizaciones de todo tipo están cada vez más preocupadas por conseguir y demostrar una buena eficacia medioambiental. Las actividades organizativas, los productos y los servicios interaccionan con el medio ambiente y lo afectan, y están además vinculados con la salud y la seguridad del personal de la granja y de los animales, y con todos los sistemas operativos y de gestión de la calidad de la explotación. En resumen, una buena gestión de la granja implica la búsqueda de una buena eficacia medioambiental, que se ha visto que está estrechamente relacionada con una mayor productividad de los animales.

El aspecto clave de una buena práctica es que tenga en cuenta el modo en que las actividades de las explotaciones porcinas y avícolas pueden afectar al medio ambiente, y luego realizar los pasos necesarios para evitar o minimizar las emisiones o impactos, seleccionando la mejor combinación de técnicas y oportunidades para cada lugar. El objetivo es incluir de forma permanente las consideraciones medioambientales en el proceso de toma de decisiones. Una empresa que aplique las buenas prácticas deberá tener también en cuenta aspectos como la educación y formación, la adecuada planificación de las actividades, la monitorización, las reparaciones y mantenimiento, la planificación y la gestión de emergencias. Los directivos deben encargarse de verificar que exista un sistema implantado para asegurar la aplicación de estos aspectos, muchos de los cuales se incluyen en los (denominados) “Códigos de Buenas Prácticas” desarrollados por (algunos) Estados Miembros [45, MAFF, 1998; 43, MAFF, 1998; 44, MAFF, 1998], [106, Portugal, 2000] y [109, VDI, 2000]. Este tipo de actuación es coherente con las etapas adoptadas por algunas empresas que persiguen una acreditación formal bajo un Sistema de Gestión Medioambiental.

Cada una de las distintas actividades que componen la gestión de una granja puede contribuir a la consecución global de una buena eficacia medioambiental. Por consiguiente, es importante designar a alguien que tenga la responsabilidad de gestionar y supervisar estas actividades. En las grandes empresas en particular, esa persona no tiene que ser necesariamente el propietario, sino un gerente, que debe asegurarse de que:

- se tengan en consideración los aspectos de ubicación y situación espacial de la empresa
- se determinen y pongan en práctica los ejercicios de educación y formación
- las actividades se planifiquen adecuadamente
- se monitoricen las entradas de materias y los residuos generados en el proceso
- se disponga de los procedimientos para situaciones de emergencia pertinentes, y
- se aplique un programa de mantenimiento y reparación de instalaciones y equipos.

El gerente y el personal deben revisar y evaluar regularmente estas actividades de modo que los avances y mejoras que se obtengan puedan identificarse y ponerse en práctica. En esta fase sería interesante realizar un estudio de las posibles técnicas alternativas, nuevas o emergentes.

4.1.1 Selección del lugar y aspectos espaciales

A menudo, el impacto medioambiental de las granjas es debido en parte a una disposición espacial desfavorable de las actividades dentro de la granja. Esto puede acarrear un transporte innecesario y actividades adicionales, así como emisiones cerca de áreas sensibles. Una buena gestión de la granja puede compensar este problema en cierta medida pero es más fácil si se presta atención a la disposición espacial de las actividades en la granja.

La evaluación y selección de un emplazamiento para una nueva explotación avícola, o la planificación de una instalación nueva en una explotación existente, puede considerarse como parte de una buena práctica pecuaria si:

- se minimiza el transporte innecesario y las actividades adicionales
- se mantienen distancias adecuadas respecto a zonas sensibles que requieren protección, como por ejemplo, mantener una distancia adecuada respecto a los vecinos para evitar conflictos derivados de las molestias por olores.
- se tiene en cuenta la capacidad de desarrollo futuro de la explotación.
- se satisfacen los requisitos de planificación de construcciones o de desarrollo urbanístico.

Aparte del estudio técnico, la evaluación deberá asimismo tener en consideración las condiciones meteorológicas locales, así como cualquier característica topográfica específica, como colinas, crestas y ríos [107, Alemania, 2001].

Por ejemplo, para instalaciones de cría de ganadería mixta o porcina, las áreas de producción con bajas emisiones pueden estar situadas más próximas a las zonas sensibles críticas, mientras que las naves que producen mayores emisiones deben situarse más alejadas de dichas zonas.

La contaminación atmosférica puede evitarse en zonas sensibles mediante la eficaz disposición, reordenación o agrupamiento de las fuentes de emisión, como en el caso de los conductos centrales de aire residual. Por ejemplo, puede que sea posible aumentar la distancia de las fuentes de emisión respecto a cualquier zona sensible crítica, o reorganizar las fuentes de emisión de modo que estén en una dirección secundaria del viento, o evacuar el aire residual a través de conductos que lo lleven lejos, a una distancia apropiada [159, Alemania, 2001].

4.1.2 Educación y formación

El personal de la granja debe estar familiarizado con los sistemas de producción y tener la debida formación para realizar las tareas de las que son responsables. Deben poder relacionar sus tareas y responsabilidades con el trabajo y las responsabilidades de otros miembros del personal. Esto puede permitir una mejor comprensión de los impactos sobre el medio ambiente y las consecuencias de cualquier fallo o avería del equipo. No obstante, es posible que el personal deba recibir una formación adicional para poder determinar estas consecuencias. Puede que sea necesario un programa regular de formación y actualización, particularmente cuando se renueven o revisen las prácticas laborales o se instalen nuevos equipos. La creación de un registro de formación puede servir de base para una revisión y evaluación de la capacidad y competencias de cada persona.

4.1.3 Actividades de planificación

Hay muchas actividades que pueden beneficiarse de la planificación, para asegurar que se realicen correctamente y tengan un bajo riesgo de emisiones, innecesarias. Un ejemplo sería la aplicación de los purines al suelo, que comporta una serie de tareas o acciones que deben coordinarse, como:

- Evaluar el terreno al que se va a aplicar el estiércol para determinar el riesgo de que pueda haber escorrentía a cursos de agua antes de decidir si debe hacerse el esparcimiento.
- Evitar condiciones climáticas en las que el suelo pueda quedar seriamente dañado, ya que esto podría tener un considerable efecto negativo sobre el medio ambiente.
- Determinar distancias de seguridad con respecto a cursos de agua, perforaciones, setos y propiedades vecinas.
- Determinar una velocidad de aplicación apropiada.
- Comprobar que la maquinaria está en buen estado de funcionamiento y correctamente ajustada a la velocidad de aplicación adecuada.
- Planificar el recorrido para evitar obstáculos o embotellamientos.
- Asegurarse de que haya un acceso adecuado al estercolero y que la carga pueda hacerse de forma eficaz, comprobando el funcionamiento de las bombas, mezcladores y compuertas o válvulas.
- Revisar las zonas diseminadas a intervalos regulares para comprobar que no hayan signos de líquidos de escorrentía.
- Comprobar que todo el personal sepa qué hacer si algo va mal.

Otras actividades que pueden beneficiarse de un enfoque planificado incluyen el suministro de combustible, pienso, fertilizante y otros materiales a la explotación (entradas), los procesos de producción, y la retirada de los cerdos, las aves, los huevos y otros productos o residuos de la instalación (salidas). Las subcontratas y proveedores también deben tener instrucciones precisas.

4.1.4 Monitorización

Es esencial comprender el nivel de consumo de las entradas y la generación de residuos con el fin de considerar si hay que hacer determinados cambios para mejorar la rentabilidad y beneficiar el medio ambiente. Una monitorización regular del consumo de agua, del consumo de energía (gas, electricidad, combustible), de las cantidades de pienso suministrado al ganado, de los residuos producidos y de las aplicaciones al suelo de fertilizante inorgánico y estiércol serán la base para la revisión y evaluación de las actividades. Si es posible, la monitorización, la revisión y la evaluación deben estar relacionadas con grupos de animales, actividades específicas, o hacerse campo por campo, según convenga, para tener mayor probabilidad de detectar puntos de mejora. Asimismo, la monitorización debe ayudar a detectar situaciones anómalas y permitir tomar las acciones apropiadas.

El sistema de contabilización de minerales, aplicado en Holanda, es un ejemplo de cómo la monitorización de los volúmenes de entrada y salida de minerales a nivel de la granja puede ayudar a reducir los excedentes de minerales y las pérdidas de amoníaco. Esto permite que la agricultura holandesa cumpla con los objetivos y obligaciones de la Directiva sobre Nitratos [77, LEI, 1999].

4.1.5 Planes de emergencia

Un plan contra contingencias puede ayudar al granjero a afrontar las emisiones e incidentes imprevistos como la contaminación del agua, en caso de que se produzcan. Este plan puede también incluir el riesgo de incendio y la posibilidad de actos vandálicos. El plan de contingencia debe incluir:

- Un plano de la granja que muestre los sistemas de desagüe y los cursos de agua.
- Detalles del equipo existente en la granja, o existente en breve tiempo, que pueda utilizarse para tratar un problema de contaminación (Ej. para retener los vertidos al campo, zanjas de contención, o sistemas para retener vertidos accidentales de aceite).
- Números de teléfono de los servicios de emergencia y de protección y otros, como el de los propietarios de las tierras vecinas o el de empresas de extracción de agua.
- Planes de acción para ciertos episodios potenciales, como incendios, fugas o colapsos de depósitos de estiércol, vertidos incontrolados desde los montones de estiércol, y vertidos de aceite.

Es importante revisar los procedimientos después de cada incidente para ver qué lecciones pueden extraerse y qué mejoras pueden aplicarse.

4.1.6 Reparaciones y mantenimiento

Es necesario comprobar las instalaciones y equipos para asegurarse de que están en buen orden de funcionamiento. La creación y aplicación de un programa estructurado para este trabajo reduce la posibilidad de que aparezcan problemas. Los manuales de instrucciones de los aparatos utilizados deben estar disponibles, y el personal debe recibir la formación apropiada.

Todas las medidas que contribuyan a la limpieza de la instalación ayudan a conseguir una reducción de las emisiones. Entre estas medidas se incluyen la limpieza del almacén de pienso, de las zonas de deyección, ejercicio y descanso de los animales, de los pasillos generales y de deyección, de las instalaciones y los equipos, y de las zonas circundantes a las instalaciones. Las pérdidas de agua potable pueden evitarse empleando técnicas de abrevado de bajas pérdidas (Ej. bebederos de boquilla con tazas en la avicultura).

Las naves para cría intensiva pueden tener aislamiento, ventiladores, campanas, obturadores de flujo retrógrado, sensores de temperatura, controles electrónicos, dispositivos de seguridad, suministro de agua y pienso, y otros mecanismos mecánicos o eléctricos que requieran verificación y mantenimiento regular.

Los depósitos de estiércol líquido deben verificarse regularmente por si presentan síntomas de corrosión o fugas, y los defectos encontrados deben corregirse, con ayuda profesional si es necesario. Los depósitos deben vaciarse preferentemente una vez al año, o con la frecuencia que sea justificable según la calidad de la construcción y la sensibilidad del suelo y de las aguas subterráneas, de modo que puedan comprobarse las superficies tanto internas como externas y corregir cualquier problema estructural, daños o degradación. En las situaciones en las que la inspección visual de dichas construcciones sea limitada, es aconsejable controlar las aguas subterráneas como indicador de posibles fugas.

Las esparcidoras de estiércol (para estiércol sólido y líquido) pueden mejorarse si se limpian y comprueban tras periodos de uso y se realizan las reparaciones o modificaciones necesarias. Deben hacerse revisiones regulares durante los periodos de uso y realizar el mantenimiento apropiado según se describe en las instrucciones del fabricante.

Las bombas, mezcladores, separadores, irrigadores y equipos de control de estiércol requieren atención regular, debiéndose seguir las instrucciones del fabricante.

Es aconsejable disponer in situ de un suministro de las piezas de recambio que se desgastan más, con el fin de realizar las reparaciones y el mantenimiento rápidamente. Normalmente, el mantenimiento rutinario puede ser realizado por personal de la granja con la debida formación, pero los trabajos más difíciles o especializados se realizan de forma más eficaz con ayuda de profesionales.

4.2 Gestión nutricional

4.2.1 Enfoque general

Descripción: La reducción de la excreción de nutrientes (N, P) en el estiércol puede reducir las emisiones. La gestión nutricional cubre todas las técnicas para conseguir esta reducción. El objetivo es atender las necesidades nutricionales de los animales mejorando la digestibilidad de los nutrientes y equilibrando la concentración de los distintos compuestos esenciales con los compuestos de N no diferenciados, con el fin de mejorar la eficacia de la síntesis proteínica del cuerpo. Las técnicas intentan conseguir un nivel mínimo práctico de nutrientes requeridos (en particular N y P) en el pienso. Idealmente, los niveles de excreción obtenidos serían entonces tan bajos como los niveles de excreción naturales de los procesos metabólicos del animal que no pueden evitarse. En otras palabras, las medidas nutricionales pretenden reducir la cantidad de residuos de nitrógeno no digerido o catabolizado, que se elimina posteriormente a través de la orina. Pueden distinguirse dos tipos de técnicas, que son:

1. Mejora de las características del pienso, por ejemplo, mediante lo siguiente:
 - Aplicación de bajos niveles de proteínas, uso de aminoácidos y compuestos relacionados.
 - Aplicación de bajos niveles de fósforo, uso de fitasa y/o fosfato inorgánico digerible.
 - Uso de otros aditivos en el pienso
 - Aplicación racional de las sustancias que favorecen el crecimiento.
 - Mayor uso de materias primas más digeribles.
2. Formulación de un pienso equilibrado con un índice de conversión óptimo basado en fósforo digerible y aminoácidos (siguiendo el concepto de nivel ideal de proteínas) [172, Dinamarca, 2001] [173, España, 2001].

Se ha prestado gran atención a aumentar la digestión del pienso, y en consecuencia actualmente se utilizan grandes cantidades de enzimas en la industria de alimentación de animales.

La reducción puede también conseguirse utilizando distintas dietas durante periodos de engorde/producción adaptados a los requisitos cambiantes de los animales (alimentación por fases).

La combinación de ambos tipos de técnicas es, en la práctica, la forma más eficaz de reducir la carga contaminante. Algunas de las opciones arriba indicadas han sido ya aplicadas con éxito, como la alimentación por fases, pero otras precisan mayor investigación. Muchos estudios publicados han ilustrado los efectos de las medidas de alimentación y de la ingesta reducida de N en la cantidad de N excretado y su capacidad para reducir las emisiones de NH₃. El intercambio de información se centró en la gestión nutricional para cerdos y aves, aunque se reportaron más datos para cerdos que para aves.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Tanto en cerdos como en aves, una reducción de proteínas de un 1 %, por ejemplo de un 18 a un 17 %, produce una reducción del 10 % en la salida de nitrógeno y la producción de amoníaco (ver también Tabla 4.9). Aunque se han realizado menos estudios en aves que en cerdos evaluando la sustitución de los aminoácidos suplementados por proteína intacta, los datos son consistentes y muestran su viabilidad. No obstante, dado el actual nivel de conocimiento disponible actualmente, el ámbito de sustitución es en cierta medida más restringido en aves que en cerdos [171, FEFANA, 2001].

Los progresos en genética y nutrición han mostrado ya una mejora considerable en el uso eficaz del pienso. El mejor aprovechamiento del pienso aumenta las posibilidades de reducir el aporte de nitrógeno en el pienso y reducir, aún más, la excreción de N.

Por ejemplo, en un resumen de resultados experimentales, se reportó que la alimentación de pollos con raciones bajas en proteínas (17 %) en comparación con el pienso utilizado actualmente (21 %) mostraba una reducción considerable de las excreciones de N, pero esto requería compensación con aminoácidos sintéticos debido a una mayor retención de N (32 %). Al mismo tiempo, en el estiércol se observó un mayor nivel de grasa y un nivel reducido de N.

Los bajos niveles de fósforo en el pienso pueden reducir los niveles de fosfatos en el estiércol. Con el fin de aumentar la digestibilidad, se agrega fitasa a los piensos (ver Sección 4.2.4). Asimismo, hay disponibles fosfatos inorgánicos muy digeribles para piensos, y sus efectos se describen en la Sección 4.2.5.

En general, la experiencia hasta el momento muestra que pueden conseguirse considerables reducciones en N y P. Los niveles mínimos de salida de N o P varían entre las distintas regiones agrícolas europeas debido a diferencias en las prácticas en las granjas, las especies utilizadas y la gestión nutricional.

Con el fin de ilustrar los niveles de reducción de la excreción de nitrógeno y de pentóxido de difósforo, se comparan los niveles de excreción en condiciones estándar (Tabla 4.2 y Tabla 4.3) con los alcanzados aplicando programas de alimentación de referencia. Los resultados se presentan en la Tabla 4.4 y la Tabla 4.5.

Especie	Bélgica (Kg. /plaza /año)	Francia ¹ (g /animal)	Alemania ² (Kg. /plaza /año)
Lechones	2,46	440	4,3
Cerdos de engorde/acabado	13	2.880 – 3.520	13,0
Verracos y cerdas	24	16,5 Kg./plaza /año	27 – 36
Pollos de carne	0,62	25 – 70	0,29
Gallinas ponedoras	0,69	0,45 – 0,49 Kg./plaza /año	0,74
Pavos	2,2	205	1,64

1: Ya se han deducido de la excreción de N un 25 % de pérdidas gaseosas en la nave y un 5 % de pérdidas gaseosas.
2: De esta excreción de N hay que deducir un 10 % de pérdidas gaseosas durante el almacenamiento y un 20 % de pérdidas gaseosas durante el esparcimiento.

Tabla 4.2: Niveles normales de excreción de nitrógeno (N) en Bélgica, Francia y Alemania [108, FEFANA, 2001]

Especie	Bélgica (Kg./plaza /año)	Francia (Kg./animal)	Alemania (Kg./plaza /año)
Lechones	2,02	0,28	2,3
Cerdos de engorde/acabado	6,5	1,87 – 2,31	6,3
Verracos y cerdas	14,5	14,5 Kg./plaza /año	14 – 19
Pollos de carne	0,29		0,16
Gallinas ponedoras	0,49		0,41
Pavos	0,79		0,52

Tabla 4.3: Niveles normales de excreción de pentóxido de difósforo (P₂O₅) en Bélgica, Francia y Alemania [108, FEFANA, 2001]

Especie	Francia CORPEN 1 %	Francia CORPEN 2 %	Alemania RAM %
Lechones	- 9	-18	-14
Cerdos de acabado	-17	-30	-19
Verracos y cerdas	-17	-27	-19 a -22
Pollos de carne			-10
Pavos			- 9
Gallinas ponedoras			- 4

Tabla 4.4: Porcentaje de reducción en la producción de nitrógeno (N) obtenido con los programas de alimentación de referencia en comparación con el nivel de excreción normal en Bélgica, Francia y Alemania [108, FEFANA, 2001]

Especie	Bélgica %	Francia CORPEN 1 %	Francia CORPEN 2 %	Alemania RAM %
Lechones	-31	-11	-29	-22
Cerdos de acabado	-18	-31	-44	-29
Verracos y cerdas	-19	-21	-35	-21
Pollos de carne	-38			-25
Pavos				-36
Gallinas ponedoras	-24			-24

Tabla 4.5: Porcentaje de reducción en la producción de pentóxido de difósforo (P₂O₅) obtenido con los programas de alimentación de referencia en comparación con el nivel de excreción normal en Bélgica, Francia y Alemania [108, FEFANA, 2001]

Efectos cruzados: La gestión nutricional es la medida preventiva más importante para reducir la carga contaminante, ya sea limitando el exceso de ingestión de nutrientes o mejorando la eficacia de utilización por parte del animal. La menor producción de minerales y los cambios en la estructura y características del estiércol (pH, contenido de materia seca) afectan a los niveles de emisión de N de la estabulación, almacenamiento y aplicación de estiércol, y reduce la carga contaminante en el suelo, el agua y el aire, incluidos olores.

No obstante, debe mencionarse que la selección genética para una mejor conversión del pienso está también ligada a un alto índice de crecimiento. Un alto índice de crecimiento puede aumentar la cojera en los pollos de carne, al igual que la infraalimentación sistemática de las razas madre (la alimentación libre de las madres crea dificultades de reproducción). En consecuencia, debe obtenerse un equilibrio entre un mayor índice de crecimiento y los posibles problemas de bienestar animal.

Datos operativos: Para cada uno de los tres países (Bélgica, Francia, Alemania), se obtuvieron las reducciones reportadas aplicando una serie de especificaciones nutricionales predefinidas y estandarizadas (Tabla 4.7). En Bélgica se definieron 3 tipos de piensos:

1. piensos con bajo contenido en nitrógeno
2. piensos con bajo contenido en fósforo
3. piensos con bajo contenido en nitrógeno y en fósforo.

El pienso con bajo contenido en fósforo está reconocido legalmente mediante un contrato entre los fabricantes de piensos y el gobierno [174, Bélgica, 2001].

En Alemania, los programas de alimentación RAM con piensos con bajo contenido en nitrógeno y fósforo han sido desarrollados por granjeros y fabricantes de piensos. También están regulados por contratos y controlados por las cámaras agrícolas regionales.

En Francia, CORPEN recomienda un programa de alimentación de 2 fases para cada etapa fisiológica (Ej. recién nacidos/lechones, cerdas en lactancia/gestación, cerdos de engorde/acabado) basado en dietas bajas en proteínas y/o en fósforo.

Si el sistema de alimentación es distinto o más eficaz que las especificaciones nutricionales aplicadas, mediante sistemas de “regresión” es posible calcular el nivel real de excreción en función de las características del pienso (contenido en proteínas y/o fósforo). Por ejemplo, el conjunto de ecuaciones utilizado en Bélgica se muestra en la Tabla 4.6. En Francia, el “balance simplificado” tiene en cuenta los principales factores involucrados en las excreciones de los cerdos, es decir, la técnica de alimentación y el nivel de rendimiento. Se ha publicado en forma de hoja de cálculo y como modelo informático.

Especies	Excreción bruta de nitrógeno (N) (Kg. /animal /año)	Excreción de pentóxido de difósforo (P ₂ O ₅) (Kg. /animal /año)
Lechones de 7 – 20 Kg.	$Y = 0,13 X - 2,293$	$Y = 2.03 X - 1,114$
Otros cerdos de 20 – 110 Kg.	$Y = 0,13 X - 3,018$	$Y = 1.92 X - 1,204$
Otros cerdos de más de 110 Kg.	$Y = 0,13 X + 0,161$	$Y = 1.86 X + 0,949$
Cerdas, incluidos lechones de <7 Kg.	$Y = 0,13 X + 0,161$	$Y = 1.86 X + 0,949$
Verracos	$Y = 0,13 X + 0,161$	$Y = 1.86 X + 0,949$
Gallinas ponedoras (incluidas gallinas de cría)	$Y = 0,16 X - 0,434$	$Y = 2.30 X - 0,115$
Gallinas ponedoras jóvenes en crecimiento	$Y = 0,16 X - 0,107$	$Y = 2.33 X - 0,064$
Pollos de carne	$Y = 0,15 X - 0,455$	$Y = 2.25 X - 0,221$
Gallinas de cría de pollos	$Y = 0,16 X - 0,352$	$Y = 2.30 X - 0,107$
Gallinas de cría de pollos en crecimiento	$Y = 0,16 X - 0,173$	$Y = 2.27 X - 0,098$
<i>Y = Producción (Kg.) de N y P₂O₅ por animal y año</i>		
<i>X = Consumo (Kg.) de proteína cruda (PC) y fósforo (P) por animal y año</i>		

Tabla 4.6: Regresiones utilizadas en Bélgica para calcular el nivel real de excreción [108, FEFANA, 2001]

Animal	Bélgica MAP	Francia CORPEN 1	Francia CORPEN 2	Alemania RAM
Lechones	estrategia fósforo	alimentación en 2 fases	alimentación en 2 fases	
	proteína cruda	recién nacido: 20,0 % lechón (<28 Kg.): 18,0 %	recién nacido: 20,0 % lechón (<28 Kg.): 17,0 %	lechón (<30 Kg.): 18,0 %
	fósforo	recién nacido: 0,85 % lechón (<28 Kg.): 0,70 %	recién nacido: 0,77 % + fitasa lechón (<28 Kg.): 0,60 % + fitasa	lechón (<30 Kg.): 0,55 %
Cerdos de engorde/acabado	estrategia	alimentación en 2 fases	alimentación en 2 fases	alimentación en 2 fases
	proteína cruda	engorde (28 – 60 Kg.): 16,5 % acabado (60 – 108 Kg.): 15,0 %	engorde (28 – 60 Kg.): 15,5 % acabado (60 – 108 Kg.): 13,0 %	engorde (<60 Kg.): 17,0 % acabado (>60 Kg.): 14,0 %
	fósforo	crecim. (20 – 40 Kg.): 0,55 % acabado (40 – 110 Kg.): 0,50 %	engorde (28 – 60 Kg.): 0,47 % + fitasa acabado (60 – 108 Kg.): 0,40 % + fitasa	engorde (<60 Kg.): 0,55 % acabado (>60 Kg.): 0,45 %
Cerdas	estrategia	pienso bajo en fósforo	alimentación en 2 fases	alimentación en 2 fases
	proteína cruda		lactación: 16,0 % gestación: 12,0 %	lactación: 16,5 % gestación: 14,0 %
	fósforo	0,60 %	lactación: 0,57 % + fitasa gestación: 0,42 % + fitasa	lactación: 0,55 % gestación: 0,45 %
Pollos	estrategia	alimentación en 2 fases		
	proteína cruda			inicio (1–10 días): 22,0 % engorde (11–29 días): 20,5 % acabado (30–40 días): 19,5 %
	fósforo	engorde (<2 semanas): 0,60 % acabado (>2 semanas): 0,55 %		inicio (1–10 días): 0,70 % engorde (11–29 días): 0,55 % acabado (30–40 días): 0,50 %
Ponedoras	estrategia	pienso bajo en fósforo		
	fósforo	0,50 %		
<i>MAP Plan de Actuación sobre Estiércol (legislación desde marzo de 2000)</i> <i>CORPEN Comité francés que estudia opciones para la reducción de la contaminación por N y por P de la agricultura</i> <i>RAM Abreviatura alemana de pienso adaptado con proteína cruda</i>				

Tabla 4.7: Gestión nutricional en Bélgica, Francia y Alemania: características de los piensos de referencia

Aplicabilidad: Los sistemas de gestión nutricional ya se hallan aplicados en algunos Estados Miembros y están respaldados por la experiencia práctica.

- **Monitorización de entradas y salidas de nutrientes**

En las zonas en las que la producción pecuaria intensiva sea responsable de una alta presión sobre el medio ambiente, los granjeros deben mantener un registro de sus aplicaciones de nitrógeno o fosfato. Los “sistemas de contabilización de minerales” permiten controlar los volúmenes de entrada y salida al nivel de la granja. Ejemplos de sistemas normativos son: la Ley sobre Instalaciones Clasificadas para Protección Medioambiental (ICPE) en Francia, el Plan de Actuación sobre Estiércol (MAP) en Bélgica, el Sistema de Contabilización Mineral (MINAS) en Holanda, y la Düngerverordnung en Alemania.

- **Estimación de la producción de minerales del estiércol en base a las características del pienso**

Dado que la producción de minerales está estrechamente relacionada con la ingesta de minerales, debe calcularse sobre la base de las características de los piensos, como se hace en los Estados Miembros en los que ya se aplican sistemas de gestión nutricional. Las indicaciones de los sistemas utilizados en Francia (CORPEN), Bélgica (MAP) y Alemania (RAM) se incluyen en la sección de “Beneficios medioambientales que se consiguen”.

Costes: La evaluación de los costes y beneficios de las medidas nutricionales encaminadas a reducir las emisiones de las explotaciones de cría intensiva es compleja. Las potenciales ventajas económicas y medioambientales de tales medidas de gestión para la reducción de la contaminación por nitrógeno se han evaluado en un informe reciente del Instituto de Investigación de Economía Agrícola de Holanda [77, LEI, 1999]. Este informe evalúa el efecto de los cambios actuales y futuros de la política europea a nivel nacional, regional y de granjas, utilizando distintos modelos predictivos y comparando enfoques similares.

Este estudio llama la atención sobre el hecho de que, cuando los niveles de proteína dietética disminuyen con un uso creciente de cereales en el pienso, los cambios en el precio de los cereales son importantes para la sostenibilidad de las medidas de gestión nutricional. A este respecto, se espera mucho de las reformas de la Política Agraria Común (PAC). No obstante, el precio de los cereales determinado por la UE no es independiente, sino que está relacionado con el de la soja, cuyo precio está fijado por el mercado mundial. Estos niveles de costes afectan la viabilidad económica de las medidas de gestión nutricional, de modo que los bajos precios de la soja pueden producir elevados niveles de proteína dietética. Con las sucesivas reformas de la PAC, se ha favorecido la inclusión de niveles más altos de cereales, y el coste de implantación de dietas bajas en proteínas se ha visto consiguientemente reducido con la aplicación de las normas actuales (Tabla 4.8).

	Cerdos		Aves	
	Dieta actual	Dieta baja en proteínas	Dieta actual	Dieta baja en proteínas
Índice de costes				
PAC-1988	100	103	100	101
PAC-1994	89	92	88	88
PAC-2000	73	74	74	74
Índice contenido de N en el pienso (Kg. N/tonelada de pienso)				
PAC-1988	100	85	100	96
PAC-1994	97	83	99	95
PAC-2000	88	83	96	93

Tabla 4.8: Índice de costes del pienso compuesto y contenido de nitrógeno según la gestión nutricional [77, LEI, 1999]

Puede concluirse que “la aplicación de gestión nutricional preventiva como medio de reducción de la producción de nitrógeno en las granjas es económicamente competitiva con el proceso ulterior del exceso de estiércol”. El informe considera que se espera que las reglas de aplicación de estiércol al suelo se hagan más estrictas, y que el tratamiento del exceso de estiércol se encarezca.

En algunas zonas, excepto Flandes y Holanda, el aumento del consumo de cereales puede ser suficiente para reducir la proteína dietética a niveles manejables a nivel regional. Las medidas adicionales de gestión nutricional seguirán siendo beneficiosas para las explotaciones de cría intensiva que no disponen de suficiente terreno para utilizar su estiércol.

Asimismo, la Federación Europea de Fabricantes de Aditivos para Piensos Animales, FEFANA, es de la opinión de que el coste y la asequibilidad de las medidas de alimentación depende del suministro local de productos básicos (como el precio de los cereales), la disponibilidad local de terrenos para diseminar estiércol (una disponibilidad restringida potenciará el valor de las medidas de alimentación), y el precio en el mercado mundial de los productos alimentarios ricos en proteínas (un alto precio de las materias alimentarias aumenta la asequibilidad de las medidas de alimentación). Las tendencias esperadas en el mercado mundial y europeo hacia precios más bajos de los cereales, precios más elevados de las materias alimentarias proteínicas como la harina de soja, y la disponibilidad de cantidades crecientes de aminoácidos industriales, tienden a reducir el coste de las medidas de alimentación para controlar las emisiones de la producción animal. No obstante, no es factible calcular una sola cifra de coste para evaluar el coste asociado con las medidas de alimentación, ya que las fluctuaciones en los precios de los productos alimentarios son demasiado grandes para derivar una estimación universal. No obstante, como regla general, puede suponerse que el coste adicional de pienso en la cría de cerdos y aves supondrá entre un 0 y un 3 % del coste total del pienso (la FEFAC estima un aumento del 2–3 % para aves y de 1–1,5 % para cerdos de engorde [169, FEFAC, 2001]). En periodos de precios extremadamente bajos de la harina de soja, el coste adicional del pienso puede aumentar en hasta un 5 % [171, FEFANA, 2001].

Motivo principal de aplicación: La aplicación de medidas nutricionales está influenciada en gran medida por los precios de mercado del grano y de la soja. Un motivo de su aplicación podría ser los posibles ahorros de costes, ya que las medidas nutricionales pueden reducir la necesidad de aplicar técnicas ulteriores destinadas a la reducción de las emisiones de la estabulación de los animales, almacenamiento de estiércol y aplicación al suelo.

Instalaciones de referencia: Muchas granjas situadas en Zonas Vulnerables a Nitratos (según la Directiva sobre Nitratos), como las granjas de Bretaña, Bélgica y Alemania, ya cumplen con algunas restricciones nutricionales con el fin de controlar su carga contaminante [171, FEFANA, 2001]

En Francia, desde la publicación de las recomendaciones CORPEN para cerdos en 1996, la alimentación en dos fases con piensos bajos en proteínas ha tenido gran desarrollo, especialmente para cerdas. Se ha informado de que a finales de 1997, casi una tercera parte de los cerdos de engorde y casi un 60 % de todas las cerdas se alimentaban de este modo [169, FEFAC, 2001] (con referencia a AGRESTE Bretagne número 27, junio de 1998).

Bibliografía: [28, CORPEN, 1996; 29, CORPEN, 1996; 30, CORPEN, 1997], [37, Bodemkundige Dienst, 1999], [77, LEI, 1999], [81, Adams/Röser, 1998], y [108, FEFANA, 2001].

4.2.2 Alimentación por fases

Descripción de la alimentación por fases para aves: Para aves, se han desarrollado distintas estrategias de alimentación que intentan encontrar el equilibrio correcto entre los requisitos de energía y de aminoácidos, o que intentan influenciar la absorción de nutrientes mediante la mejora del tránsito del pienso a través del sistema digestivo de las aves.

La alimentación por fases para gallinas ponedoras es un método de alimentación que comporta el ajuste de los niveles de Ca y P en las distintas fases de producción. Se requiere un grupo uniforme de animales y una transición gradual desde un pienso al siguiente.

Para pollos de carne, la alimentación por fases se aplica actualmente en algunos países de la UE. Esto supone dividir los requisitos en tres fases en las que los pollos presentan un cambio considerable en sus requisitos nutricionales. En cada fase, el objetivo es optimizar el índice de conversión de pienso (ICP). La aplicación de un régimen de alimentación ligeramente restringido en la primera fase produce un crecimiento más eficaz en las fases posteriores. Las proteínas y aminoácidos deben suministrarse a un alto nivel y estar equilibrados. En la Fase 2, la capacidad digestiva del ave habrá mejorado, de modo que podrá suministrarse más pienso con un mayor contenido energético. En la Fase 3, el contenido en proteínas y aminoácidos vuelve a disminuir, pero la cantidad de energía sigue igual. En todas las fases, el balance de Ca-P sigue siendo el mismo, pero la concentración total en el pienso disminuye.

En comparación con los pollos, los pavos requieren grandes cantidades de pienso. Sus requisitos en las distintas fases varían del mismo modo que el de los pollos. La concentración requerida de proteínas y aminoácidos varía del mismo modo que la de los pollos, pero la energía requerida en el pienso aumenta. Según el tipo de pavo producido, el número de fases aplicadas puede variar, siendo la práctica normal de 4 o 5. Por ejemplo, en Holanda se aplica una alimentación en 5 fases, lo que significa cinco piensos distintos, aunque pueden distinguirse más fases con la consiguiente adaptación de las raciones. Para los pavos, la forma en que se ofrece el pienso influye sobre el índice de conversión y el crecimiento. Las pruebas realizadas han mostrado que los piensos en pellets tienen un mejor índice de conversión y producen un mayor crecimiento que las harinas.

Descripción de la alimentación por fases para cerdos: La alimentación por fases para cerdos consiste en dar de 2 a 4 piensos para cerdos con pesos desde 25 Kg. hasta 100 – 110 Kg. (peso sacrificado). Los programas de alimentación varían de un país a otro. El programa de alimentación en dos fases (25 – 60 Kg. y 60 – 110 Kg.) está bastante bien desarrollado pero podría desarrollarse más aún para incluir aspectos medioambientales así como valores económicos. Los programas de alimentación de Italia se diferencian sustancialmente de los de otros países de la UE, ya que trabajan con cerdos que son sacrificados con pesos mucho más elevados (140 – 150 Kg.).

La alimentación multifases para cerdos consiste en suministrar a los cerdos una mezcla de preparados adaptados a las necesidades de aminoácidos, minerales y energía de los animales. Esto se consigue mezclando un pienso con alto nivel de nutrientes con un pienso bajo en nutrientes, de forma regular (entre diariamente y semanalmente). Hay nuevos desarrollos pendientes en la alimentación multifases relacionados con los equipos para silos y líneas de distribución [171, FEFANA, 2001].

Se han realizado ensayos con dietas de bajo nivel de PC/ED (Proteína Cruda / Energía Digerible) en 5 fases para cerdos de engorde/acabado, que han mostrado de forma consistente que el nitrógeno total y el nitrógeno amónico en el estiércol de los cerdos se habían reducido en comparación con los niveles resultantes de la estrategia comercial de alimentación con dos dietas [110, MAFF, 1999] [111, MAFF, 1999].

Para cerdas, la alimentación por fases consiste en dar al menos 2 piensos distintos: uno para lactación y otro para gestación. La distinta alimentación de la cerda en gestación y lactación está bastante bien desarrollada en toda Europa. En algunos casos, puede administrarse un pienso específico antes del [171, FEFANA, 2001].

Beneficios medioambientales que se consiguen para:

- **Pollos de carne:** Se ha reportado que la aplicación de alimentación por fase a pollos de carne produce una reducción del 15 - 35 % en el N excretado.
- **Cerdos de acabado:** La alimentación en tres fases de cerdos de acabado reduce la excreción de nitrógeno (3 %) y de fósforo (5 %). La alimentación multifases produce una reducción adicional de N (5–6 %) y de P₂O₅ (7–8 %).
- **Cerdas:** Para cerdas, la aplicación de alimentación en 2 fases puede producir una reducción de la excreción de N (7 %) y de la excreción de P₂O₅ (2 %), en comparación con la alimentación sin fases.

Efectos sobre otros medios: El efecto principal de la alimentación por fases es una reducción en la excreción de nutrientes (N y P). Los niveles reducidos contribuyen adicionalmente a una reducción en las emisiones de la estabulación de animales y del almacenamiento externo de estiércol. Al mismo tiempo, es posible reducir el consumo de agua y el volumen de estiércol líquido.

Aplicabilidad: Se ha reportado que la alimentación multifases para cerdos requiere un equipo sofisticado y caro para alimentación seca, por lo que se aplica mejor en empresas de producción a gran escala. En términos prácticos, la alimentación en tres fases puede ser la opción más factible para cerdos de engorde/acabado [77, LEI, 1999].

La alimentación multifases es también posible con sistemas de alimentación líquida, y de hecho los sistemas de alimentación líquida están ganando popularidad. No obstante, la alimentación multifases puede ser bastante complicada de implantar en un sistema de flujo continuo, como el que se utiliza normalmente en granjas pequeñas [173, España, 2001].

Un sistema computerizado permite suministrar automáticamente la mezcla adecuada de pienso de alto contenido en nutrientes y el pienso bajo en nutrientes a los intervalos requeridos. La aplicación de un sistema de este tipo requiere personal cualificado [173, España, 2001].

Costes: No se han reportado datos de costes. No obstante, cabe esperar que los costes asociados con la alimentación multifases sean mayores que los de la alimentación por fases, ya que, por ejemplo, es posible que haya que incluir costes suplementarios para instalaciones adicionales de almacenamiento de los distintos piensos, así como para instalaciones de mezcla [173, España, 2001] [171, FEFANA, 2001].

Bibliografía: [26, LNV, 1994] [27, IKC Veehouderij, 1993] [77, LEI, 1999] [110, MAFF, 1999] [111, MAFF, 1999]

4.2.3 Adición de aminoácidos para obtener dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos

Descripción: Esta técnica es la que cuenta con más referencias en la bibliografía. El principio es alimentar a los animales con el nivel apropiado de aminoácidos esenciales para un rendimiento óptimo al tiempo que se limita el exceso de proteínas ingeridas (

Figura 4.1). La formulación de dietas bajas en proteínas requiere la reducción de la incorporación de materias alimenticias (como harina de soja) al tiempo que se equilibran las dietas con suplementos de aminoácidos. Algunos aminoácidos disponibles comercialmente y registrados son are lisina (L-Lisina), metionina (DL-Metionina y análogos), treonina (L-Treonina) y triptófano (L-Triptófano). Es probable que en el futuro se desarrollen otros aminoácidos esenciales, lo que puede facilitar una mayor reducción del contenido de proteína dietética [108, FEFANA, 2001].

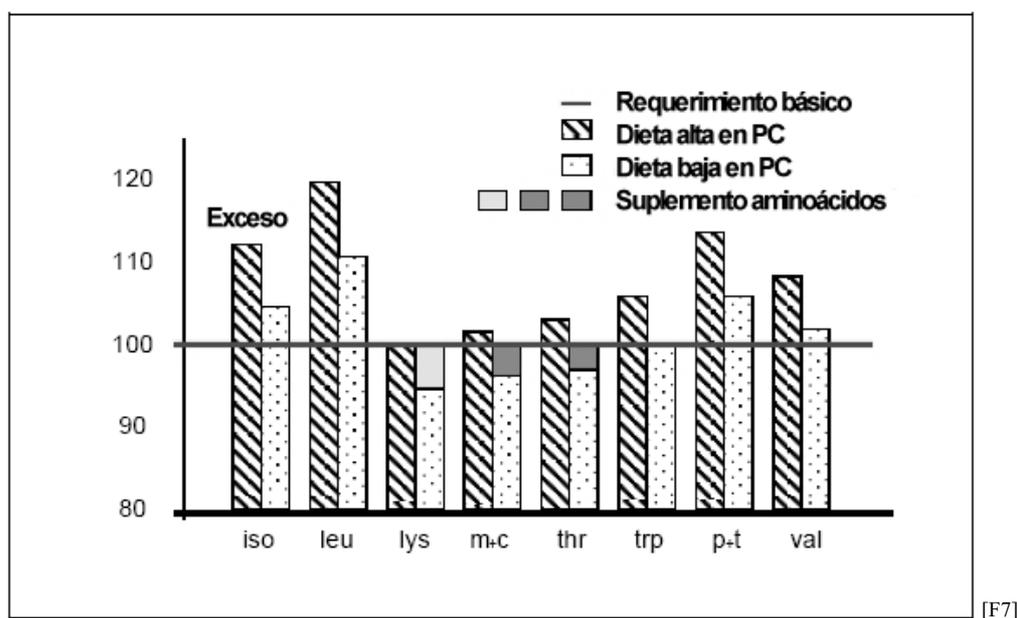


Figura 4.1: El suplemento con aminoácidos permite una reducción en la cantidad de ingesta de proteínas de los animales, manteniendo un aporte adecuado de aminoácidos. [77, LEI, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen:

Aves

- Una reducción del contenido de proteína dietética del 1% produce una reducción en la excreción de nitrógeno del 10 % para gallinas ponedoras y del 5 – 10 % para pollos, pavos y otras aves de carne.
- Las dietas bajas en proteínas contribuyen a una reducción de las emisiones de amoniaco de las explotaciones avícolas. En un experimento con pollos en crecimiento, una reducción de 2 puntos en la proteína cruda produjo una reducción de las emisiones de amoniaco del 24 %.
- Se observó una reducción del consumo de agua del 24 % al reducir en 3 puntos el nivel de proteínas en el pienso de los pollos en crecimiento [108, FEFANA, 2001]

Cerdos

En un estudio bibliográfico reportado por Ajinomoto Animal Nutrition, se seleccionaron los datos de ensayos reportados sobre los efectos de dietas bajas en proteínas (pero suplementadas con aminoácidos industriales) sobre la producción de nitrógeno y purines líquidos en cerdos, de una amplia gama de fuentes dentro y fuera de Europa (ver referencia [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]). En los ensayos se observó que la excreción de nitrógeno se reducía en un 10 % con una reducción porcentual de 1 punto en la proteína dietética para cerdos entre 25 y 110 Kg.

Los ensayos también mostraron que es posible reducir el nivel de proteína en el pienso en hasta 2 puntos porcentuales para todas las categorías de cerdos, lo que produce una reducción en la excreción de nitrógeno de hasta un 20 % sin capacitación técnica específica. No obstante, es esencial agregar los cuatro aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina y triptófano) para evitar una reducción del crecimiento.

Los ensayos reportados mostraron resultados notablemente similares. Se resumen en la Tabla 4.9.

Parámetros	Efecto de la reducción de 1 punto de la proteína dietética (%)	Uso de dietas bajas en proteínas	
		Efecto acumulativo frecuente (%)	Efecto acumulativo máximo (%)
Nitrógeno total excretado	- 10	- 25	- 50
Contenido de amoniaco en el purín	- 10	- 30	- 50
pH del purín	-	- 0,5 puntos	- 1 punto
Emisiones de amoniaco a la atmósfera	- 10	- 40	- 60
Consumo de agua (libre)	- 2 a - 3	- 10	- 28
Volumen de estiércol	- 3 a - 5	- 20	- 30

Tabla 4.9: Resumen del efecto de una reducción de la proteína dietética y del uso de dietas bajas en proteínas sobre la excreción de nitrógeno y la emisión de amoniaco [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

Las dietas bajas en proteínas reducen asimismo las emisiones de componentes olorosos como el H₂S [108, FEFANA, 2001] (con referencia a Hobbs et al., 1996).

La contribución de las medidas de alimentación a la reducción real de las emisiones de los sistemas de estabulación de animales varía con una serie de factores, como la temperatura del aire dentro de la nave, la velocidad del aire (velocidad de ventilación) y la superficie del estiércol.

Estas dietas reducen asimismo el consumo de agua de los animales. Esto produce un ahorro de agua y un menor volumen de purines que manipular. Con un mayor contenido de materia seca, el estiércol también tiene mayor valor en términos de su calidad como fertilizante.

Efectos cruzados: Las dietas bajas en proteínas y suplementadas con aminoácidos suministradas en los referidos ensayos no afectaron al crecimiento, la conversión del pienso o la retención de nitrógeno por parte de los cerdos.

Datos operativos: No se han reportado datos operativos de los ensayos en cerdos. El rango de pesos de los cerdos estaba generalmente entre 25 y 110 Kg. de peso vivo, y la alimentación varió entre alimentación en 2 fases y multifases.

Aplicabilidad: No son necesarios requisitos técnicos específicos para la aplicación de dietas bajas en proteínas. No obstante, los niveles aplicados de proteína cruda pueden variar de un país a otro.

El suministro de dietas bajas en proteínas redujo la producción de calor de los animales causada por el proceso de crecimiento. Esto se considera una ventaja, particularmente en los Estados Miembros mediterráneos durante los veranos calurosos. Este efecto es todavía más acusado en las cerdas en lactación.

Para las condiciones del Reino Unido, los nutricionistas avícolas aconsejan que, para gallinas ponedora de 18 a 40 semanas de edad, el triptófano, que actualmente no se incluye en la dieta, sea el aminoácido limitante. Por consiguiente un nivel de proteína cruda de un 15,5 – 16,5 (% en pienso) (ver Tabla 5.5) no es técnicamente factible, por lo que, en las condiciones del Reino Unido, se requerirá un mayor nivel de proteína bruta para este tipo de aves.

Para los cerdos del Reino Unido, que se mantienen en grupos enteros, se sacrifican a pesos relativamente bajos y tienen un genotipo desarrollado para potenciar las deposiciones escasas en estas circunstancias, es posible que ni siquiera sea técnicamente factible el extremo superior de los rangos reportados en la Tabla 5.1. En las condiciones que se dan en el Reino Unido, pueden usarse niveles más elevados de proteína bruta y producir aún un menor aporte total de N a lo largo de la vida del cerdo.

El enfoque para reducir la contaminación por nitrógeno puede aplicarse de forma muy inmediata a gran escala, dado que:

- Se requiere poca inversión y no se precisan reformas estructurales en la granja, y
- Un molino de pienso sirve generalmente a un gran número de granjas, con lo que se reducen los costes de formulación de las granjas individuales.

Costes: En la Sección 4.2.1 se presenta una descripción general de la evaluación de costes de la gestión nutricional. Para suministrar dietas bajas en proteínas no es necesario aplicar equipos especiales ni realizar nuevas inversiones, aunque puede haber un coste de formulación del pienso. Las estimaciones de costes de las medidas nutricionales tienen en consideración los siguientes factores:

- Coste adicional del pienso
- Ahorro en el consumo de agua
- Ahorro en costes de transporte y tratamiento o diseminación de estiércol
- Ahorro en costes de inversión, ya que por ejemplo se requiere menos capacidad de almacenamiento de estiércol.

Para ilustrar los efectos de las dietas reducidas en proteínas, se han realizado cálculos, pero los resultados dependen de las suposiciones realizadas para los factores de costes. Mientras que una publicación supone un aumento de los costes del pienso entre un 1 y un 3 % [116, MAFF, 1999], otro informe indica un ahorro de costes por reducción de los gastos en pienso de alrededor del 3 % [115, Rademacher, 2000].

Portugal ha reportado un aumento en los costes de piensos entre el 5,5 y el 8 % para cochinitos destetados y cerdos de acabado al reducir el nivel de proteína cruda entre el 2,0 y el 2,5 % y suplementar el pienso con aminoácidos. Para cerdas, este aumento fue del 2,9 y del 4,9 % para gestación y lactación respectivamente. Estos cálculos se realizaron sobre la base de los precios de las materias primas en mayo de 2001. Por lo que respecta a las variaciones en los costes de las materias primas, principalmente ingredientes ricos en proteínas, y los factores involucrados en el cálculo de los costes de los piensos, sería útil disponer de mayor información de costes del Estado Miembro [201, Portugal, 2001]

Instalaciones de referencia: Las dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos ya se utilizan en cierto grado en algunas zonas con explotaciones de cría intensiva.

Bibliografía: [77, LEI, 1999], [82, Gill, 1999], [100, MLC, 1998], [108, FEFANA, 2001], [115, Rademacher, 2000] and [116, MAFF, 1999]

4.2.4 Adición de fitasa para obtener dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa para aves y cerdos

Descripción: Esta técnica se ha publicado frecuentemente en documentos tanto científicos como prácticos. El fitato-fósforo no se suministra normalmente a cerdos y aves, ya que no disponen de la actividad enzimática apropiada en su tracto digestivo. Por consiguiente, el principio de la técnica es alimentar a los animales con el nivel apropiado de fósforo digerible necesario para asegurar un rendimiento y un mantenimiento óptimos, limitando al mismo tiempo la excreción del fitato-fósforo no digerible presente normalmente en los vegetales (Tabla 4.10). La formulación de una dieta baja en fósforo puede conseguirse mediante:

1. la adición de fitasa
2. el aumento de la disponibilidad de fósforo en los componentes del pienso de origen vegetal
3. reduciendo el uso de fosfato inorgánico en piensos.

Actualmente se autorizan cuatro preparados de fitasa como aditivos para piensos en la Unión Europea (Directiva 70/524/CEE categoría N).

La autorización de nuevos productos de fitasa depende de la evaluación del producto, que debe garantizar su eficacia en las categorías de animales declaradas.

Actualmente se están utilizando nuevos enfoques por parte de algunas empresas de investigación de plantas, en los que se desarrollan variedades de plantas con una elevada actividad de la fitasa o un bajo contenido de ácido fítico [173, España, 2001]

Materias primas	P total (%)	Fitato – P (%)	Actividad fitasa (U/Kg.)
Maíz	0,28	0,19	15
Trigo	0,33	0,22	1193
Cebada	0,37	0,22	582
Triticale	0,37	0,25	1688
Centeno	0,36	0,22	5130
Sorgo	0,27	0,19	24
Salvado de trigo	1,16	0,97	2957
Salvado de arroz	1,71	1,1	122
Harina de soja	0,61	0,32	8
Harina de cacahuete	0,68	0,32	3
Harina de colza	1,12	0,4	16
Harina de girasol	1	0,44	62
Guisantes	0,38	0,17	116

Tabla 4.10: Fósforo total, fitato-fósforo y actividad de la fitasa en una selección de materias primas para piensos de origen vegetal [170, FEFANA, 2002] con referencia a J. Broz, 1998

Beneficios medioambientales que se consiguen: Los datos reportados a continuación para cerdos y aves pueden encontrarse en muchas publicaciones sobre el uso de fitasa en materias alimenticias para piensos. Ofrecen un resumen de los resultados obtenidos con distintos piensos y en distintas situaciones, presentándose las posibles reducciones en términos relativos:

Cerdos

- La inclusión de fitasa en los piensos mejora la digestibilidad del fósforo vegetal en un porcentaje de 20 a 30 puntos en lechones, en un 15–20 % para cerdos en engorde y acabado, así como para cerdas.
- Por regla general, una reducción de fósforo del 0,1 % en el pienso utilizando fitasa produce una reducción en la excreción de fósforo del 25 al 40 % para lechones, del 25 al 35 % para cerdos de engorde y acabado, y del 20 al 30 % para cerdas.

Aves

- La inclusión de fitasa en el pienso mejora la digestibilidad del fósforo vegetal en un porcentaje de 20 a 30 puntos para pollos de carne, gallinas ponedoras y pavos. Las variaciones en los resultados están ligadas con el nivel de fitato-fósforo contenido en las materias vegetales utilizadas en la formulación del pienso.
- Por regla general, una reducción de fósforo total del 0,1 % en el pienso utilizando fitasa produce una reducción en la excreción de fósforo de más del 20 % para gallinas ponedoras y pollos de carne.

Las dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa, como las suministradas en los ensayos, no tuvieron efecto sobre el crecimiento, los índices de conversión o la producción de huevos en comparación con dietas de referencia con una mayor concentración de fósforo.

Una reducción del fósforo con la adición de fitasa debe aplicarse con una visión de conjunto de la formulación del pienso, con el fin de evitar una modificación incontrolada de la relación fósforo-calcio. A nivel de granja no se requiere ninguna capacitación específica para utilizar el pienso bajo en fósforo suplementado con fitasa.

Efectos cruzados: Recientemente se ha observado que la fitasa mejora no sólo la digestibilidad del fósforo, sino también la de las proteínas [170, FEFANA, 2002] con referencia a (Kies et al., 2001).

Datos operativos: Todavía no se han reportado datos operativos de los ensayos. No obstante, las fitasas son aditivos para piensos, y su eficacia con respecto a la digestibilidad del fósforo ha sido evaluada favorablemente por el SCAN (Comité Científico sobre Nutrición Animal).

Aplicabilidad: La fitasa puede incorporarse en las materias alimenticias para piensos, granulada o en forma líquida. Las formas en polvo y granuladas sólo se utilizan en los procesos de producción si la temperatura no es demasiado alta (hasta 80-85 °C). Nótese que la estabilidad puede variar de un producto a otro; la información sobre estabilidad es suministrada normalmente por el proveedor, o se solicita al mismo.

La fitasa líquida es aplicable cuando los procesos producen una elevada temperatura en el molde. En este caso, es necesario un equipo específico para suministrar el producto líquido tras la formación del pellet. Algunas fábricas de piensos ya están equipadas con sistemas de este tipo para aplicación de enzimas.

En la granja, no son necesarios requisitos adicionales específicos para la aplicación de dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa en comparación con una dieta alta en fósforo, si se aplica en las mismas condiciones (programa de alimentación en una sola fase o multifase).

Este enfoque para la reducción de la contaminación por fósforo puede aplicarse muy fácilmente a gran escala, dado que:

- No se requiere inversión para fitasa en polvo o granulada, aunque se requiere una cierta inversión en las fábricas de piensos para utilizar fitasa líquida.
- No se precisan reformas estructurales en la granja.
- Una fábrica de pienso sirve generalmente a gran número de granjas [170, FEFANA, 2002].

Costes: En la Sección 4.2.1 se da una descripción general de la evaluación de costes de la gestión nutricional. Para la alimentación con dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa no se requieren equipos especiales a nivel de la granja ni inversiones adicionales. Además, la adaptación del pienso mediante la adición de fitasa y el ajuste de los niveles de nutrientes puede reducir el coste del pienso [170, FEFANA, 2002].

Instalaciones de referencia: Desde la introducción en el mercado del primer producto con fitasa hace más de diez años, la industria del pienso ha estado produciendo dietas bajas en fósforo suplementadas con fitasa, especialmente (aunque no sólo) en zonas con producción pecuaria intensiva. Desde la prohibición del uso de harinas cármicas, este tipo de dietas para cerdos y aves ha tenido un rápido desarrollo tanto en la UE como en países del tercer mundo [170, FEFANA, 2002].

Bibliografía:

- FEFANA, 2000 – WP ‘Enzymes and Micro-organisms’ contribución al documento BREF
- Broz J. 1998 - Feeding strategies to reduce phosphorus excretion in poultry – in: 5. Tagung Schweine und Geflügelernährung – 01-03-12-1998 – pp. 136-141
- Kies, A.K., K.H.F. van Hemert and W.C. Sauer, 2001 - Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilisation. World's Poultry Science Journal, 57, 109-126.

4.2.5 Fosfatos inorgánicos de alta digestibilidad

Descripción: Los fosfatos inorgánicos están clasificados como ingredientes minerales para piensos. En la Directiva 96/25/EC, parte B, Capítulo 11 se incluyen varios tipos de fosfatos para piensos. Estos fosfatos para piensos difieren en cuanto a su contenido mineral y su composición química, y en consecuencia tienen distintas digestibilidades del fósforo. El uso de fosfatos inorgánicos más digeribles tiene un impacto favorable en la excreción de nutrientes, y por lo tanto en el medio ambiente [198, CEFIC, 2002]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La inclusión de fosfatos para piensos de alta digestibilidad produce niveles más bajos de fósforo en los piensos para animales, y por consiguiente una reducción de la excreción de nutrientes al medio ambiente. En la Tabla 4.11 se da un ejemplo.

Fosfato para pienso	Digestibilidad (%)	Índice de inclusión (%)	Índice de inclusión (gramos P)	P Absorbido ¹ (gramos)	P Excretado ¹ (gramos)
Fosfato desfluorado	59	1,56	28,0	16,5	11,5
Fosfato monocálcico	84	0,87	19,6	16,5	3,1

1) originado por el fosfato inorgánico para piensos

Tabla 4.11: Reducción calculada de la excreción de fósforo basada en la digestibilidad de aves [198, CEFIC, 2002] con referencia a van der Klis and Versteegh (1996) en % de digestibilidad

Del cálculo es evidente que hay un gran beneficio medioambiental en el uso de fosfatos para pienso de alta digestibilidad en lugar de fosfatos para pienso de menos calidad. El mismo cálculo puede aplicarse para cerdos, obteniéndose la misma reducción en la excreción de fósforo.

Aplicabilidad: Los fosfatos para pienso se incorporan en el pienso para animales en forma de polvo o granulada, según las propiedades físicas del producto final. Los fosfatos inorgánicos son predecibles en cuanto a su composición química y en su contenido de fósforo digerible, en parte porque no son sensibles a las condiciones de proceso (como calor o humedad). El uso de fosfatos para piensos de alta digestibilidad puede aplicarse muy fácilmente. Dado que los fosfatos se utilizan en piensos compuestos o en piensos minerales utilizados en la granja, los fosfatos para pienso de alta digestibilidad están fácilmente disponibles. No se requieren inversiones a nivel de la granja o en la confección del pienso [198, CEFIC, 2002].

Costes: En la Sección 4.2.1 se incluye una descripción de la evaluación de costes de la gestión nutricional. El cambio al uso de fosfatos inorgánicos de alta digestibilidad no comporta aumento de costes para el granjero. Los fosfatos para pienso se venden normalmente sobre la base de su contenido total de fósforo, y su economía de uso frente a otros fosfatos para pienso. Los menores índices de inclusión producirán ahorros tanto a nivel de la granja como en la confección del pienso. Se reducen las excreciones de fósforo, lo que produce menores costes de proceso de estiércol para el granjero [198, CEFIC, 2002].

Instalaciones de referencia: Algunos productores de pienso y granjas en regiones que tienen problemas medioambientales debido al alto nivel de cría intensiva de animales, han comenzado a utilizar fosfatos inorgánicos más digeribles. Por ejemplo, esto se ha producido en Holanda, donde no ha registrado un impacto negativo sobre el rendimiento de los animales, sino un efecto positivo sobre la excreción de fósforo [198, CEFIC, 2002].

Bibliografía:

- Phosphorus Nutrition of Poultry. In: Recent Advances in Animal Nutrition, Nottingham University Press. Pages 309-320 by van der Klis, J.D., and Versteegh, H. A. J. (1996)
- A guide to feed phosphates by Sector Group Inorganic Feed Phosphates of CEFIC
- Feed phosphates in animal nutrition and the environment by Sector Group Inorganic Feed Phosphates of CEFIC

4.2.6 Otros aditivos para piensos

Descripción: Otros aditivos para piensos que pueden agregarse en pequeñas cantidades al pienso de aves y cerdos son:

- enzimas
- estimuladores del crecimiento
- microorganismos.

El uso y los inconvenientes de los antimicrobianos se describen en la Sección 2.3.3.1.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Los enzimas y estimuladores del crecimiento se utilizan para reducir el pienso manteniendo al mismo tiempo el mismo índice de crecimiento. En consecuencia, puede conseguirse una reducción del total de nutrientes excretado por los cerdos (como aproximación general) del 3 %; para aves, este valor puede ser aproximadamente del 5 %. Cabe esperar estas reducciones con una mejora en el índice de conversión de pienso (FCR) de 0,1 unidades [199, FEFANA, 2002].

Datos operativos: No se han reportado todavía datos operativos de los ensayos. No obstante, la eficacia de estos aditivos para piensos (ver anexo a la Directiva 70/524/CEE) ha sido evaluada favorablemente por el SCAN (Comité Científico sobre Nutrición Animal).

Aplicabilidad: Los aditivos para pienso se incorporan a las materias alimenticias de los piensos en forma de polvo, granulada o líquida. Las formas en polvo y granuladas sólo se utilizan en los procesos de producción si la temperatura no es demasiado alta (hasta 80 – 85 °C). La estabilidad puede variar de un producto a otro; la información sobre estabilidad es suministrada normalmente por el proveedor, o se solicita al mismo.

Los aditivos líquidos son aplicables cuando los procesos producen una elevada temperatura en el molde. En este caso, es necesario equipo específico para suministrar el producto líquido tras la formación del pellet. Algunos molinos de piensos ya están equipados con sistemas de este tipo.

No hay requisitos adicionales específicos para la aplicación de aditivos para piensos en la granja.

Este enfoque para la reducción de las excreciones de nutrientes puede aplicarse muy fácilmente a gran escala, dado que:

- No se requiere inversión para aditivos en polvo o granulados, aunque se requiere una cierta inversión en las fábricas de piensos para utilizar aditivos líquidos.
- No se precisan reformas estructurales en la granja.
- Una fábrica de pienso sirve generalmente a gran número de granjas [199, FEFANA, 2002].

Costes: En la Sección 4.2.1 se da una descripción general de la evaluación de costes de la gestión nutricional. El coste de introducción se compensa generalmente por el mayor rendimiento de los animales [199, FEFANA, 2002].

Instalaciones de referencia: Los aditivos para piensos se utilizan generalmente en la cría intensiva de animales y muestra buenos resultados en cuanto a rendimiento y excreción de nutrientes [199, FEFANA, 2002].

Bibliografía:

- FEFANA, 2000 – WP ‘Enzymes and Micro-organisms’ contribution to BREF document
- Geraert P.R., Uzu G., Julia T., 1997 – Les Enzymes NSP: un progrès dans l’alimentation des volailles – in 2° Journées de la Recherche Avicole 08-09-10-04-1997 – pp.59-66
- Eric van Heugten and Theo van Kempen – Understanding and applying Nutrition concepts to reduce nutrient excretion in swine – NC State University College of Agriculture and Life Sciences – 15 pages document published by North Carolina Co-operative Extension Service
- A.J. Moeser and T. van Kempen – Dietary fibre level and xylanase affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs – NC State University Annual Swine report 2002.

4.3 Técnicas para un consumo racional del agua

Descripción: Puede conseguirse una reducción del consumo de agua en las granjas reduciendo los vertidos al abrevar a los animales y reduciendo todos los demás usos no inmediatamente relacionados con las necesidades nutricionales. El uso racional del agua puede considerarse parte de las buenas prácticas de la granja y puede incluir las siguientes acciones:

- Limpieza de las instalaciones de estabulación de los animales con limpiadores a presión al término de cada lote de producción. No obstante, es importante encontrar un equilibrio ente la limpieza y el uso de la menor cantidad posible de agua.
- Calibración regular de la instalación de abrevado para evitar vertidos.
- Mantenimiento de un registro del consumo de agua midiendo su uso.
- Detección y reparación de fugas.
- Recogida separada del agua de lluvia y uso para fines de limpieza.

La reducción del consumo de agua de los animales no se considera práctica. Varía de acuerdo con su dieta y, aunque algunas técnicas de producción incluyen un acceso restringido al agua, el acceso permanente al agua se considera por lo general como una obligación.

Para avicultura, se emplean en principio tres tipos de sistemas de abrevado (ver también Sección 2.2.5.3):

1. Bebederos de boquilla de baja capacidad o bebederos de alta de capacidad con una taza de goteo.
2. Abrevaderos.
3. Bebederos circulares.

Para cerdos, los tres tipos de sistemas de abrevado aplicados comúnmente son (ver también Sección 2.3.3.3):

1. Bebederos de boquilla en un abrevadero o taza
2. Abrevaderos.
3. Boquilla de mordida.

Todas estas opciones, para cerdos y aves, tienen algunas ventajas y desventajas.

Las medidas nutricionales destinadas a reducir los niveles de nutrientes en el estiércol se han descrito en la Sección 4.2. Su uso tiene efectos secundarios sobre la ingestión de agua, que de hecho puede considerarse como un efecto sobre otros medios asociado con estas medidas nutricionales.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La Sección 4.2 presenta los efectos de las medidas nutricionales sobre el consumo de agua y por consiguiente sobre el volumen de estiércol líquido producido. Para aves, se constató que un nivel de reducción de proteínas del 3% producía una reducción del 8 % en la ingestión de agua.

Cuando se suministra agua libremente a los cerdos, éstos reducen espontáneamente su consumo de agua. La bibliografía muestra que las dietas bajas en proteínas contribuyen a reducir el consumo de agua. Los resultados se resumen en la Figura 4.2.

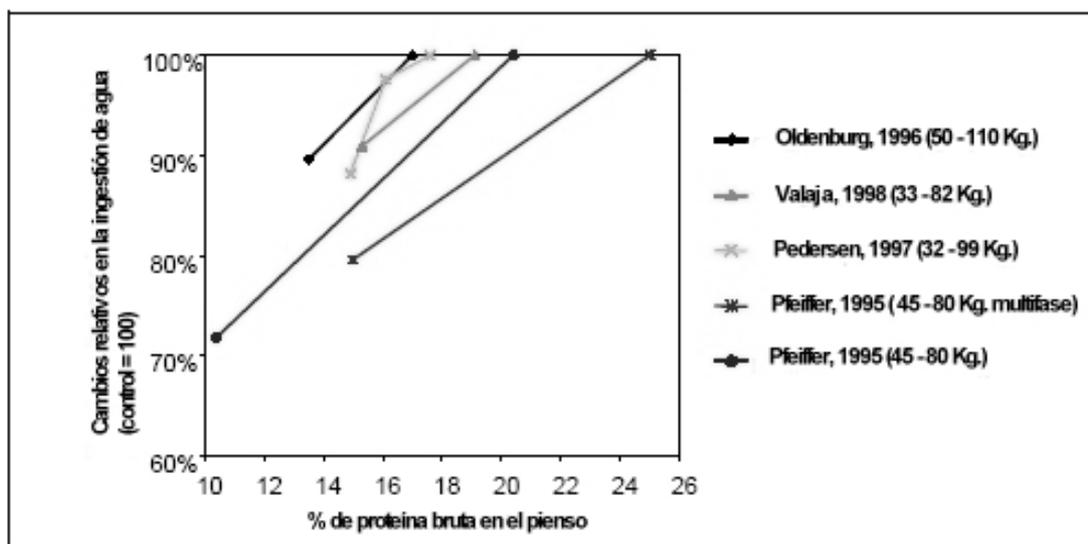


Figura 4.2: Efecto de las dietas con reducción de los niveles de proteína bruta sobre la ingestión de agua por parte de los cerdos [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

Efectos cruzados: Normalmente, en la estabulación de cerdos, el agua de lavado entra en el sistema de purines, lo que significa que una menor ingestión de agua producirá una reducción de los niveles de purines a aplicar.

Datos operativos: Se obtuvieron resultados en distintas condiciones y rangos de pesos.

Aplicabilidad: Ver Sección 4.2. No hay limitaciones serias a la aplicación de las medidas nutricionales reportadas.

Costes: Ver Sección 4.2.

Bibliografía: [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000] [112, Middelkoop/Harn, 1996]

4.4 Técnicas para un consumo racional de la energía

Las medidas para mejorar el uso eficaz y racional de la energía incluyen las buenas prácticas en la granja, así como la selección y aplicación de equipos apropiados y un adecuado diseño de las instalaciones de cría. Las medidas adoptadas para reducir el nivel de consumo energético contribuyen asimismo a una reducción de los costes operativos anuales. En esta sección se describen una serie de medidas generales, seguidas de unos cuantos ejemplos específicos de técnicas de reducción. Los métodos de ahorro energético están también relacionados con la ventilación de las instalaciones de cría.

El control de la velocidad de ventilación es el método más simple de controlar la temperatura interna de las instalaciones de cría. Los factores que influyen sobre la temperatura de la nave son [176, UK, 2002]:

- El calor desprendido por los cerdos.
- Cualquier aporte de calor (Ej. esterillas o lámparas calefactoras para lechones).
- La velocidad de ventilación.
- El calor absorbido por el aire de la nave.
- El calor utilizado para evaporar el agua de los bebederos, comederos, el agua vertida y la orina.
- Las pérdidas de calor a través de las paredes, el techo y el suelo.
- La temperatura exterior.
- La densidad de estabulación.

El sistema de ventilación debe estar diseñado de modo que tenga suficiente capacidad para controlar la temperatura de la nave en los meses calurosos de verano cuando está totalmente llena con los animales más pesados, y también tener suficiente control para proporcionar una velocidad de ventilación mínima en los meses fríos de invierno cuando la nave está llena con los animales más ligeros. Por motivos de bienestar animal, las velocidades de ventilación mínimas deben ser suficientes para suministrar aire fresco y eliminar los gases indeseados.

La demanda energética puede reducirse considerablemente si las naves están equipadas con ventilación natural en lugar de sistemas de ventilación forzada. No obstante, esto no siempre es posible o deseable para todos los tipos de animales y para todos los objetivos de la explotación.

4.4.1 Buenas prácticas para el uso racional de la energía en las granjas avícolas

4.4.1.1 Combustibles para calefacción

Puede conseguirse una reducción considerable del consumo de energía para calefacción prestando atención a los siguientes puntos:

- El consumo de combustible puede reducirse separando los espacios con calefacción de otros espacios, y limitando su tamaño.
- En el espacio con calefacción, el consumo de combustible puede reducirse mediante el correcto ajuste del equipo y fomentando una distribución uniforme del aire caliente en la nave, es decir, distribuyendo espacialmente el equipo de calefacción de forma adecuada. Una distribución uniforme evita que algún sensor quede situado en un punto frío de la nave, lo que activaría de forma innecesaria la instalación de calefacción.
- Los sensores de control deben comprobarse regularmente y mantenerse limpios, de modo que puedan detectar la temperatura a nivel del ganado.
- El aire caliente de justo debajo del nivel del tejado puede hacerse circular hasta el nivel del suelo.
- La minimización de la velocidad de ventilación, en la medida en que lo permiten los requisitos del clima interior, reduce aún más las pérdidas de calor.
- La colocación de las aberturas de ventilación en posición baja en las paredes (dado que el calor tiende a ascender) reduce las pérdidas de calor.
- La aplicación de más aislamiento en el suelo, por ejemplo encima del aislamiento específico ya aplicado en la construcción, reduce las pérdidas de calor y por consiguiente el consumo de combustible (especialmente con altos niveles de agua subterránea).
- Las grietas y fisuras abiertas en la construcción de la nave deben repararse.
- En una nave de gallinas ponedoras, el calor puede recuperarse mediante un intercambiador de calor entre el aire de entrada y de salida. Este sistema se utiliza para calentar el aire que debe desecar el estiércol de las cintas situadas bajo las jaulas y reducir, así, las emisiones de amoníaco.

El control de la ventilación mínima requiere asimismo naves con cierres bastante herméticos. Si se requiere de calefacción para mantener el contenido de humedad de la cama, todas las fuentes de humedad innecesaria deben rectificarse (Ej. los vertidos de los bebederos). Los ventiladores que funcionen intermitentemente deberían estar equipados con obturadores de flujo retrógrado para reducir las pérdidas de calor.

Se han reportado ahorros de hasta 0,9 kWh por ave vendida y por año cuando la ventilación era un 10 % superior a la necesaria.

Para Europa nororiental, se recomiendan valores de 0,4 W/m²/°C o superiores para el aislamiento de las naves cuando se proyectan nuevas explotaciones avícolas.

4.4.1.2 Electricidad

Las medidas generales para reducir el consumo de electricidad son:

- Seleccionar el tipo correcto de ventiladores y considerar su posición en la nave.
- Instalar ventiladores de bajo consumo energético por m³ de aire.
- Utilizar los ventiladores de forma eficaz; por ejemplo, utilizar un ventilador a plena capacidad es más económico que utilizar dos a la mitad de su capacidad.
- Instalar tubos fluorescentes en lugar de bombillas incandescentes (aunque su idoneidad “biológica” se considera incierta).
- Aplicar esquemas de iluminación, por ejemplo utilizando un periodo de iluminación variable, como una iluminación intermitente de 1 periodo de luz por 3 periodos de oscuridad en lugar de 24 horas de luz al día, reduce el consumo de electricidad a un tercio.

Se han realizado investigaciones en el Centro de Investigación Aplicada de Spelderholt, Holanda, para desecar el estiércol de gallinas ponedoras en sistemas de jaulas aplicando un secado por aire intermitente. Estas investigaciones comportaron tres ensayos, cuyos resultados se muestran en la 4.12.

Bibliografía: [26, LNV, 1994], [73, Peirson, 1999] y [107, Alemania, 2001]

Emisiones de amoníaco y materia seca del estiércol									
Secado continuo por aire ¹					Esquemas				
Temp. aire (°C)	Humedad relativa (%)	Materia seca del estiércol (%)	NH ₃ (g/plaza/año)	Método	Ahorro de energía ² (%)	Materia seca (%)	NH ₃ (g/plaza/año)	Emisiones en comparación con el secado continuo ³	
Ensayo 1 (1996)	19,6	70	62	9	15 minutos a 0,7 m ³ y 15 minutos desactivado	50	51	11	122
Ensayo 2 (1997/1998)	18	88	55	18	1 día desactivado y 4 días a 0,7 m ³	20	52	21	117
					4 días a 0,5 m ³ y 1 día a 0,7 m ³	10	52	22	122
Ensayo 3 (1999)	15,6	91	59	14	1 día desactivado, 3 días a 0,5 m ³ y 1 día a 0,7 m ³	28	53	23	164

1) Secado continuo por aire y esquemas: 0,7 m³ de aire por ponedora por hora; la materia seca de todo el estiércol (secado continuo y esquemas) se muestrea al cabo de 5 días de secado.

2) Estimado en comparación con el método de secado continuo por aire.

3) Las emisiones del secado continuo son 100.

Tabla 4.12: Desección intermitente con aire en sistemas de ponedoras en jaulas en batería
Fuente: Applied Research Station, Spelderholt, Holanda. Artículo en Pluimveehouderij, 22 de Diciembre 2000

4.4.1.3 Iluminación de bajo consumo

Descripción: El uso de otro tipo de lámparas, distinto del de las bombillas incandescentes en las explotaciones avícolas puede reducir el consumo de energía. En lugar de bombillas incandescentes, pueden aplicarse tubos fluorescentes (TL) en combinación con un dispositivo para ajustar la frecuencia de microdestellos (>280.000), de modo que los animales no puedan registrar las rápidas fluctuaciones típicas de este tipo de iluminación.

Existen distintos tipos de tubos fluorescentes en el mercado (el tipo de código depende del fabricante). Algunos ejemplos son:

- Tubos TL (Ø 38 mm), potencia 20, 40 60 watos, no graduables.
- Tubos TLM (Ø 38 mm), potencia 40 y 60 watos, graduables, aplicación a bajas temperaturas, elevada humedad relativa y encendido rápido sin cebador.
- Tubos TLD (Ø 26 mm), potencia 18, 36 y 58 watos.
- Tubos TLD HF (alta frecuencia), potencia 16, 32 y 50 watos, siempre en combinación con interruptor electrónico, graduables.
- Tubos SL, potencia 9, 13, 18 y 25 watos, lámparas fluorescentes de tubo doblado, pueden usarse en un casquillo de bombilla, no graduables.

Beneficios medioambientales que se consiguen: En la Tabla 4.13 se compara una serie de lámparas. Los tubos fluorescentes tienen una mayor capacidad lumínica (lúmenes/watio) que las bombillas convencionales. La potencia y el número de horas de uso determinarán el consumo energético anual. La sustitución de bombillas de filamentos incandescentes por tubos fluorescentes compactos puede producir un ahorro del consumo de energía de hasta un 75 %. La sustitución de fluorescentes de 38 mm por tubos de 26 mm de menor potencia puede ahorrar hasta un 8 % de energía.

Tipo de lámpara	Capacidad (Watos)	Luminosidad (lúmenes)	Luminosidad específica (lúmenes/watio)	Graduabilidad
Bombilla	40	385	10	sí
Bombilla	60	650	11	sí
Bombilla	100	1.240	12	Sí
Tubos SL	9	425	47	no
Tubos SL	13	600	46	no
TL M	20	1.200	60	sí
TL M	40	2.900	73	sí
TL D	15	960	64	no
TL D	30	2.300	77	no
TL D HF	16	1.400	87	sí
TL D HF	32	3.200	100	sí

Tabla 4.13: Luminosidad específica y graduabilidad de distintos tipos de bombillas y tubos fluorescentes [26, LNV, 1994]

Aplicabilidad: La no graduabilidad de algunos tipos de luces hace que sean menos apropiadas para las instalaciones de estabulación de animales. Dentro de este grupo los tubos del tipo TLD son fácilmente graduables, pero los del tipo TLD no lo son. No obstante, la versión de alta frecuencia (TLD HF) tiene la mayor luminosidad específica y es graduable, pero requiere un adaptador. La mayoría de las luces pueden aplicarse en las instalaciones existentes, excepto las del tipo TLD HF. En la tabla siguiente se da una indicación de la longevidad. La longevidad de las bombillas incandescentes se define como el momento en que el 50 % se han fundido, y para tubos fluorescentes cuando dan un 20 % menos de luz y se han fundido el 10 %. La graduación afecta a la longevidad de la lámpara y reduce su vida económica (de las bombillas incandescentes en particular).

No se ha evaluado el efecto de la aplicación de distintos tipos de iluminación sobre la salud de los animales, aunque debe ser tenido en cuenta a partir de ahora.

Tipo de lámpara	Longevidad (horas)
Lámpara incandescente	1.000
Tubos TLM	6.000
Tubos TLD	6.000 – 8.000
Tubos TLD HF	125.000
Tubos SL	8.000

Tabla 4.14: Indicación de la longevidad de distintos tipos de luces para explotaciones avícolas [26, LNV, 1994]

Costes: Los tubos fluorescentes son generalmente más caros que las bombillas. Los del tipo TLD/HF son de 2 a 3 veces más caros que los del tipo TL-D. Los costes operativos anuales (incluida la amortización de una nueva instalación) dependen claramente de los precios de la electricidad, así como del número de lámparas de recambio que haya que comprar.

Se ha observado que los tubos del tipo SL o similares se han aplicado en muchas instalaciones, ya que se trata de un tipo de lámpara que puede aplicarse fácilmente en un casquillo de bombilla incandescente.

Instalaciones de referencia: La iluminación de bajo consumo tiene gran aplicación.

Bibliografía: [26, LNV, 1994]

4.4.1.4 Recuperación de calor en las naves de pollos con suelo con yacija calentado y refrigerado (sistema Combideck)

Descripción: Normalmente, en las naves de pollos existe un sistema para calentar el aire. El sistema “Combideck” calienta el suelo y los materiales (como la yacija) situados sobre el mismo. El sistema consiste en una bomba de calor, una instalación de almacenamiento subterráneo compuesta de tubos, y una capa aislante de placas huecas (espacio intermedio 4 cm) unos 2 – 4 metros bajo el suelo. El sistema utiliza dos ciclos de agua: uno que suministra a la nave y el otro que actúa como almacenamiento subterráneo. Ambos ciclos son cerrados y están conectados a través de una bomba de calor.

En la nave de pollos, las placas huecas se colocan en una capa aislada situada bajo el suelo de cemento (10–12 cm). Según la temperatura del agua que circula por las tiras, el suelo y la cama de paja se calentarán o enfriarán.

El calor puede tomarse del agua caliente que sale de la nave y puede devolverse para calentar el ciclo de agua del suelo. El calor disipado por la bomba de calor se almacena en tubos subterráneos aislados y puede bombearse siempre que se requiera.

Cuando los pollos entran en el primer día del ciclo de producción, el agua se calienta y se hace pasar por las placas huecas situadas bajo el suelo para calentarlo. Los pollos necesitan algo de calor hasta aproximadamente el día 21 (unos 28°C). Tras un periodo corto de equilibrio, el proceso de engorde genera gran cantidad de calor, y este calor se irradia normalmente al suelo situado bajo la nave. El calor es entonces absorbido por un corriente de agua fría y conducido de vuelta a una bomba de calor. La bomba de calor transporta el calor del ciclo de agua de la nave al segundo ciclo de agua que almacena el calor en el subsuelo. Al mismo tiempo, la temperatura de los pollos se reduce, manteniéndose a unos 25°C.

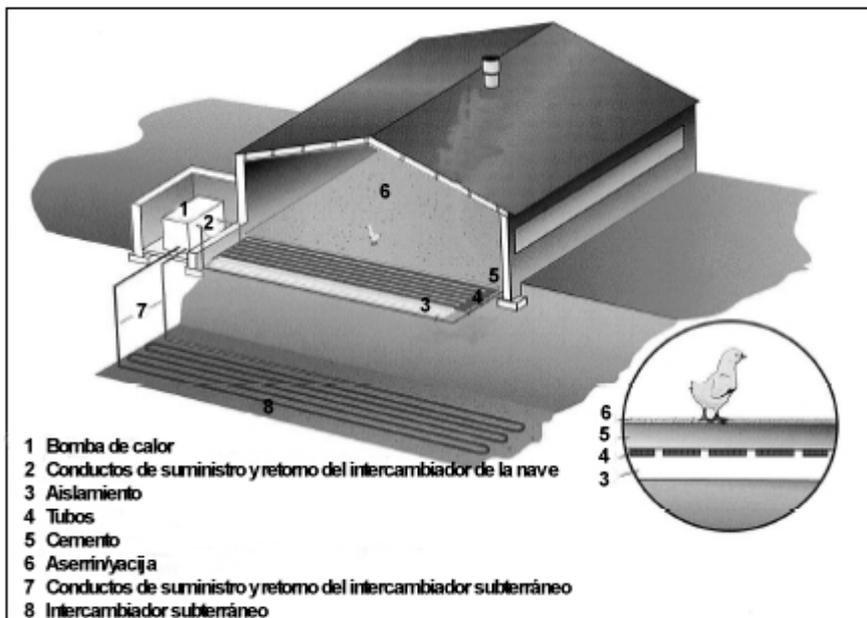
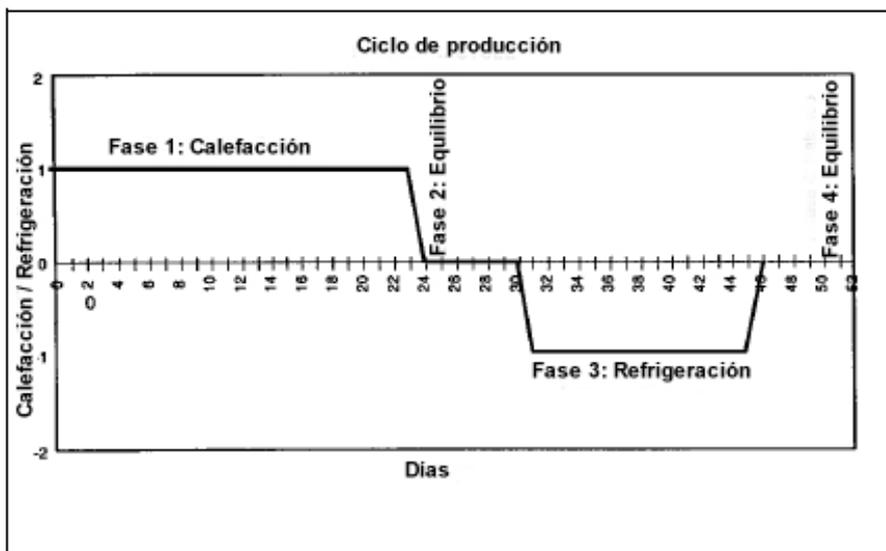


Figura 4.3: Representación esquemática de la instalación del sistema de recuperación de calor en una nave de pollos



[F8]

Figura 4.4: Representación gráfica del principio de funcionamiento del sistema “Combideck” durante un ciclo de producción de pollos de carne

Una vez los pollos salen de la nave, ésta se vacía y limpia. Una vez limpia para la siguiente ronda de producción, el agua caliente del almacenamiento subterráneo se bombea y se hace pasar por la bomba de calor, calentando el agua del ciclo de agua que abastece la nave. El suelo se precalienta y ahora se requerirá menos energía para calentar el suelo a la temperatura requerida para los polluelos. Una vez los pollos están en la nave (Fase 1), el calor almacenado se utiliza, y normalmente sólo se requiere un ligero calentamiento adicional.

Tras una corta fase intermedia (Fase 2) se requiere de nuevo refrigeración (Fase 3), y el calor disipado por la nave se almacena en el subsuelo y queda disponible para el siguiente ciclo de producción.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La reducción del consumo de energía es el principal beneficio conseguido. La reutilización del calor generado en un ciclo de producción anterior reduce la velocidad de ventilación (14 %). La cantidad depende de la instalación, pero se ha conseguido una reducción del consumo de energía de hasta un 50 %. Los datos para ilustrar los resultados se presentan en la Tabla 4.15.

Efectos cruzados: La emisión media de amoniaco durante 4 ciclos de producción fue de 0,045 Kg. de NH₃ por plaza y año. La instalación de referencia emitió 0,066 Kg. de NH₃ por plaza y año. La reducción de la emisión de NH₃ de este sistema con calentamiento y enfriamiento de aire es de un 32 %.

El precalentamiento antes de colocar la cama e introducir las aves evita que se forme condensación en el suelo y humedezca la cama. La mezcla de excrementos y yacija no se tritura al final del periodo de estabulación, ya que produce altas emisiones.

El sistema tiene un mejor rendimiento en la producción de pollos (reducción de la mortandad, aumento del precio de la carne, mejor aprovechamiento del pienso) y un efecto positivo sobre el bienestar de los animales (menos estrés por calor, menor mortandad, se requiere un menor grado de atención veterinaria). [178, Holanda, 2002]

	Tipo de combustible y consumo	Aporte	Equivalente energético (MWh/año)	Costes (€) ²	CO ₂ (tonelada) ³
Situación de referencia	Fuel-oil	49,5 m ³	549	6.273	65,0
	Gas natural	36,1 m ³	321	9.277	158
	Electricidad	40 MWh	40	3.757	14,8
	Total		910	19.307	237
Sistema Combideck	Calefacción	63,6 MWh	63,6		23,5
	Ventilación	34,4 MWh	34,4		12,7
	Bomba de calor ¹	189 MWh	189		44,4
	Total		287	9.194	80,6
Reducción (porcentaje de referencia)			623 (70 %)	10113 (52 %)	156,4 (66 %)

1 coeficiente de rendimiento de la bomba de calor: 4.4
2 año de referencia 1999, corregido para las tarifas mínima y máxima de los precios de la electricidad en Equivalentes de CO₂: fuel-oil 3,2, gas 1,8, electricidad 0,37

Tabla 4.15: Resultados de la aplicación del sistema Combideck [113, R&R Systems BV, 1999]

Datos operativos: Para 80.000 pollos de carne se utilizaron tres bombas de calor, cada una de ellas de 0,1 kW_e. Los pollos estaban estabulados a una densidad de 18 aves/m². El porcentaje medio de mortalidad a lo largo de 6 ciclos fue de 2,34 % (rango 1,96–3,24). Las condiciones de estabulación no causaron problemas. Al inicio se formó un poco de condensación en la superficie fría del suelo, pero desapareció rápidamente y no provocó que el suelo o la cama de paja se mojaran. Las naves existentes no precisarían cambio alguno para la aplicación del sistema Combideck, excepto en una reducción de la velocidad de ventilación. El sistema puede instalarse de forma modular.

En 2001, se muestrearon y compararon los rendimientos de la cría de pollos de carne (broilers) en dos instalaciones distintas. La primera nave (Nave 1) no estaba equipada con el sistema Combideck y la segunda sí (Nave 2). Los resultados se presentan en la Tabla 4.16. Muestran que la tasa de mortalidad y los costes de energía son inferiores en la Nave 2, es decir, la equipada con el sistema Combideck. No obstante, el coste adicional por kilo de pollo es mayor.

	Nave 1	Nave 2 (Combideck)
Total aves	33.000	34.000
Mortalidad (%)	4,97	2,85
Peso final (g) 1ª vez con 35 días	1.681	1.692
Peso final (g) 2ª vez con 42 días	2.250	2.236
Coste adicional por Kg. (céntimos de €)	0,2	0,4
Índice de conversión de pienso (1.500 g)	1,55	1,40
Costes de calefacción por pollo (céntimos de €)	3,13	2,10

Tabla 4.16: Niveles en granjas en Henk Wolters, Dalfsen, Holanda [178, Holanda, 2002]

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse tanto en instalaciones nuevas como existentes. Si se monta en naves existentes, los costes son ligeramente mayores debido al aislamiento requerido. Se requerirán obras de construcción en el suelo de la granja, según la situación de la nave de pollos.

Con varias naves de pollos, puede ser posible utilizar agua caliente de una nave (que se vacía) para calentar otra (que se va a llenar), lo que puede reducir aún más la energía necesaria para el bombeo. No obstante, esta idea no ha sido puesta en práctica todavía.

El estado del suelo debe permitir la instalación de depósitos subterráneos cerrados de agua circulada. La técnica es menos adecuada en zonas con suelos duros y rocosos. El sistema se aplica en Holanda y en Alemania a una profundidad de 2–4 metros.

Hasta la fecha no se ha presentado información sobre la aplicación del sistema Combideck en climas en los que las heladas son más largas y duras, penetrando en el suelo.

Costes: Los costes de inversión son de 2 € por plaza con 20 pollos por m². Los costes operativos (depreciación, interés y mantenimiento) son de 0,20 € por plaza y año. Los mayores rendimientos anuales superan los costes operativos anuales en un factor de 3. Por ejemplo, los gastos de veterinaria se redujeron alrededor del 30 %. Los costes energéticos se redujeron alrededor del 52 %. El periodo de amortización es de 4–6 años [178, Holanda, 2002].

Cuando haya tarifas eléctricas reducidas durante algunos momentos del día, puede ser posible una ulterior reducción de costes.

Instalaciones de referencia: En el 2001, cinco empresas aplicaron este sistema con un total de 500.000 pollos de carne (4 empresas en Holanda y 1 en Alemania). En el 2002 estaba en construcción un sistema para 500.000 plazas. A finales del 2002, el número total de plazas disponibles en Holanda con este sistema se esperaba que fuese de 1–1,5 millones, equivalente a un 2–3 % de la producción total en Holanda [178, Holanda, 2002].

Bibliografía: IMAG, Informe 98-1004

4.4.2 Buenas prácticas para un uso racional de la energía en granjas porcinas

Las principales posibilidades de ahorro energético pueden clasificarse, en orden de prioridad, del modo siguiente:

1. calefacción
2. ventilación
3. iluminación
4. preparación de piensos

Las medidas operativas generales para reducir el consumo de energía en las explotaciones porcinas son:

- Un mejor uso de la capacidad de estabulación disponible
- La optimización de la densidad de animales
- La reducción de la temperatura en la medida en que lo permitan el bienestar animal y la producción.

Algunas posibilidades para reducir el consumo de energía son:

- Reducir la ventilación, teniendo en cuenta los niveles mínimos requeridos por motivos de bienestar animal.
- Aislar la nave, particularmente mediante el calorifugado de los tubos de calefacción
- Optimización de la posición y ajuste del equipo de calefacción
- Consideración del uso de recuperación de calor
- Consideración del uso de calderas de alta eficacia en los nuevos sistemas de estabulación.

Para los sistemas con ventilación forzada, las concentraciones de las emisiones y los requisitos energéticos específicos aumentan al aumentar los caudales de aire, como en verano. Los sistemas de ventilación forzada son diseñados, construidos y operados de modo que la resistencia al flujo del sistema de ventilación sea lo más baja posible, como por ejemplo:

- Utilizando conductos de aire más cortos.
- Evitando los cambios bruscos en la sección transversal de los conductos de aire.
- Limitando los cambios en la dirección de los conductos, o evitando obstrucciones (como pantallas).
- Eliminando los depósitos de polvo que pueda haber en los sistemas de ventilación y en los ventiladores.
- Evitando tener cubiertas de protección contra la lluvia sobre los puntos de evacuación.

La elevación de las corrientes de aire de escape mediante la aplicación de elevadas velocidades de evacuación puede especificarse cuando sea absolutamente necesario para el control del olor. Los sistemas de derivación cuya finalidad es asegurar elevadas velocidades de circulación de aire a lo largo del año tienen como consecuencia que se dobla el consumo energético.

Deben escogerse ventiladores con un consumo lo menor posible para un determinado caudal de aire o aumento de presión. Los ventiladores con velocidades menores (rpm) consumen menos energía que los que trabajan a mayores velocidades (unidades de alta velocidad). No obstante, los ventiladores de baja velocidad sólo pueden emplearse si el sistema de ventilación ofrece una baja resistencia al flujo (<60 Pa).

Los ventiladores diseñados utilizando la tecnología de CE (conmutación electrónica) tienen un consumo considerablemente menor, particularmente en la gama de velocidad regulada, que los transformadores regulados por transformador o regulados electrónicamente. Los nuevos ventiladores de bajo consumo tienen un ahorro energético del 30 %, por lo que la inversión se amortiza con relativa rapidez pese a los elevados precios de compra. Si se utilizan una serie de ventiladores para ventilar una nave, puede ser aconsejable un esquema de conmutación múltiple en batería de los ventiladores. Esto significa que la activación o desactivación de cada ventilador individual controla el volumen del caudal de aire. Para una máxima eficacia, en este esquema cada ventilador trabaja y contribuye al volumen de ventilación requerido a su máxima capacidad. El volumen del caudal de aire está en función del número de ventiladores activados.

Pueden conseguirse reducciones significativas del consumo de energía mediante el uso de un sistema combinado para controlar los sistemas de calefacción y ventilación que esté optimizado para los requisitos del ganado.

Los sistemas para la limpieza del aire de escape pueden aumentar significativamente la resistencia al flujo de los sistemas de ventilación forzada. Con el fin de suministrar los caudales de aire requeridos, particularmente en verano, pueden ser necesarios ventiladores de mayor capacidad con un mayor consumo específico de energía. Además, se requiere energía para operar las bombas de circulación de agua en los biolavadores y para las operaciones de humidificación en los biofiltros (Sección 4.6.5).

En la estabulación de cerdas, se instala un sistema de calefacción zonal para calentar la zona de movimiento de los lechones. La calefacción del suelo con agua caliente es más eficaz desde el punto de vista energético que un sistema de calefacción eléctrico del suelo o el uso de radiadores de infrarrojos. Para naves con ventilación natural, la zona de descanso se sitúa en casetas cubiertas con aislamiento térmico (establos de caseta cubierta y yacija) para evitar la necesidad de calefacción adicional.

En el funcionamiento de instalaciones con biogás, la energía generada (energía y calor) del biogás producido puede utilizarse (recuperarse) para sustituir la generada a partir de combustibles fósiles. No obstante, se reporta que sólo los criaderos de cerdos y las destilerías agrícolas son capaces de utilizar la energía producida a lo largo del año.

El consumo energético en la preparación de piensos puede reducirse en alrededor de un 50 % si la harina se transfiere mecánicamente, en lugar de neumáticamente (soplado) desde el molino a la mezcla o al almacén.

Los ejemplos muestran que el uso de lámparas calefactoras mejoradas en las parideras podría reducir el consumo energético desde 330 kWh por cerda y año hasta 200 kWh por cerda y año.

Bibliografía: [27, IKC Veehouderij, 1993] y [72, ADAS, 1999]

4.5 Técnicas para la reducción de emisiones de las explotaciones avícolas

Esta sección refleja la información presentada y se centra en las medidas para reducir las emisiones a la atmósfera de las instalaciones avícolas. Estas emisiones pueden minimizarse reduciendo la cantidad de excrementos cambiando su composición, retirándolos de la nave y almacenándolos luego en otro lugar o aplicándolos inmediatamente en el suelo. La reducción de las emisiones de NH₃ mediante desecación evita que escape N de los excrementos, con lo que se mantiene la concentración de N en los mismos. En consecuencia, hay más cantidad de N disponible en los excrementos y por lo tanto más cantidad de N aplicado en el suelo que puede desprenderse durante su posterior diseminación en el suelo.

En la Sección 2.2 se ha dado una descripción de una serie de técnicas, pero en esta sección se evaluarán técnicas integradas, diseños mejorados y técnicas de final de proceso (end of pipe) a través de una serie de características, como su eficacia y su aplicabilidad

Los datos cuantificados proceden principalmente de Holanda, Italia y Alemania. Otras fuentes han reportado técnicas aplicadas, aunque sin dar niveles asociados de eficiencia medioambiental. Con respecto a los niveles de emisiones, los datos holandeses se han obtenido siguiendo un protocolo específico (ver Anexo 7.5), aplicando requisitos a las instalaciones y a las condiciones de estabulación, alimentación etc. Los datos italianos han sido calculados o medidos, pero el protocolo utilizado no ha sido reportado. La información alemana no contiene factores de emisión o porcentajes de reducción, mientras que las técnicas de estabulación y el sistema de gestión han sido bien descritos.

Nótese que los datos sobre costes deben interpretarse con precaución. Por ejemplo, los datos italianos sobre costes tienen en consideración los beneficios o los costes negativos derivados de aplicar una técnica, mientras que los datos de otros países no lo hacen. Los datos de costes alemanes se reportaron junto con los factores utilizados para el cálculo de los costes laborales y los costes de amortización.

4.5.1 Técnicas para la estabulación en jaulas de gallinas ponedoras

Estas técnicas integradas pueden considerarse como una serie de diseños de las instalaciones de estabulación, tipos de jaulas, sistemas de eliminación de estiércol e instalaciones de almacenamiento de estiércol. La mayoría de técnicas representan una mejora en el almacenamiento abierto de estiércol bajo las jaulas. Esta técnica no se considera una MTD potencial, pero sirve como sistema de referencia y no se vuelve a describir. Se ha reportado que las emisiones de amoníaco asociadas de este tipo de estabulación (alojamiento y almacenamiento combinados) varían entre 0,083 (Holanda) y 0,220 (Italia) Kg. de NH₃ por plaza y año.

Las técnicas se aplican en primer lugar para retirar el estiércol de la zona de las jaulas a una instalación de almacenamiento, que está conectada con la zona de jaulas o que puede ser una nave de almacenamiento separada. Para comparar estos sistemas, deben evaluarse las emisiones de las jaulas y las emisiones de la zona de almacenamiento. Las emisiones del almacenamiento dependen del contenido de materia seca (% ms) del estiércol que sale de la nave y de la temperatura del aire en la zona de almacenamiento y del que sale del montón de estiércol en sí. Las emisiones de amoníaco de los excrementos de las gallinas ponedoras se derivan de las reacciones químicas que tienen lugar en el estiércol y se ven potenciadas por el contenido de humedad, aunque la adición de agua para formar un estiércol líquido reduce las emisiones de amoníaco. La adición de agua para facilitar el bombeo del estiércol líquido todavía se practica, aunque está en declive debido al olor y al exceso de volumen. La desecación del estiércol es una forma de inhibir las reacciones químicas y reducir con ello las emisiones. Cuanto más rápidamente se seca el estiércol, menores son las emisiones de amoníaco. Se aplican varias técnicas que crean una corriente de aire sobre la cinta de estiércol, lo que potencia la desecación de los excrementos. Una combinación de retirada frecuente y desecación de los excrementos ofrece la mejor reducción de las emisiones de amoníaco de la nave y también reduce las emisiones de las instalaciones de almacenamiento, aunque con un coste energético asociado.

Como se ha explicado en la Sección 2.2, se hace una distinción entre estabulación en jaulas y sin jaulas. La aplicación de técnicas a las naves de gallinas ponedoras existentes debe evaluarse a la luz de la nueva legislación Eopea sobre el bienestar de las gallinas ponedoras [74, CE, 1999], que obligará a suprimir los sistemas de jaulas utilizados comúnmente y permitirá sólo los diseños de jaulas acondicionadas o sistemas alternativos (gallinero con salida libre o corral). Se sugiere que, durante el periodo actual de supresión que finaliza el 01-01-2012, los costes de aplicación de técnicas a naves nuevas y existentes se evalúen con un periodo de amortización limitado de 10 años.

Sistemas de jaulas	Reducción de NH ₃ (%)	Efectos sobre otros medios	Aplicabilidad	Inversión adicional ² (€/plaza)	Coste operativo (€/plaza/año)
Referencia: Almacenamiento abierto de estiércol bajo las jaulas	0,083 – 0,220 (Kg. NH ₃ /plaza/año)				
Sección 4.5.1.1 Almacenamiento abierto aireado de estiércol (sistemas de fosa de estiércol o elevados y sistema de canales)	-443 a 30 ¹	<ul style="list-style-type: none"> Energía para los ventiladores 	<ul style="list-style-type: none"> Bajos costes laborales Construcción específica 	0,8	0,03 (energía) 0,12 (total)
Sección 4.5.1.2 Sistema de pilares	n.d.	<ul style="list-style-type: none"> Bajo consumo de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción específica Almacenamiento abierto 	n.d.	n.d.
Sección 4.5.1.3 Retirada del estiércol mediante quitaestiércol a un depósito cerrado	0 (excluye las emisiones del almacenamiento)	<ul style="list-style-type: none"> Energía para el quitaestiércol Olor 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado 	n.d.	n.d.
Sección 4.5.1.4 Retirada del estiércol mediante cintas a un depósito cerrado	58 – 76	<ul style="list-style-type: none"> Energía para las cintas Emisiones del almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado Se requiere una construcción específica en la tolva de pienso para una mayor reducción 	+1,14	+ 0,17 (total)
Sección 4.5.1.5.1 Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol y desecación forzada por aire	58	<ul style="list-style-type: none"> Energía para las cintas y la desecación Bajas emisiones del almacenamiento (45 % ms) 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado 	0,39 (Italia) 2,05 (Holanda)	0,193 (Italia) 0,570 (Holanda)
Sección 4.5.1.5.2 Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol y desecación forzada de estiércol con palas	60	<ul style="list-style-type: none"> Energía para mover las palas y la cinta Bajas emisiones del almacenamiento (45 % ms) 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado 	2,25 (Italia)	0,11 (energía) 0,310 (total)
Sección 4.5.1.5.3 Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol y desecación forzada por aire	70 – 88	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo de energía Bajos niveles de olores 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado Prealentamiento para una mayor reducción 	0,65 (Italia) 2,50 (Holanda)	0,36 (Italia) 0,80 (Holanda)
Sección 4.5.1.5.4 Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol y túnel de desecación sobre las jaulas	80	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo de energía Emisiones de almacenamiento muy bajas (80 % ms) 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere depósito separado Construcción especial con túnel de desecación elevado 	2,79 (Italia)	0,23 – 0,28 (energía) 0,48 total (Italia)
Sección 2.2.1.1.6 Jaula acondicionada	58	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético según el sistema de cinta (25 – 50 % ms) 	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución completa del sistema de jaulas en batería Sistema obligatorio a partir del 1-1-2012 	n.d.	n.d.

1) Una reducción negativa significa un aumento de las emisiones en comparación con la referencia

2) Diferencias de costes debidas en parte a la inclusión de beneficios (Italia); coste adicional en comparación con la referencia

n.d. Datos no disponibles

Tabla 4.17: Resumen de características de las técnicas integradas para la estabulación en batería de gallinas ponedoras

4.5.1.1 Sistemas de jaulas en batería con almacenamiento de estiércol abierto aireado (sistemas de fosa de estiércol o pilares y sistema de canales)

Descripción: Estos sistemas de estabulación ya se han descrito en la Sección 2.2.1.1.2. Las jaulas apiladas verticalmente de la parte superior de la nave tienen una conexión abierta con la zona de almacenamiento situada en la parte inferior.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Un extractor extrae el aire de la nave pasando por las jaulas y por el montón de estiércol. Aunque el estiércol se deseca con el aire, puede producirse algo de fermentación anaeróbica que puede causar elevadas emisiones de amoníaco. Los datos reportados sobre emisiones a la salida de los extractores varían entre 0,154 (estimado en Italia) y 0,386 (medido en Holanda) Kg. de NH₃ por plaza de gallina ponedora y año. La diferencia es significativa pero es probablemente debida a las distintas condiciones climáticas. Este sistema muestra una eficacia mayor en climas mediterráneos que en climas con temperatura mucho más bajas [182, TWG, 2002].

Las naves con sistema de canales se supone que tienen los mismos niveles de emisiones que las naves con fosa de estiércol. Particularmente en invierno, cuando la velocidad de ventilación es menor, las concentraciones de amoníaco en la zona de las aves pueden verse reducidas, pero no así las emisiones del almacenamiento del estiércol.

El suministro de aireación adicional del estiércol mediante tubos de polietileno perforados podría conseguir menores emisiones, pero no se han reportado resultados.

Efectos cruzados: La aplicación de estos sistemas requiere energía para los ventiladores, pero debe señalarse que los extractores extraen el aire de las zonas de almacenamiento de estiércol y de estabulación de las aves.

Datos operativos: Este sistema de estabulación produce estiércol con un contenido de materia seca del 50 – 60 %. Dado que el estiércol se deseca rápidamente, hay poco olor de las jaulas. La emisión aparece en las salidas del almacenamiento abierto. Normalmente, el estiércol se almacena durante un ciclo completo (13 – 15 meses). No se requiere una instalación de almacenamiento separada.

En la práctica aparecen problemas en las naves con sistema de canales y de fosa de estiércol debido al nivel de concentraciones de amoníaco, que pueden ser tan elevadas que hagan difícil trabajar en dichas zonas. Las moscas y los huevos sucios pueden también causar problemas, aunque un buen mantenimiento debe poder controlar este aspecto.

En Holanda, este sistema se está suprimiendo debido a problemas con las emisiones de amoníaco, moscas y olores [179, Holanda, 2001].

Aplicabilidad: En Italia, este sistema se aplica en granjas grandes, ya que el trabajo requerido es bajo. No obstante, el sistema puede aplicarse sólo en instalaciones nuevas, dado que requiere suficiente altura para el almacenamiento de estiércol, aunque es posible que una nave existente apropiada, como una nave de gallinas ponedoras existente de dos pisos, pudiera convertirse en una nave con sistema elevado, pero no se ha aportado información que lo demuestre.

Costes: Se ha reportado que los costes extras de inversión de un suelo adicional son parcialmente compensados por el hecho de que no se requiere depósito externo [127, Italia, 2001]. Los costes de inversión adicionales en comparación con un sistema de almacenamiento abierto ascienden a 0,8 € por plaza. Los costes adicionales de energía son de 0,03 €/año por plaza. Los costes adicionales anuales totales son de 0,12 € por plaza y año. Esto significa que con una reducción de 0,220 a 0,154 Kg. de NH₃ por plaza y año (es decir, un 30 %) se consigue una reducción de aproximadamente 1,84 € por Kg. de NH₃.

Instalaciones de referencia: Las naves con fosa de estiércol se utilizan en varios Estados Miembros (Reino Unido, Holanda (2,5 millones de gallinas) e Italia (8 – 9 millones de gallinas)).

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [119, Elson, 1998] [179, Holanda, 2001]

4.5.1.2 Sistema de jaulas en batería con pilares

Descripción: Se da una breve descripción en la Sección 2.2.1.1.3. En este sistema, las jaulas apiladas verticalmente en la parte superior y con la zona de almacenamiento de estiércol situada debajo no tienen conexión abierta. No obstante, la zona de almacenamiento no está abierta al ambiente.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones (olores, amoníaco) de la nave y del almacenamiento deben evaluarse juntas para evaluar adecuadamente este sistema de estabulación. Las emisiones de la nave se consideran muy bajas. Se cree que la nave con pilares funciona mejor que el sistema de fosa de estiércol en términos de manipulación de residuos, desecación del estiércol y niveles de emisión de amoníaco, pero no se han presentado datos cuantificados que corroboren estas observaciones. Las emisiones son difíciles de medir debido al diseño con abertura lateral del estercolero. Se reporta que los niveles de nitrógeno amónico en el estiércol se mantienen en un nivel alto, por lo que se supone que las emisiones de amoníaco son bajas. Las emisiones, y por tanto la eficacia medioambiental, variarán según las condiciones climáticas.

Efectos cruzados: Se requiere energía para la ventilación de la nave de producción y para abrir las válvulas automáticas (si procede).

Datos operativos: Todo el estiércol pasa desde las ranuras de las jaulas al estercolero por gravedad. Deben pasarse palas quitaestiércol dos o tres veces al día para asegurar que el estiércol sea bastante pegajoso para apilarse en montones empujados, con una gran superficie lateral para su desecación. La desecación es gradual, aunque es mayor en primavera y verano en condiciones cálidas, cuando se aplica la máxima ventilación. En los ensayos, los niveles de humedad del estiércol han estado por debajo del 20 % (o más de un 80 % de materia seca) al final del año, y los niveles de amoníaco en la zona de las aves no han superado las 3 ppm.

Aplicabilidad: Las antiguas naves con fosa de estiércol pueden cambiarse a naves con sistema de pilares, pero deberán buscarse nuevos diseños. Esta técnica requiere una gestión distinta de la del sistema de fosa de estiércol. El diseño de la válvula es crítico, dado que su apertura debe variar según la velocidad de ventilación y debe estar *totalmente* abierta para la retirada del estiércol y en modo de seguridad. Las válvulas bien diseñadas aumentan la desecación del estiércol y evitan la entrada del viento en la sección de las aves.

Instalaciones de referencia: Las naves con sistema de pilares han sido desarrolladas y aplicadas en el Reino Unido.

Bibliografía: [119, Elson, 1998]

4.5.1.3 Sistema de jaulas en batería con retirada de estiércol mediante pala quita estiércol a un depósito cerrado

Descripción: Este sistema es una alternativa al sistema de almacenamiento abierto, pero el canal estercolero es menos profundo y el estiércol se retira frecuentemente. El estiércol se retira asiduamente y se transporta fuera de la granja o se almacena en la misma granja en un depósito separado.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de este sistema son una combinación de emisiones de la zona de producción y de la zona de almacenamiento separada. Se ha reportado que las emisiones de la unidad de ponedoras son iguales a las del sistema de referencia, es decir, 0,083 Kg. de NH₃ por plaza y año. Las emisiones de olores se consideran inferiores a las del sistema de referencia, dado que pueden desarrollarse menos focos anaeróbicos.

Efectos cruzados: Dependen de la diferencia entre el consumo de energía para la operación de una pala cargadora una o dos veces al año y la energía requerida para operar una pala quitaestiércol cada dos días.

Datos operativos: No hay requisitos específicos para la operación de este sistema, aparte del uso de la pala quitaestiércol.

Aplicabilidad: Se trata de un sistema simple, pero su aplicación requiere una instalación separada de almacenamiento del estiércol. No es de esperar que este sistema se aplique a otras nuevas instalaciones.

Costes: Se considera un sistema de bajo coste.

Instalaciones de referencia: Los datos de su aplicación en Holanda muestran que menos de un 1 % de las granjas de ponedoras aplican este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [26, LNV, 1994], [122, Holanda, 2001]

4.5.1.4 Sistema de jaulas en batería con retirada de estiércol mediante cintas de estiércol a un estercolero cerrado

Descripción: El sistema con extracción del estiércol mediante una cinta se describe en la Sección 2.2.1.1.5. El mantenimiento de las cintas limpias y la retirada frecuente del estiércol a un estercolero cerrado garantiza bajas emisiones de amoníaco en la zona de producción. Una modificación en el sistema de jaulas asegura la retirada del estiércol, agregando extensiones a la tolva de pienso que barren los excrementos a la cinta que pasa entre las jaulas. Este sistema requiere una instalación adicional de almacenamiento de estiércol.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La eficacia medioambiental de este sistema depende de la frecuencia de retirada de estiércol, aunque es ciertamente mejor que el sistema de pala quitaestiércol (sección 4.5.1.3), que normalmente deja algo de estiércol atrás. Cuanto mayor es la frecuencia de retirada, menores son las emisiones de la nave, es decir, si el estiércol se retira al menos dos veces a la semana, se reporta una emisión reducida de 0,035 Kg. de NH₃ por plaza y año. Con una frecuencia de retirada de dos veces al día, las emisiones de amoníaco reportadas bajan hasta 0,020 Kg. de NH₃ por plaza y año.

Dado que el estiércol se transporta fuera de la nave y no hay residuos de estiércol en las cintas de estiércol, el nivel de olor es menor, lo que mejora la atmósfera en la unidad de producción. Con este sistema el estiércol no se deseca y el estiércol húmedo sale de la nave para su almacenamiento en otra parte, o para su aplicación inmediata al suelo.

Efectos cruzados: La aplicación de este sistema requiere energía adicional para hacer funcionar las cintas de estiércol. Menores emisiones se consiguen aplicando el dispositivo quitaestiércol a la tolva de pienso y haciendo funcionar la cinta de estiércol más frecuentemente. Se supone que la energía adicional requerida es debida únicamente al hecho de hacer funcionar la cinta de estiércol más frecuentemente.

Datos operativos: Se produce estiércol líquido en lugar de estiércol sólido.

En Holanda, este sistema está siendo suprimido debido a los mayores costes de vender este estiércol "líquido" y debido a las emisiones de amoníaco relativamente elevadas [179, Holanda, 2001].

Aplicabilidad: Las jaulas con cintas de estiércol pueden aplicarse en instalaciones nuevas o en naves ya existentes. Normalmente se aplican con jaulas apiladas verticalmente. El sistema de referencia requeriría una sustitución completa. Es cuestionable si el método de retirada más frecuente puede considerarse una mejora en comparación con los sistemas más sofisticados disponibles.

Costes: Los costes adicionales de inversión para operar una retirada dos veces a la semana en comparación con el sistema de almacenamiento abierto son de 1,14 € por plaza. La construcción de la tolva necesaria para una retirada más frecuente requeriría costes adicionales. Estos costes no se han reportado. Con una reducción del 58% de las emisiones (en comparación con el sistema de referencia), los costes relativos son de unos 23,6 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales por ponedora y año son de 0,17 €.

Instalaciones de referencia: En Holanda se mantienen unos 3.524 millones de gallinas en sistemas de este tipo. Este sistema se instala sólo ocasionalmente en naves nuevas. No se han conseguido datos de aplicación del sistema con la construcción de la tolva de pienso.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [128, Holanda, 2000] [179, Holanda, 2001]

4.5.1.5 Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol y desecación del estiércol

En esta sección se presentan varios diseños que han sido desarrollados para secar el estiércol, que se recoge en la cinta bajo las jaulas, dentro de la nave, así como sus ventajas medioambientales asociadas.

4.5.1.5.1 Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol con desecación forzada por aire

Descripción: El estiércol de las gallinas ponedoras se recoge en una cinta de estiércol, existiendo una cinta para cada nivel. Sobre la cinta se coloca un tubo perforado que sopla aire (que puede ser precalentado) sobre el estiércol de la cinta. El estiércol se retira de la nave una vez a la semana y se lleva a un almacén cubierto fuera de la nave, donde puede almacenarse durante más tiempo. En algunas granjas, el estiércol se coloca en un contenedor y se saca de la granja en un plazo máximo de dos semanas.

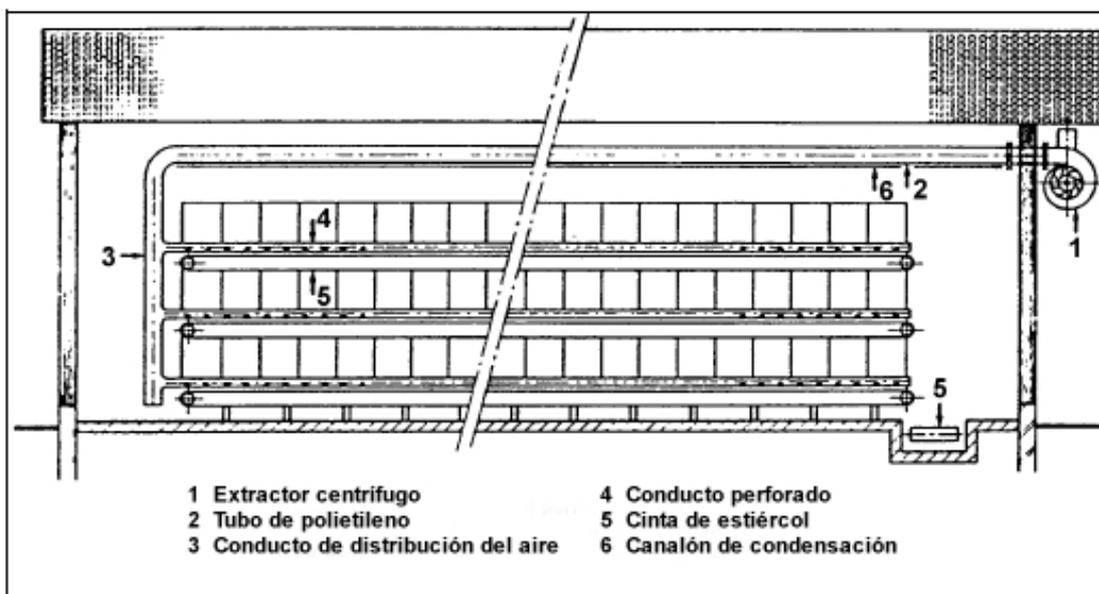


Figura 4.5: Esquema de una jaula con instalación de desecación (neumática)
[10, Holanda, 1999]

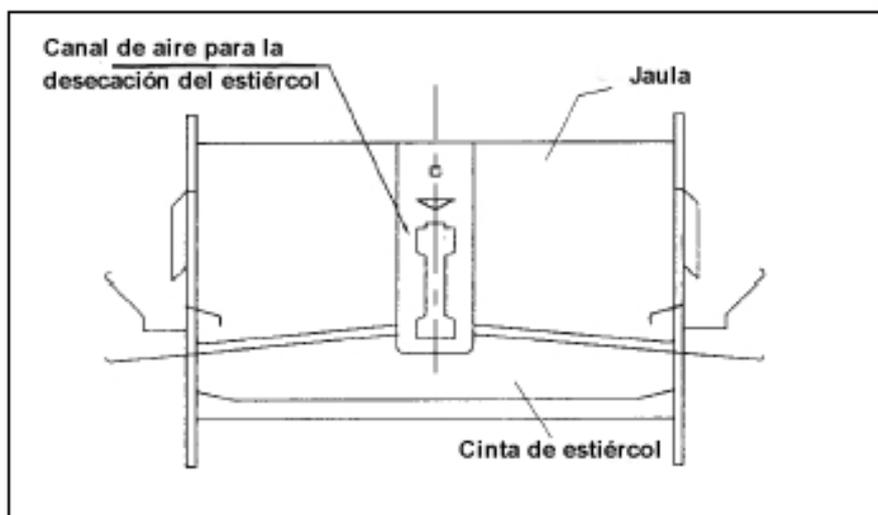


Figura 4.6: Esquema de un diseño que incorpora dos jaulas con cinta de estiércol y un canal de desecación
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Cuando se utiliza un sistema de desecación forzada con una capacidad de secado de $0,4 \text{ m}^3$ de aire por gallina ponedora y hora, a lo largo de un periodo de desecación de 7 días se consigue un contenido de materia seca del estiércol de al menos un 45 %. Las emisiones de NH_3 son de $0,035 \text{ Kg. de NH}_3$ por plaza y año. Tras su retirada, en las cintas no queda estiércol.

Efectos cruzados: Se requiere de energía para hacer funcionar las cintas y los ventiladores, utilizados para soplar aire sobre el estiércol. También se requiere de energía adicional si se aplica precalentamiento. En las modernas naves de jaulas en batería, el precalentamiento se consigue mediante la aplicación de un intercambiador de calor, en el que se aspira aire del exterior que es calentado por el aire de ventilación emitido desde la nave. El nivel de energía adicional varía; los datos registrados muestran un consumo adicional de $1,0 - 1,6 \text{ kWh}$ por plaza y año en comparación con el sistema de referencia, lo que produce un consumo total de energía de 2 a 3 kWh por plaza y año.

Datos operativos: Con este sistema, es posible obtener emisiones muy bajas de NH_3 y reducir el olor en la nave. El aire precalentado deseca el estiércol, pero una ventaja adicional es que el clima en las jaulas, que ocupan los animales, es muy bueno. Esto permite conseguir mejores resultados de producción que con el sistema de referencia.

Aplicación: Este sistema puede aplicarse en instalaciones nuevas o existentes con 3 o más niveles. La instalación de aireación podría incluso agregarse a un sistema de jaulas con cinta de estiércol que no tenga equipo de desecación, pero no se ha presentado ningún ejemplo práctico.

Costes: El coste, en comparación con el sistema de referencia, debe tener en cuenta que el almacenamiento externo del estiércol puede ser más simple (no hay estiércol líquido, sino sólido) y que en las jaulas apiladas verticalmente pueden alojarse muchas aves. Según la inclusión de estos factores de costes, los costes de inversión adicionales varían y se sitúan entre $0,39 \text{ €}$ (Italia) y $2,05 \text{ €}$ por plaza y año.

Los costes adicionales de energía varían, al igual que los costes anuales. Se han reportado costes anuales de $0,193 \text{ €}$ (Italia) y de $0,57 \text{ €}$ (Holanda) por plaza y año.

Las rentabilidades varían ampliamente. Para una reducción del 60 % en comparación con el sistema de referencia, su aplicación en Italia costaría $1,45 \text{ €}$ por Kg. de NH_3 alimentado, mientras que en Holanda costaría $42,70 \text{ €}$ por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: En Holanda se mantienen 14,598 millones de gallinas ponedoras con este sistema. El sistema, con una emisión de NH_3 de $0,035 \text{ Kg. por gallina ponedora y año}$, fue desarrollado hace unos 12 años. Actualmente, este sistema se aplica en la mayoría de instalaciones nuevas y reconstrucciones.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.5.1.5.2 Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol con desecación por aire forzado por palas

Descripción: Este sistema tiene el mismo principio de diseño que el sistema anterior (Sección 4.5.1.5.1). Hay una serie de palas situadas encima de la cinta de estiércol, con una pala por conjunto de dos jaulas (adosadas). Cada pala es accionada por una biela, que acciona simultáneamente todas las palas de la fila, moviendo el aire hacia el estiércol de la cinta (Figura 4.7). La diferencia con respecto al sistema anterior es que el aire de desecación no se capta del exterior, sino que es sólo el aire interno que se mueve sobre la cinta de estiércol. Esto puede ser una ventaja, ya que no hay necesidad de precalentar el aire o de utilizar intercambiadores de calor, como en el caso de los recirculadores de aire (y posteriormente tampoco hay problemas de atascos por polvo como en los intercambiadores o en los conductos de aire). El estiércol se retira de la nave una vez a la semana, con un contenido de materia seca de al menos un 50 %.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La emisión de este sistema es de alrededor de 0,089 Kg. de NH_3 por plaza y año (I). Esto representa una reducción del 40 % en comparación con el sistema de referencia, con un nivel de emisión de 0,220 Kg. de NH_3 por plaza y año (I).

Efectos cruzados: El consumo de energía para mover las palas es menor que el consumo del sistema de conducto perforado. No obstante, hay algo de ruido asociado con el movimiento de las palas.

Datos operativos: Al igual que con el sistema anterior (Sección 4.5.1.5.1), también es posible obtener bajas emisiones de NH_3 con este sistema. Debido a la recirculación continua del aire, el clima en la nave es bueno y la temperatura a lo largo de la unidad es uniforme. Asimismo, parece haber menos olor en la nave en comparación con la técnica anterior.

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse en instalaciones nuevas y existentes. Puede incorporarse a jaulas apiladas en niveles, entre 4 y 8. La instalación de palas podría seguramente agregarse a un sistema de jaulas con cinta de estiércol que no tenga equipo de desecación, pero no se ha presentado ningún ejemplo práctico.

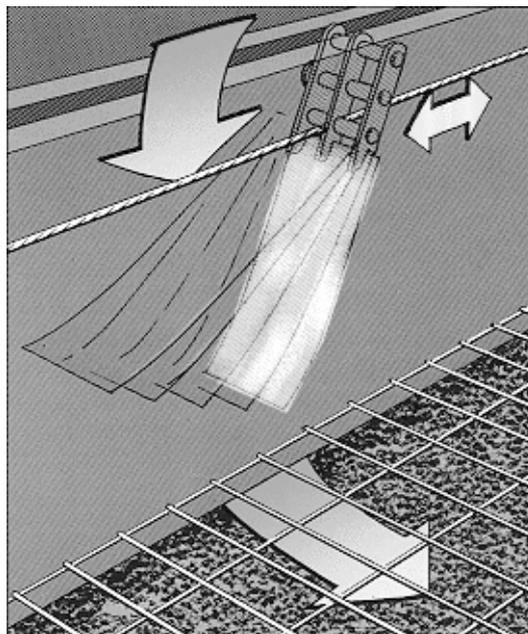


Figura 4.7: Principio de desecación por aire forzado por palas
[127, Italia, 2001]

Costes: En comparación con el sistema de referencia, la inversión adicional es de 2,25 € por plaza. Los costes energéticos adicionales son de 1,0 – 1,2 kWh por año y gallina, que equivalen a 0,11 – 0,14 €os al año por plaza. Los costes adicionales totales (costes de inversión + operación) son de 0,31 € por plaza y año. Esto significa, con una reducción de las emisiones de NH_3 en comparación con el sistema de referencia, costes de 2,32 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: El sistema se está aplicando actualmente en algunas granjas grandes avícolas de Italia. Aproximadamente unas 700.000 – 800.000 gallinas ponedoras se explotan con este sistema.

Bibliografía: [127, Italia, 2001]

4.5.1.5.3 Jaulas apiladas verticalmente con cintas de estiércol con desecación mejorada por aire forzado

Descripción: El principio es según lo descrito en la Sección 4.5.1.5.1. El estiércol es retirado de la nave cada cinco días a un depósito cubierto que debe ser retirado de la granja antes de dos semanas. La desecación del estiércol con este sistema requiere la instalación de un sistema de secado por aire forzado con una capacidad de secado de 0,7 m³ por gallina ponedora por hora y una temperatura del aire de 17 °C. El periodo de máximo de desecación es de 5 días, y el estiércol debe tener un contenido de materia seca de al menos un 55 %.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de NH₃ de este sistema van desde 0,010 Kg. de NH₃ por gallina ponedora y año (Holanda) hasta 0,067 Kg. de NH₃ por plaza de gallina ponedora al año (Italia).

Efectos sobre otros medios: Los niveles de olor percibidos en la nave son relativamente bajos. Los niveles de ruido se consideran similares a los del sistema descrito anteriormente en la Sección 4.5.1.5.1. Se requiere un gran consumo de energía para desecar el estiércol en comparación con los otros sistemas de desecación por aire, aunque puede reducirse precalentando el aire entrante. Los niveles de polvo son menores que en los demás sistemas de alojamiento.

Datos operativos: Con este sistema es posible obtener emisiones muy bajas de NH₃ de la nave. Cuando se precalienta el aire, el estiércol se hace más seco y el clima en las jaulas donde se alojan los animales mejora, produciendo asimismo mejores resultados de producción. En las modernas explotaciones de gallinas ponedoras, el precalentamiento del aire se realiza con un intercambiador de calor, en el que el aire de desecación saliente calienta el aire entrante.

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse en naves nuevas y existentes. Puede construirse en niveles, entre 3 y 10. No hay información sobre instalaciones ya existentes con sistemas de cinta de estiércol a las que se haya incorporado este sistema de desecación.

Costes: Se trata de un sistema de bajo coste dirigido a explotaciones con gran número de aves que deseen aprovechar el espacio disponible con elevadas densidades de población. No obstante, se han reportado grandes diferencias de costes. Los menores costes reportados en Italia son debidos en parte a los ingresos extras generados por los precios más altos de los huevos, que se aplican a intentar compensar los costes de aplicación del sistema mejorado.

La inversión adicional en comparación con el sistema de referencia varía entre 0,65 € (Italia) y 2,50 € (Holanda) por plaza. Los costes anuales por ponedora y año oscilan entre 0,365 y 0,80 € (incluidos costes de electricidad). Con una reducción de las emisiones de amoníaco del 70 – 88 % en comparación con el sistema de referencia, la rentabilidad varía entre 2,34 y 34,25 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: El sistema fue desarrollado a finales de los noventa. Actualmente, en Holanda, se explotan unos 2 millones de gallinas ponedoras con este sistema. Actualmente, estos sistemas que emplean desecación forzada en las cintas de estiércol son aplicados por grandes empresas en nuevas instalaciones, así como en remodelaciones de instalaciones ya existentes.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [124, Alemania, 2001], [127, Italia, 2001]

4.5.1.5.4 Jaulas apiladas verticalmente con cinta de estiércol y túnel de desecación sobre las jaulas

Descripción: El diseño de la instalación es similar en principio a los sistemas anteriores de cintas de estiércol con desecación por aire. El estiércol se recoge en las cintas bajo las jaulas y se lleva a un extremo de la fila de jaulas. Desde ahí se eleva hasta las cintas de desecación situadas dentro de un túnel de secado encima de las jaulas; el túnel de secado recorre toda la longitud de la fila de jaulas. El estiércol se extiende en las cintas del túnel, donde se deseca. Al final de un recorrido completo desde un extremo a otro del túnel, el estiércol se descarga desde cada cinta a la cinta inferior dentro del túnel, que recoge todos los excrementos desecados y hace un último recorrido al extremo opuesto. Esta acción significa que, al final de un recorrido completo, el estiércol tiene un elevado contenido de materia seca. El túnel es ventilado por un extractor centrífugo, que emite el aire por el tejado a través de una chimenea. El aire de secado se toma del interior de la nave, en los dos extremos opuestos del túnel. Las cintas se mueven cada pocos minutos, y el recorrido completo dentro del túnel dura unas 24 – 36 horas.

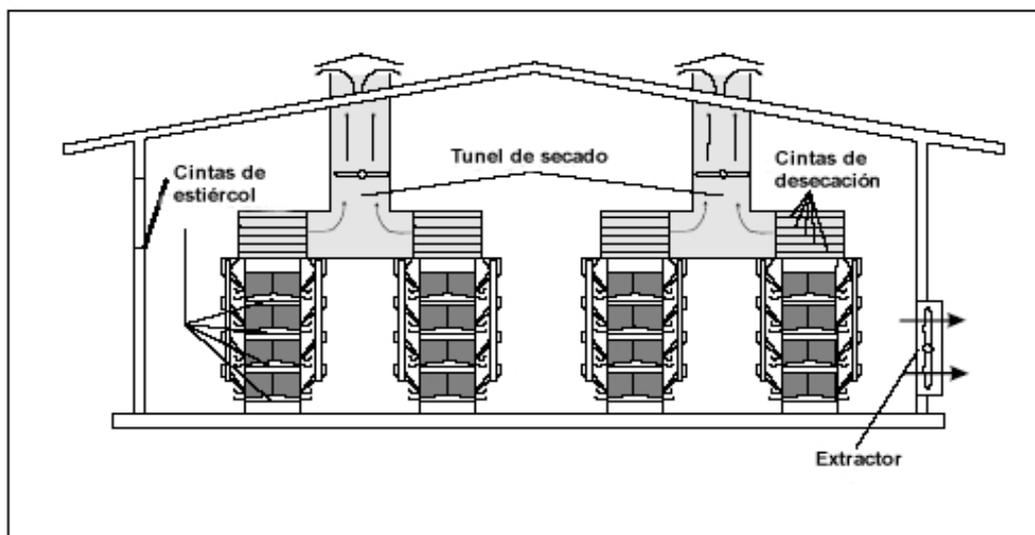


Figura 4.8: Esquema de un túnel de secado sobre jaulas apiladas verticalmente

Beneficios medioambientales que se consiguen: Se han reportado emisiones de amoníaco desde 0,015 (Holanda) hasta 0,045 (Italia) Kg. de NH_3 por plaza y año. El estiércol puede alcanzar un contenido de materia seca próximo al 80 %.

Efectos sobre otros medios: Se requiere energía para ventilar el túnel de secado. El consumo real de energía dependerá del tamaño de la instalación (número de jaulas) y de la resistencia a la circulación de aire del túnel en sí. Se requiere más información para evaluar el modo en que los cambios en el diseño y la operación pueden influir sobre el consumo energético. Al aspirar el aire interior, el nivel de olor se considera que es bastante bajo.

Datos operativos: Este sistema se utiliza normalmente en combinación con ventilación en la nave. Ambos sistemas de ventilación deberán estar sincronizados para evitar interferencias, ya que esto podría afectar el funcionamiento del sistema de túnel.

Aplicabilidad: Se ha aplicado a sistemas de jaulas en batería de 4 a 6 niveles. No se ha reportado ninguna modernización o conversión de los sistemas de jaulas en batería existentes, aunque la aplicación en instalaciones existentes requerirá adaptaciones en el techo para agregar chimeneas por las que pueda salir el aire de desecación. La altura de las chimeneas influye sobre la capacidad de los extractores y el consumo de energía. Asimismo, se requiere almacenamiento externo del estiércol desecado (contenedores u otros).

Costes: Los costes reportados son de Italia. La inversión adicional es de 2,79 € por plaza. Los costes adicionales de energía son de 2,0–2,5 kWh al año por gallina, lo que equivale a 0,23 – 0,28 por plaza y año. Los costes adicionales totales (inversión + costes de explotación) son de 0,48 € por plaza y año. Esto equivale, para una reducción del 80 % en comparación con el sistema de referencia, a 2,74 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: En Italia, hay aproximadamente 1 millón de gallinas ponedoras en explotaciones que utilizan este sistema.

Bibliografía: [127, Italia, 2001]

4.5.2 Técnicas para la estabulación sin jaulas de gallinas ponedoras

Los sistemas de estabulación sin jaulas requieren un régimen de gestión distinta para la producción de huevos, por lo que deben considerarse por separado de los sistemas de alojamiento en jaulas en batería. Existe poca experiencia reportada sobre cualquiera de estos sistemas, por lo que todos ellos reciben igual consideración. En consecuencia, no se ha determinado un sistema de referencia, sino que se utiliza el diseño básico descrito en la Sección 4.5.2.1.1. En la Tabla 4.18 se presenta un resumen de los resultados.

Sistemas sin jaulas	Reducción de NH ₃ (%)	Efectos sobre otros medios	Aplicabilidad	Costes ¹ (€/kg NH ₃ reducido)
Referencia: Sección 4.5.2.1.1 Sistema de corral con yacija para ponedoras	0,315 (Kg. NH ₃ /plaza/año)	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilación natural. • 80 % materia seca; polvo 	<ul style="list-style-type: none"> • Se aplica comúnmente 	
Sección 4.5.2.1.2 Corral con yacija profunda con desecación forzada de estiércol	60	<ul style="list-style-type: none"> • Energía para la circulación y el calentamiento del aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de construcción del suelo 	16,13
Sección 4.5.2.1.3 Corral con yacija con suelo perforado y desecación forzada	65	<ul style="list-style-type: none"> • Energía para la circulación y el calentamiento del aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de construcción del suelo 	n.d.
Sección 4.5.2.2 Sistema de aviario	71	<ul style="list-style-type: none"> • Elevados niveles de polvo • La energía depende del sistema de cinta 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de equipo especial 	n.d.
1) La diferencia de coste incluye beneficios (Italia) n.d. Datos no disponibles				

Tabla 4.18: Resumen de las características de las técnicas para la estabulación sin jaulas de gallinas ponedoras

4.5.2.1 Sistemas de corral con yacija o de régimen de suelo

4.5.2.1.1 Sistemas de corral con yacija para ponedoras

Descripción: El sistema de corral con yacija se ha descrito en la Sección 2.2.1.2.1.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco son de aproximadamente 0,315 Kg. de NH₃ por plaza y año.

Efectos sobre otros medios: Si se aplica ventilación natural, el consumo de energía es relativamente bajo, dado que se obtiene estiércol con un contenido de materia seca de hasta un 80 %, puede producirse gran cantidad de polvo en la instalación al moverse las aves libremente.

Datos operativos: En las instalaciones con yacija, la densidad de aves es de unas 7 aves por m² y se aplica ventilación forzada. Dados los elevados niveles de polvo presentes, es aconsejable que el granjero utilice mascarilla. Las deyecciones y la yacija se retiran del foso al final del periodo de puesta.

Para las aves, este sistema ofrece la oportunidad casi perfecta de mostrar sus pautas de conducta naturales. El interior de la nave está estructurado de modo que tenga distintas zonas funcionales. Esto hace que el sistema sea más agradable para las aves que el confinamiento en jaulas. Asimismo, desde una perspectiva técnica, es más fácil conseguir una ventilación e iluminación uniforme de la nave que en un sistema de jaulas en batería, y la observación de las aves es fácil. No obstante, se ha observado un menor rendimiento (es decir, frecuencia de puesta) en comparación con los sistemas de jaulas o de aviario, y también el consumo de pienso es algo mayor que en el sistema de jaulas en batería, dado que la actividad de las aves es mayor mientras que la densidad de aves es menor.

La menor densidad de aves puede originar también problemas de humedad de la yacija y una atmósfera húmeda dentro de la nave en la temporada de invierno. Esto produce a su vez un mayor consumo energético en comparación con los sistemas de jaulas en batería y de aviario. Los tamaños grandes de grupo tienden a favorecer el comportamiento agresivo de las aves (hay episodios de desplumado y canibalismo). Pueden producirse problemas ocasionales, ya que a veces se ponen los huevos en el suelo en lugar de en el nido de puesta. Los parásitos intestinales pueden también suponer un riesgo, ya que las aves están en contacto con las deyecciones y la yacija. Cuando se almacena el estiércol dentro de la propia nave, las concentraciones de amoníaco en el interior son más elevadas de lo que serían si se utilizaran cintas de estiércol para retirar los excrementos regularmente a un canal estercolero externo.

Aplicabilidad: El sistema se ha aplicado en instalaciones ya existentes. El cambio desde un sistema de jaulas en batería a este régimen en suelo requeriría una reforma completa del sistema.

Costes: Cabe esperar un mayor coste debido al menor rendimiento de este sistema en comparación con otros sistemas. Se han reportado estimaciones de costes [124, Alemania, 2001] por un total de 20,90 € por plaza, desglosadas en:

- Mano de obra 2,70 € (a 12,5 €/hr)
- Inversión 4,20 € (11% coste anual: 5% amortización, 2,5% reparación y mantenimiento, 7% interés)
- Coste operativo 14,00 €
- Total Costes: 20,90 € por plaza

Instalaciones de referencia: En Holanda, se han construido unas 1.000 naves de este tipo que albergan un total de 6 millones de gallinas ponedoras, sobre un total nacional de 30 millones de ponedoras (es decir, aproximadamente un 20 %).

Bibliografía: [128, Holanda, 2000], [124, Alemania, 2001] [179, Holanda, 2001]

4.5.2.1.2 Sistema de yacija con desecación de estiércol por aire forzado

Descripción: Este sistema se basa en el sistema anterior, pero aquí se reducen las emisiones de amoníaco aplicando ventilación forzada. La ventilación forzada se aplica a través de tubos que soplan 1,2 m³ de aire por hora a una temperatura de 20 °C sobre el estiércol almacenado bajo el enrejado, o sobre el estiércol que está siendo retirado por las cintas (aireadas).

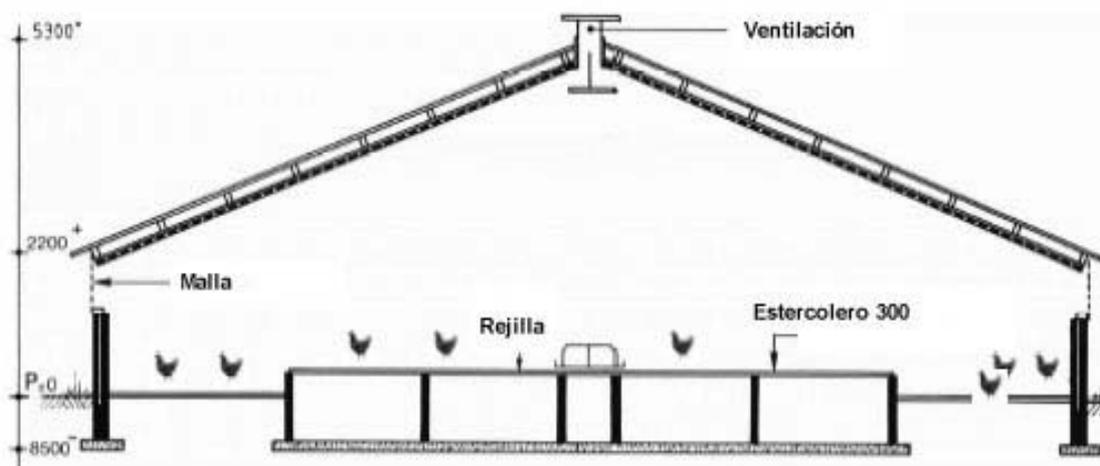


Figura 4.9: Sistemas de yacija con desecación forzada mediante tubos bajo el suelo enrejado [128, Holanda, 2000]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La aplicación de ventilación forzada y la desecación rápida del estiércol reduce las emisiones a 0,125 Kg. de NH₃ por plaza y año en la fosa séptica. La reducción de amoníaco de este sistema es del 60 % en comparación con el sistema de referencia (0,315 Kg. de NH₃). Cabe esperar que una eliminación frecuente mediante cintas de estiércol (aireadas) consiga niveles de emisiones incluso menores.

Efectos cruzados: Cabe esperar una reducción del nivel de olor en comparación con el sistema de referencia. El consumo de energía de este sistema es alto, dado que debe instalarse un sistema de calefacción para alcanzar la temperatura de 20 °C necesaria en los tubos. También se requiere energía adicional para mantener la circulación de aire. El aire se aspira a través de aberturas de entrada en las paredes laterales y mediante una construcción de caballete abierto con ranuras en el tejado.

Datos operativos: La gestión de este sistema es básicamente idéntica a la del diseño de referencia de yacija.

Aplicabilidad: El sistema sólo puede usarse en naves de ponedoras con bastante espacio debajo del enrejado. Normalmente, el canal estercolero tiene una profundidad de 80 cm, pero para utilizar este sistema es necesario añadir 70 cm más. La experiencia de los granjeros que ya utilizan el sistema de corral con yacija es que les gusta este sistema, ya que supone muy poco cambio con respecto al diseño tradicional.

Costes: En comparación con el sistema de referencia (Sección 4.5.2.1), los costes de inversión adicionales son de 1,10 € por plaza. Los costes anuales adicionales son de 0,17 € por plaza. Esto significa que con una reducción de amoníaco del 60 % (de 0,315 a 0,125 Kg. de NH₃), el coste es de alrededor de 5,78 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: Este sistema es muy nuevo; sólo una granja (40.000 gallinas ponedoras) en Holanda utiliza este sistema, y alrededor de un 5% de las granjas en Alemania. Se espera que la aplicación de este sistema aumente en el futuro.

Bibliografía: [122, Holanda, 2001], [124, Alemania, 2001] [181, Holanda, 2002]

4.5.2.1.3 Sistema de corral con yacija con suelo perforado y desecación forzada

Descripción: La nave de ponedoras es tradicional (paredes, techo, etc.). La relación entre cama y “suelo enrejado” es de 30:70. La zona de los nidos está incluida en la zona de suelo enrejado. Bajo el estiércol hay un suelo perforado y las rejillas, lo que permite el transporte del aire utilizado para desecar el estiércol situado encima (Figura 4.10). La carga máxima de este suelo perforado es de 400 Kg./m². La distancia entre el fondo del foso y el suelo perforado (canal de aire) debe ser de 10 cm. El suelo perforado tiene una superficie total de aberturas de aire del 20 % de su superficie total.

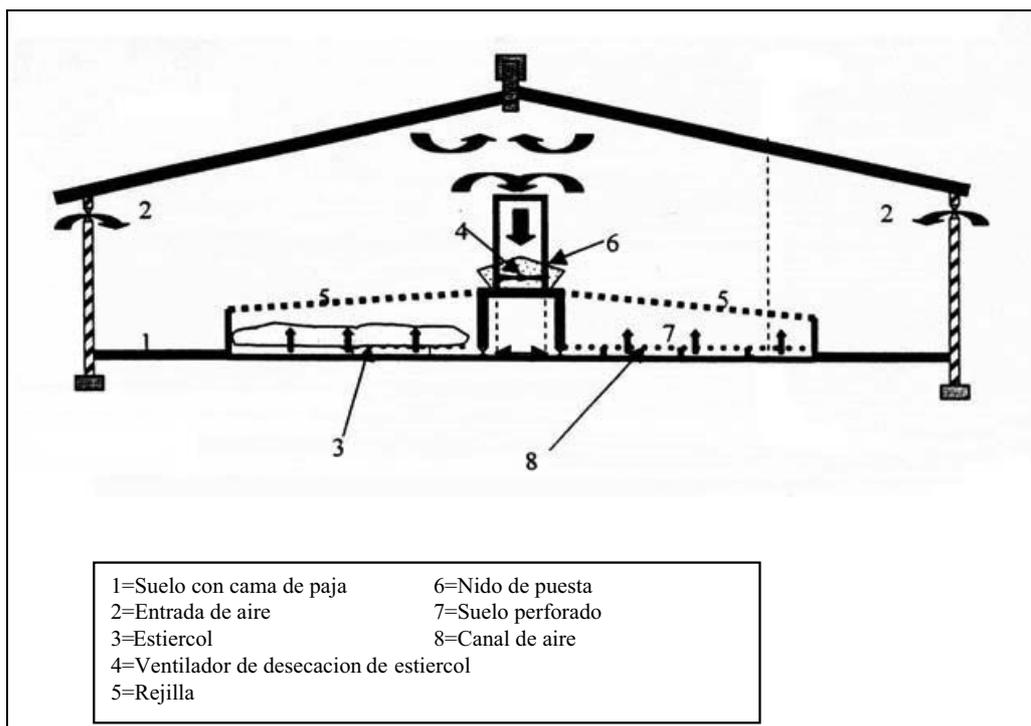


Figura 4.10 : Sistema de yacija con suelo perforado y desecación forzada del estiércol [128, Holanda, 2000]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Es posible obtener una reducción del 65 % de las emisiones de NH_3 (0,110 Kg. en comparación con los 0,315 Kg. de NH_3 por plaza y año del sistema de referencia).

Efectos cruzados: Se requiere un mayor consumo de energía a causa de la ventilación forzada.

Datos operativos: Las deyecciones de las ponedoras caen a través del enrejado al suelo perforado. Al inicio del periodo de puesta, se aplica al suelo perforado una capa de 4 cm de grosor de aserrín. El aire (precalentado) se impulsa desde abajo a través de las pequeñas aberturas del suelo perforado bajo el estiércol. Para secar el estiércol adecuadamente, se instalan ventiladores con una capacidad total de 7 m^3 de aire / hora a 90 Pascal. El estiércol permanece sobre el suelo perforado durante unas 50 semanas (periodo de puesta) y luego es retirado de la nave. La distancia mínima entre el suelo perforado y las rejillas del enrejado son de 80 cm. El estiércol se seca constantemente por el flujo continuo de aire. El contenido de materia seca del estiércol es de alrededor del 75 %. El granjero debe protegerse con una mascarilla.

Las instalaciones de abrevado deben instalarse sobre el enrejado, pero un buen diseño de los tubos debe evitar pérdidas de agua.

Aplicabilidad: Su aplicación en instalaciones nuevas es más probable, pero también puede aplicarse en naves existentes, aunque con un coste adicional.

Costes: Los costes de inversión son de 1,20 € por plaza, y los costes anuales son de 0,18 € por ave.

Instalaciones de referencia: En Holanda, hay actualmente unas 10 granjas (año 2001) que aplican este sistema.

Bibliografía: [128, Holanda, 2000] [179, Holanda, 2001] [181, Holanda, 2002]

4.5.2.2 Sistema de aviario

Descripción: La descripción se da en la sección 2.2.1.2.2.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Sólo Holanda ha aportado datos sobre emisiones de amoníaco, con valores de 0,09 Kg. de NH₃ por plaza y año, que es un 71 % menos que el sistema de referencia sin jaulas. Esta reducción de emisiones está relacionada con la eliminación de estiércol, en la que el 90 % de todo el estiércol es retirado por cintas con una frecuencia mínima semanal. El otro 10 % del estiércol se retira de la zona de cama al finalizar el ciclo [179, Holanda, 2001]

Efectos cruzados: En comparación con el régimen en jaulas en batería, se reporta un contenido de polvo claramente mayor en la nave. Esto produce un mayor efecto irritante en las membranas mucosas de las personas y los animales. El consumo energético depende particularmente de la ventilación y varía entre 2,70 kWh por plaza y año para sistemas sin cinta hasta 3,70 kWh por plaza y año para sistemas con cintas de estiércol aireadas.

Datos operativos: Las gallinas disfrutan de mayor libertad de movimiento que sus congéneres en explotación en jaula, pero las pollitas de reposición deben venir de naves de cría en aviario. Los sistemas de aviario son más agradables comparativamente para las aves que los sistemas convencionales de cría en suelo, dado que el espacio vital de las gallinas está mejor estructurado. Las condiciones de temperatura en invierno son más favorables, debido a la mayor densidad de aves. La conversión del pienso y la frecuencia de puesta son también mejores que en los regímenes de cría en suelo. El espacio disponible dentro de la nave puede suplementarse mediante una zona exterior para picotear y escarbar.

No obstante, las aves pueden tener contacto con las heces, lo que crea el riesgo de parásitos intestinales. Asimismo, el sistema muestra un mayor porcentaje de huevos puestos en el suelo o “extraviados”: Otro efecto negativo es que el hecho de que los grupos sean más grandes y se introduzca la luz natural promueve también el comportamiento agresivo de las aves, por lo que pueden darse episodios de desplumado y canibalismo, lo que promueve un mayor índice de pérdida de animales. La observación de las aves es más difícil, y es necesario administrar más medicación.

Aplicabilidad: Los sistemas de alojamiento en aviario son todavía poco usados en comparación con los regímenes de jaula o suelo, pero se ha obtenido una cantidad razonable de experiencia práctica. Dado que no hay una demanda significativa de huevos de sistemas de aviario confinados en nave, en Alemania este sistema de explotación se practica sólo en combinación con gallineros con salida libre.

Costes: Los costes del diseño con cinta de retirada de estiércol aireada totalizan de 16,5 a 22,0 € por plaza y año:

- mano de obra 1,2 – 2 € (a 12,5 €/hr)
- inversión 2,4 – 5,6 € (11 % coste anual: 5 % depreciación, 2,5 % reparación y mantenimiento, 7 % interés)
- coste operativo 12,9 – 14,4 € [124, Alemania, 2001]
- Total costes 16,5 – 22,0 €

Motivo principal de aplicación: La aplicación de sistemas de aviario puede aumentar por motivos de bienestar animal. Otro motivo importante puede ser la decisión de la CE (Reglamento de la Comisión N° 1651/2001) de que, para indicar el método de producción, los huevos no pueden etiquetarse con otros términos que “granja”, “corral” o “batería” [179, Holanda, 2001].

Instalaciones de referencia: En general, el número de instalaciones con sistemas de aviario es pequeño. Datos reportados de Holanda muestran que alrededor de un 3 % (649.000) de las gallinas ponedoras se mantienen en aviaros, y que este sistema se emplea en menos del 1 % de las granjas.

Bibliografía: Ver hojas de datos [124, Alemania, 2001].

4.5.3 Técnicas para la cría de pollos de carne

Tradicionalmente, los pollos de carne se crían en naves con suelo con cama (ver Sección 2.2.2). Tanto por motivos de bienestar animal como para minimizar las emisiones de amoníaco debe evitarse que la cama se humedezca. El contenido de materia seca de la yacija depende de:

- el sistema de abrevado
- la duración del periodo de cría
- la densidad de aves
- el uso de aislamiento en el suelo.

En Holanda se ha diseñado una nueva técnica de estabulación para evitar o minimizar la humedad en la cama. En este diseño mejorado (conocido como sistema VEA, siglas holandesas para “nave de pollos de carne de baja emisión”) se presta atención al aislamiento de la nave, al sistema de abrevado (para evitar vertidos) y a la aplicación de aserrín/virutas. No obstante, mediciones precisas muestran de hecho que el sistema tradicional y el sistema VEA tienen las mismas emisiones de amoníaco de 0,08 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda).

El nivel de emisión de 0,08 Kg. de NH₃ por plaza y año se considera como el nivel de referencia.

En Holanda, donde se han desarrollado una serie de técnicas, de momento sólo hay instalados unos pocos sistemas con bajas emisiones de amoníaco. Todos los sistemas de nuevo desarrollo que se presentan en esta sección tienen su origen en Holanda y tienen un sistema de desecación forzada que sopla aire a través de una capa consistente una mezcla de yacija y excrementos [10, Holanda, 1999] [35, Berckmans et al., 1998]

Es evidente que la velocidad de ventilación depende la circulación natural y del diseño de la instalación, y que tanto las entradas como las salidas de aire son cruciales. El consumo de energía (y su coste) es menor que en las granjas ventiladas con extractores.

Técnica	Reducción de NH ₃ (%)	Efectos cruzados	Aplicabilidad	Costes anuales (€/kg NH ₃ reducido)
Referencia: Corral con yacija ventilado por extractores	0,080 (Kg. NH ₃ /plaza/año)	<ul style="list-style-type: none"> • niveles de polvo • el consumo de energía depende del sistema de ventilación 	<ul style="list-style-type: none"> • aplicación común 	
Sección 4.5.3.1 Corral con suelo perforado con sistema de desecación por aire forzado	83	<ul style="list-style-type: none"> • alto consumo de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • basada en la referencia 	2,73
Sección 4.5.3.2 Sistema con niveles con suelo flotante y desecación forzada	94	<ul style="list-style-type: none"> • alto consumo de energía • mayores niveles de polvo 	<ul style="list-style-type: none"> • requiere instalación con niveles 	2,13
Sección 4.5.3.3 Jaula con niveles con laterales extraíbles y desecación forzada del estiércol	94	<ul style="list-style-type: none"> • alto consumo de energía • niveles de polvo similares • bajo nivel de polvo si no se aplica yacija 	<ul style="list-style-type: none"> • requiere instalación con niveles • limitada por motivos de bienestar animal 	2,13

Tabla 4.19: Resumen de características de las técnicas integradas para la estabulación de pollos de carne

4.5.3.1 Corral con suelo perforado con sistema de desecación forzada por aire

Descripción: El sistema de estabulación es similar a la nave de broilers de referencia (Sección 2.2.2.). Este sistema tiene un doble suelo. El piso superior tiene perforaciones con una superficie mínima del 4 % del área total del suelo. Las perforaciones están protegidas por una rejilla de plástico o metal. Una corriente de aire ascendente continua fluye a través del suelo perforado con una capacidad mínima de 2 m³ por plaza. El suelo perforado se cubre con yacija. El estiércol y la cama permanecen en el suelo durante todo el periodo de engorde (unas 6 semanas). La circulación continua de aire seca la yacija (>70 % de materia seca), lo que produce una reducción de las emisiones de amoníaco. Con un diseño mejorado puede optimizarse la distribución del aire de desecación, canalizando la corriente de aire. Ver Figura 4.11.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La aireación de la yacija y los excrementos produce una gran reducción en las emisiones de amoníaco, lo que consigue un nivel de emisiones de 0,014 Kg. de NH₃ por plaza y año (en comparación con la referencia, que es de 0,080 Kg. de NH₃ por plaza y año).

Efectos cruzados: El consumo de energía es elevado debido a la ventilación forzada, que dobla el consumo y los costes en comparación con la referencia.

Datos operativos: Se posibilitan las pautas de conducta específicas de la especie, pero en estos grupos grandes esto también significa que se producen luchas de tipo jerárquico. Este sistema se aplica en naves cerradas. En verano, la temperatura del aire interior es más baja debido al efecto de enfriamiento del aire en el suelo de cemento de doble capa. Dado que esta corriente de aire está más próxima a los animales, mejora las condiciones en la nave. Si se hay un corte de corriente, no puede haber ventilación, lo que en condiciones de altas temperaturas puede producir una rápida elevación de las temperaturas interiores (con el aumento consiguiente de los niveles de amoníaco y de emisiones y una posible pérdida de aves).

Dado que el contenido de materia seca del estiércol es elevado, del 80 %, hay mucho polvo en la nave. Los animales están más limpios, pero el granjero necesita protegerse con una mascarilla. La retirada de la gallinaza y la limpieza entre periodos de engorde requiere más mano de obra.

Aplicabilidad: Este sistema sólo puede usarse en instalaciones nuevas, ya que requiere una profundidad de foso suficiente (2 m) bajo el suelo perforado, lo que normalmente no es factible en naves ya existentes. Con un diseño mejorado se requiere una menor profundidad.

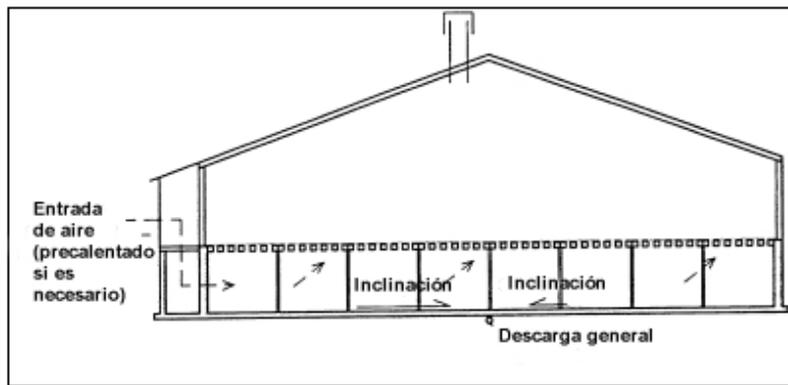
Costes: En comparación con la referencia, este sistema supone un coste de inversión adicional de unos 3 € por plaza, lo que significa que es un 25 % más caro. Esto equivale a una inversión adicional por Kg. de reducción de emisión de NH₃ de 45,5 € (1.000 gramos/(80 gramos-14 gramos)x 3 €). Puede hacerse un cálculo adicional incluyendo los costes de inversión adicionales para el suelo perforado de 65,90 € por m² y una densidad de aves de 20 pollos de carne por m². En este caso, los costes operativos adicionales son de 0,37 € por plaza y año.

Sólo unas pocas granjas aplican actualmente este sistema debido a los elevados costes, y debido a que sus beneficios se limitan sólo a una reducción en la emisión de NH₃ [179, Holanda, 2001].

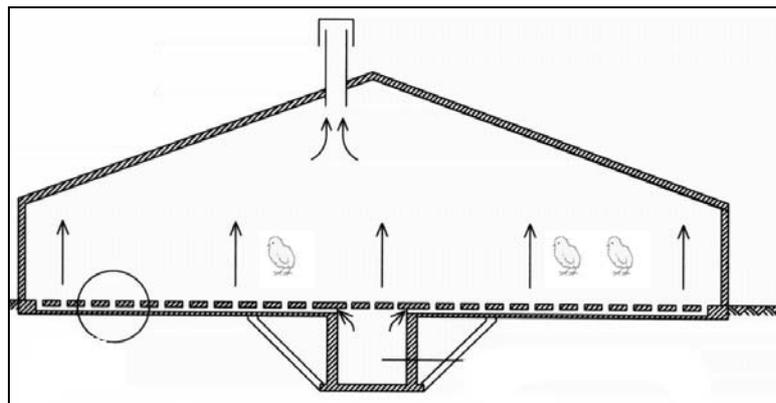
Granjas de referencia/plazas: En Holanda se explotan unos 450.000 broilers en sistemas de este tipo. El sistema es todavía nuevo. En algunos países europeos se aplica experimentalmente.

Bibliografía: [23, VROM/LNV, 1996], [124, Alemania, 2001], [128, Holanda, 2000].

A.



B.



C.

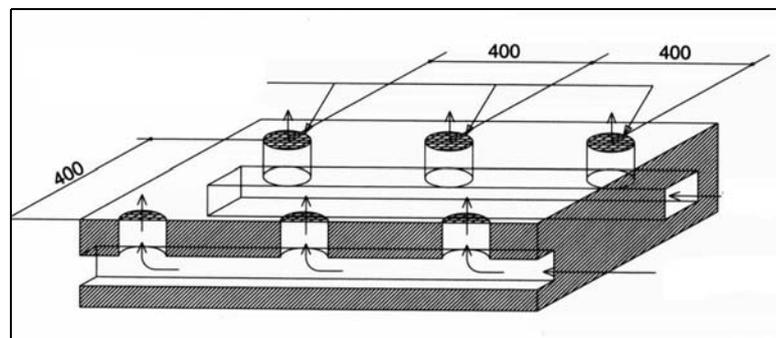


Figura 4.11: Representación esquemática de un sistema de desecación forzada con suelo perforado para pollos de carne (A), un diseño mejorado (B), y un detalle del suelo en el diseño mejorado (C) [128, Holanda, 2000]

4.5.3.2 Sistema de suelo con niveles con desecación forzada para pollos de carne

Descripción: El sistema se caracteriza por un tiro continuo descendente o ascendente a través de un sistema de suelo con niveles cubierto con yacija. El aire de ventilación se extrae a través de conductos de ventilación especiales situados bajo el suelo con niveles ($4,5 \text{ m}^3$ por hora por plaza). El suelo flotante es de una cinta de polipropileno perforado. Los compartimentos en los que viven los animales tienen una anchura de 3 m y una longitud correspondiente a la longitud de la nave. El sistema de suelo se compone de niveles (3 o 4). Tras el periodo de engorde, el suelo móvil puede transportar a los pollos al final de la nave, donde los animales son colocados en contenedores para su transporte al matadero.

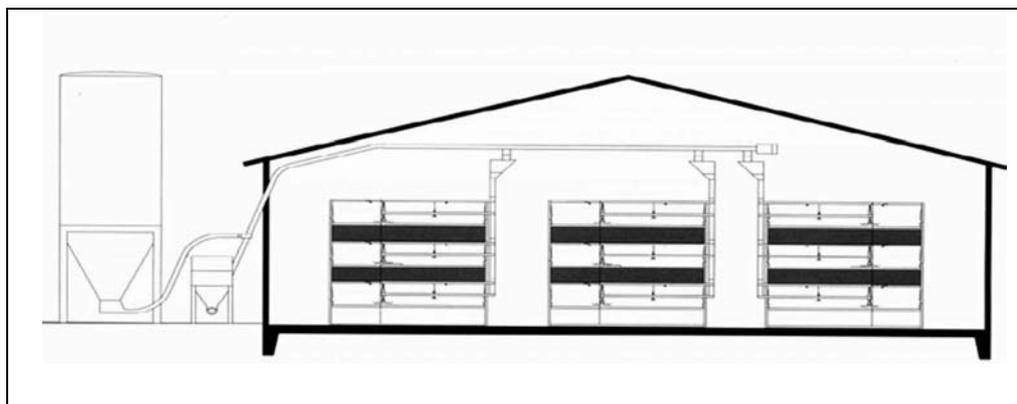


Figura 4.12: Sección transversal esquemática de un sistema de suelo con niveles con desecación forzada (flujo ascendente) para pollos de carne [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco se reducen a 0,005 Kg. de NH_3 por plaza y año (94 % en comparación con el sistema de referencia, que tiene una emisión de 0,080 Kg. de NH_3 por plaza y año).

Efectos cruzados: Se necesita más electricidad para el sistema de ventilación.

Datos operativos: En verano los animales sufren menos el calor, dado que tienen una corriente de aire cerca. Los animales están limpios porque la cama está limpia. Con la circulación ascendente del aire y un contenido de materia seca del 80 %, puede haber problemas con el polvo, por lo que se recomienda el uso de mascarilla para los granjeros. El polvo es menos problema en el diseño con circulación descendente.

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse en naves de broilers nuevas y existentes. Dado que el sistema está estructurado por niveles, la nave debe tener una altura suficiente para instalar el sistema.

Costes: En comparación con la referencia, los costes para un diseño de flujo descendente requieren una inversión adicional de 2,27 € por plaza, lo que equivale a 36 € por Kg. de NH_3 . Los costes adicionales anuales son de 0,38 € por plaza.

Instalaciones de referencia: Este sistema es de reciente desarrollo. En Holanda hay unos 45000 broilers estabulados con este sistema en una granja. En algunos países de Europa central está todavía en fase experimental.

Bibliografía: [23, VROM/LNV, 1996], [128, Holanda, 2000].

4.5.3.3 Sistema de jaulas con niveles con laterales extraíbles y desecación forzada de estiércol

Descripción: Este sistema es una modificación del sistema descrito en la Sección 4.5.3.2. Ver también la 4.13 y la Figura 4.14 que se muestran a continuación. El sistema es un sistema de jaulas con varios niveles. La instalación en sí es una nave de construcción convencional, ventilada por extractores. El sistema tiene niveles de 1,5 metros de ancho, en secciones de 6 metros de largo. Cada nivel tiene un sistema de rejillas recubiertas que permite el paso de aire a lo largo de toda su longitud. Una capa de serrín cubre las rejillas, lo que permite que los pollos escarben y defequen.

Hay tubos de aire situados a los lados del sistema para aportar aire fresco y secar el estiércol en las cintas. En mitad de cada nivel hay un tubo adicional para aportar aire fresco a los broilers. Al final de cada periodo de engorde se quitan los laterales de las jaulas y los pollos son sacados a través de una cinta transportadora. El estiércol es transportado en la misma cinta a un contenedor cerrado para sacarlo de la granja. Este sistema también se ha aplicado sin cama.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco se reducen en un 94 % y son similares a las del sistema de suelo con niveles, es decir, de 0,005 Kg. de NH_3 por plaza y año. La aplicación de yacija no parece tener efecto sobre las emisiones de amoníaco.

Efectos cruzados: En comparación con la referencia, se requiere más energía, debido a la ventilación forzada. Cabe esperar que los niveles de polvo en el sistema sin cama sean inferiores a los del sistema con cama. También se supone que el consumo de energía para la desecación forzada es similar. Se especula con que la retirada frecuente de estiércol puede tener un efecto considerable sobre la reducción de las emisiones. En el sistema anterior, los excrementos permanecían en la cinta durante todo el periodo de engorde, lo que hacía necesario un sistema muy fiable con gran circulación de aire para conseguir la misma reducción.

Datos operativos: Asimismo, se reduce enormemente el olor en la nave. Una diferencia con respecto al sistema de suelo flotante es que hay más polvo en la nave y el estiércol seco contiene hasta un 80 % de materia seca. El granjero debe protegerse con mascarilla.

En el diseño sin cama, las condiciones para las aves y para el granjero son mejores, ya que el nivel de polvo es menor, aunque al mismo tiempo la falta de cama puede tener efectos adversos en el comportamiento de las aves. Es posible que el sistema de estabulación sin cama requiera menos trabajo para retirar el estiércol y limpiar.

Aplicabilidad: Este sistema no requiere cambios en la estructura de la nave. El sistema de jaulas es específico y debe ser de nueva instalación. Los resultados técnicos y medioambientales son muy buenos, pero las consideraciones sobre bienestar animal pueden limitar su aplicación ulterior.

Costes: El coste adicional de inversión es de 3 € (un 25 %) sobre una inversión total de 12 € por plaza. El precio de venta del broiler ha aumentado en alrededor de un 15%. La inversión adicional en comparación con la referencia es de 40 € por Kg. de NH_3 reducido ($(1000 \text{ gramos}/(80 \text{ gramos}-5 \text{ gramos})) * 3 \text{ €}$).

Granjas de referencia / plazas: Muy pocas granjas en Holanda (menos del 1 %) aplican estos sistemas. No se han reportado otras aplicaciones en Europa.

Bibliografía: [23, VROM/LNV, 1996], [128, Holanda, 2000]

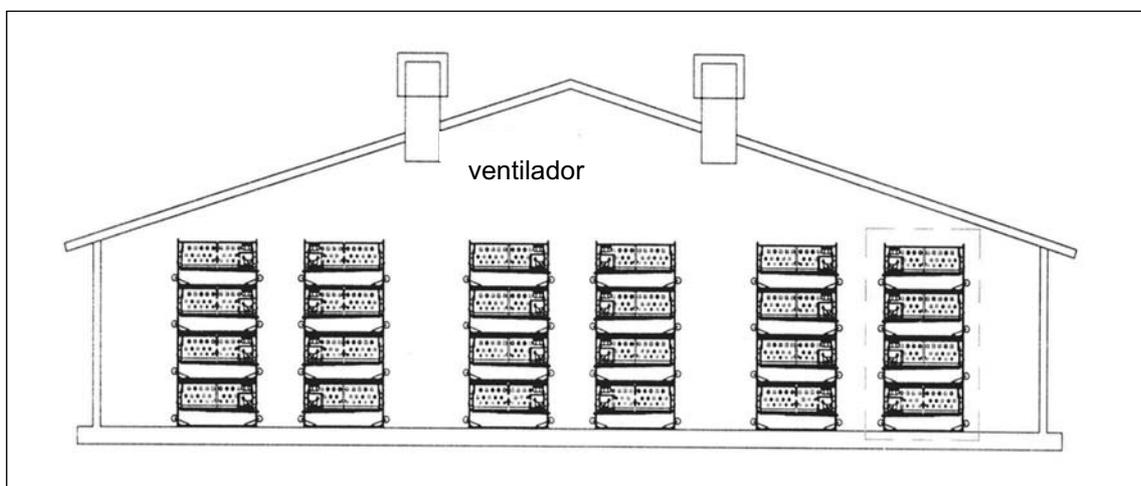


Figura 4.13: Representación esquemática de una jaula con niveles con cama en una nave de pollos de carne
[128, Holanda, 2000]

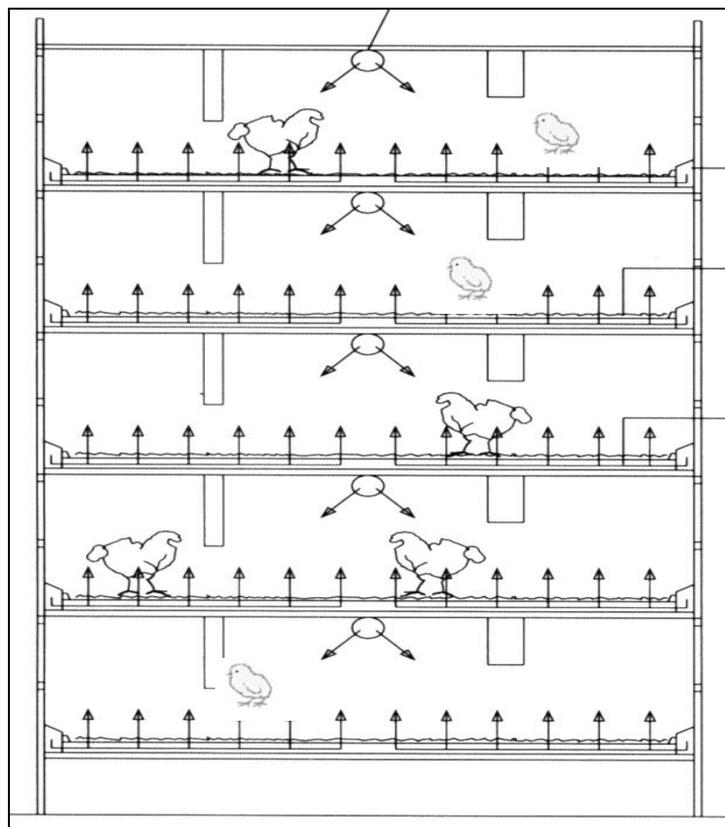


Figura 4.14: Sección transversal esquemática de una jaula en un sistema de jaulas con niveles con cama
[128, Holanda, 2000]

4.5.4 Técnicas para la estabulación de pavos

Descripción: Las técnicas comúnmente aplicadas para la estabulación de pavos se describen en la Sección 2.2.3.1.1.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Se han medido las emisiones de amoniaco en condiciones prácticas en una nave común de pavos con cama en todo el suelo, resultando ser de 0,680 Kg. de NH_3 por plaza y año. No se ha reportado el régimen de alimentación asociado. Las naves con ventilación natural o abierta registran menores emisiones y niveles de olor, pero la obtención de medidas precisas es difícil.

Efectos cruzados: Dado que la nave puede ser cerrada o abierta y con o sin ventilación forzada, el consumo de energía varía. Para una nave abierta ($100 \times 16 \times 6 \text{ m}^3$) sin ventilación forzada, el consumo eléctrico reportado fue de aproximadamente 1,50 kWh por plaza y año. Con ventilación forzada, esta cifra será mayor.

Datos operativos: Los regímenes de estabulación y gestión están adaptados a las necesidades de los pavos. La comprobación regular del buen estado de los pavos y del equipo es una necesidad con el fin de operar con la máxima eficacia. Los pavos disfrutan de libertad de movimiento, y la colocación de comederos y bebederos se hace de forma que los animales puedan localizarlos fácilmente. Los pavos pueden desarrollar numerosas pautas de conducta específicas, como escarbar, tomar baños de tierra, estirar las extremidades y aletear; el contacto con los congéneres no está restringido. Se establecen grupos con una jerarquía social estable (picotazos). La calidad del ambiente dentro de la nave se considera mejor en naves abiertas que en naves cerradas.

Aplicabilidad: La mayoría de las naves en las explotaciones comerciales de pavos aplican sistemas de este tipo sin restricciones en las estructuras o requisitos especiales, aparte de los descritos en la Sección 2.2.3.1.1.

Costes: Las naves abiertas con ventilación natural se consideran un sistema más económico que el sistema de naves cerradas. Se han reportado estimaciones de costes totales en Alemania [124, Alemania, 2001] (relación machos/hembras 50/50) de 34,71 € por plaza y año:

- Costes laborales 1,8 € como media (a 12,5 € / hr)
- Inversión 4,46 € (11 % coste anual: 5 % amortización, 2,5 % reparación y mantenimiento, 7 % interés)
- Costes operativos 28,75 €
- Total costes 34,71 €

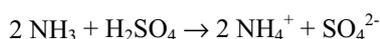
Instalaciones de referencia: En Alemania, muchas granjas aplican sistemas de nave cerrada, pero hay tendencia a aplicar la estabulación en nave abierta en instalaciones nuevas. En Holanda, 120 granjas de pavos (99 %) aplican este sistema (cerrado).

Bibliografía: [128, Holanda, 2000], [124, Alemania, 2001]

4.5.5 Técnica de final de proceso (end of pipe) para la reducción de las emisiones a la atmósfera de las explotaciones avícolas

4.5.5.1 Lavador químico húmedo

Descripción: En este sistema (ver Figura 4.15), todo el aire de ventilación de la nave se pasa a través de una unidad de lavado químico antes de su emisión al medio ambiente. En la unidad de lavado químico se bombea un líquido de lavado ácido, que absorbe el amoníaco al entrar en contacto con el aire de ventilación. Tras la absorción, el aire limpio sale del sistema. En este sistema se emplea principalmente ácido sulfúrico diluido como líquido de lavado, aunque también puede emplearse ácido clorhídrico. La absorción de amoníaco se realiza mediante la reacción:



Beneficios medioambientales que se consiguen: En la Tabla 4.20 se presenta el porcentaje de reducción de amoníaco para un sistema de yacija de aplicación común para gallinas ponedoras y para un sistema común de estabulación de broilers.

Efectos cruzados: Este sistema requiere el almacenamiento de productos químicos. Un posible factor limitante de la aplicación de esta técnica es que en el efluente cabe esperar un mayor nivel de sulfatos o cloruros, según el ácido empleado. El lavado ácido aumenta también el consumo energético de la granja.

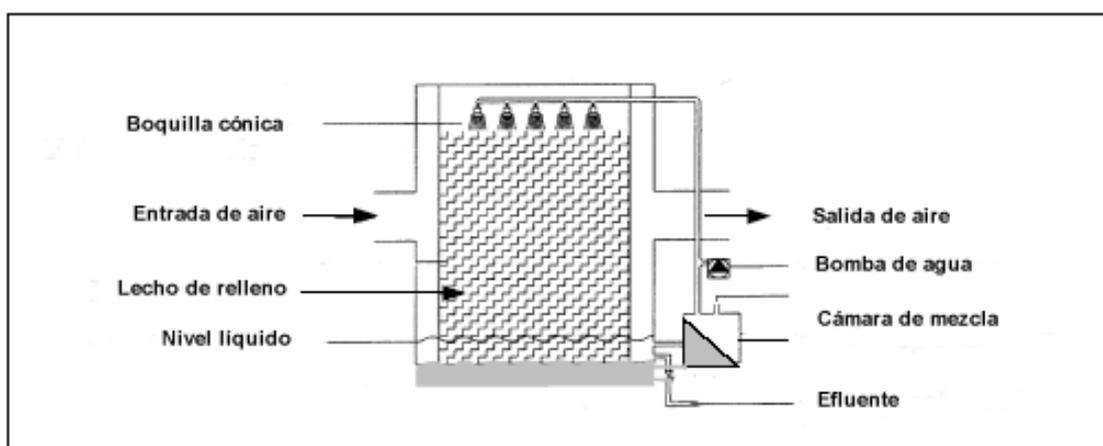


Figura 4.15: Esquema de un diseño de lavador químico húmedo [10, Holanda, 1999]

Aplicabilidad: Este sistema, como técnica de final de proceso (end of pipe), puede aplicarse en cualquier instalación, nueva o existente, en la que el flujo de aire pueda dirigirse hacia un solo punto, en el que el aire entra en el lavador. Esta técnica no es adecuada para naves con ventilación natural.

Los niveles de polvo elevados en el aire de salida de la nave pueden afectar el rendimiento del lavador. Esto hace que sea menos adecuado para sistemas de estabulación que produzcan estiércol con elevados niveles de materia seca, o para aplicaciones en climas secos. Puede ser necesario un filtro de polvo, que aumentará la presión en el sistema y elevará el consumo energético. El sistema requiere medición y control frecuente, lo que aumenta los costes laborales.

Costes: Ver información en la Tabla 4.20 inferior. La explicación de los datos es la siguiente: para broilers, la emisión de amoníaco de referencia es de 0,08 Kg. por ave y año; la reducción aplicando un lavador húmedo es del 81%, lo que produce una emisión de 0,015 Kg. por ave y año. Por plaza, el coste de esta reducción es de 3,18 €, y por kilogramo de amoníaco los costes son $(1.000/65) * 3,18 = 48,92$ €. Esta explicación es también válida para calcular los costes para gallinas ponedoras [181, Holanda, 2002].

Datos	Tipo de ave	
	Ponedoras (yacija)	Broilers
Emisión de NH ₃ Kg./plaza/año	0,095	0,015
Porcentaje de reducción (%) ¹	70	81
Costes de inversión adicionales (€/plaza)	3,18	3,18
Costes de inversión adicionales (€/Kg. NH ₃)	145,50	48,92
Costes adicionales anuales (€/plaza)	6,70	0,66
<i>1) para gallinas ponedoras, la emisión de amoníaco de referencia es de 0,032 Kg./ave/año, y para broilers 0,080 Kg./ave/año</i>		

Tabla 4.20: Resumen de datos operativos y de costes de un lavador químico húmedo para emisiones de instalaciones de explotaciones de ponedoras y broilers.

Granjas de referencia/plazas: En Holanda, alrededor de 1 millón de ponedoras y 50.000 broilers son explotados en naves equipadas con lavadores químicos húmedos.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.5.5.2 Túnel de desecación externo con cintas de estiércol perforadas

Descripción: El estiércol se extrae de la nave de ponedoras mediante cintas transportadoras, y se transfiere a la cinta superior de un túnel de desecación; el estiércol procede esencialmente de los espacios entre varios niveles de la cinta perforada, y el estiércol es transportado por la cinta de un extremo al otro y luego en dirección inversa en el nivel inferior (ver Figura 4.16). Al final del recorrido en la cinta inferior, el estiércol tiene un contenido de materia seca del 65 – 75 % y se descarga a un depósito cubierto o a un contenedor. El túnel se ventila con aire que se extrae de la nave de explotación, por lo que se requiere una cantidad limitada de consumo eléctrico adicional. El túnel se encuentra normalmente en uno de los laterales de la nave de explotación.

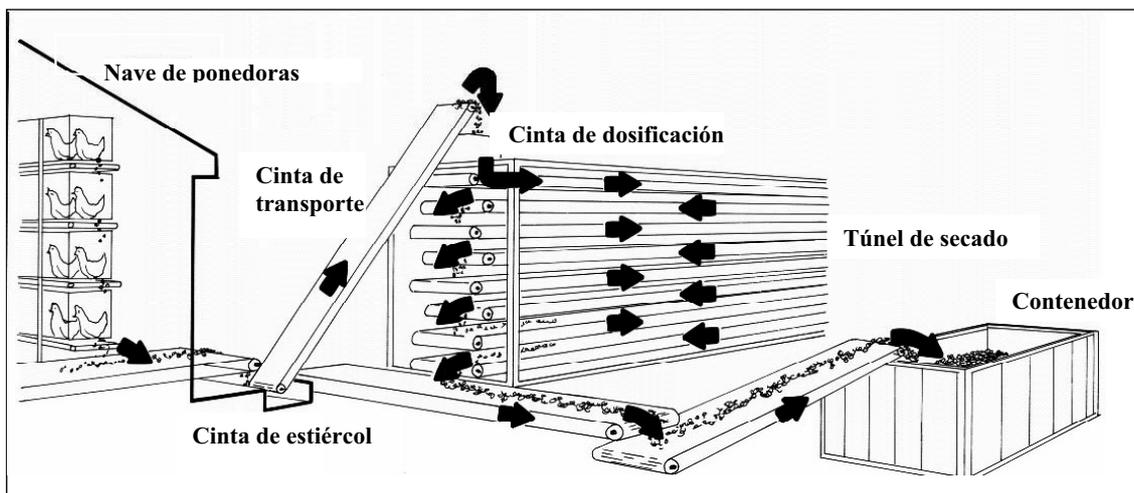


Figura 4.16: Principio de túnel de desecación externo con cintas de estiércol perforadas [128, Holanda, 2000]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones reportadas de la nave son de 0,067 Kg. de NH_3 por plaza y año, aunque no está claro que esto represente la emisión de todo el sistema, es decir, incluida la emisión del túnel de desecación.

Efectos cruzados: Sólo se requiere una cantidad limitada de energía (eléctrica) adicional para ventilar el sistema, ya que los extractores para el túnel de desecación son los mismos que los empleados para la ventilación de la nave de ponedoras. Aunque, al mismo tiempo, deben utilizarse más cintas transportadoras, por lo que se requiere energía adicional para las cintas adicionales. El nivel de olor en la zona de las jaulas es probable que sea menor que cuando el estiércol se deseca en el interior de la nave.

Datos operativos: Permite obtener estiércol con un contenido de materia seca muy elevado en muy poco tiempo. Si no puede utilizarse un transporte regular de contenedores, será necesario un almacén separado para el estiércol seco.

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse a instalaciones nuevas, pero es particularmente adecuado para instalaciones existentes, dado que apenas interfiere con las estructuras existentes. Sólo requiere un medio de extracción de aire cálido para suministrar al túnel de desecación.

Costes: Los datos de costes hacen referencia a su aplicación en Italia. Aunque no se han reportado costes de inversión, los costes de inversión adicionales del túnel pueden compensarse por el hecho de que el coste del almacenamiento externo de estiércol es menor. Los costes adicionales de energía son limitados, iguales a sólo 0,03 € por plaza y año. El coste operativo adicional total (incluidos costes de inversión y operación) es de 0,06 € por plaza y año. Esto significa que, con una reducción del 70 % de NH_3 , el coste es de 0,37 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: Se han reportado pocas aplicaciones en Italia.

Bibliografía: [127, Italia, 2001], [128, Holanda, 2000]

4.6 Técnicas para reducir las emisiones de las explotaciones porcinas

Esta sección refleja la información presentada sobre técnicas cuya finalidad es reducir las emisiones de las instalaciones de estabulación de cerdos. La información disponible se centra por completo en la emisión de NH_3 a la atmósfera. Las técnicas pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Técnicas integradas
 - Medidas nutricionales para reducir la cantidad y el contenido de N del estiércol (Sección 4.2).
 - Control del clima interior de la nave
 - Optimización del diseño de las instalaciones de estabulación
- Técnicas de final de proceso (end of pipe).

En la Sección 4.2 se han descrito medidas nutricionales para prevenir las emisiones de las naves de estabulación reduciendo la concentración de nitrógeno en el estiércol. Aunque hay muchos más factores que influyen en el nivel de emisiones a la atmósfera, las diferencias en las dietas deben ser claras para permitir una correcta interpretación de los datos de eficacia de técnicas de estabulación alternativas.

En muchos casos, la información presentada sobre diseños de instalaciones y sus niveles asociados de emisión de amoníaco no indicaba si se habían aplicado dietas con nivel reducido de N. Por consiguiente, no siempre está claro si la eficacia de la instalación puede atribuirse totalmente al cambio de diseño o si también podría haber sido debida en parte a otros factores, como las técnicas de alimentación. Se supone que, en general, se aplica alimentación por fases y los niveles de emisiones (factores) pueden compararse. Para eliminar dichos efectos o permitir la interpretación de diferencias en mediciones, es importante utilizar protocolos de medición definidos que estandaricen las condiciones de alimentación y otros aspectos de la gestión, para permitir una comparación de las emisiones (ver Anexo 7.5.).

El control del interior de las naves, en términos de reducir la velocidad del aire en la superficie del estiércol y mantener temperaturas interiores bajas (menor ensuciamiento de los suelos) puede reducir más aún las emisiones. Un control óptimo del ambiente de la nave, particularmente en verano, puede contribuir a asegurar que los animales hagan sus necesidades en la zona de deyección, mientras que las zonas de descanso y ejercicio se mantienen limpias y secas. Los caudales reducidos de aire, la baja temperatura del aire de entrada y las bajas velocidades del aire en la zona de estabulación y a nivel de los suelos son factores que contribuyen todos ellos a reducir la formación y emisión de sustancias contaminantes del aire en la nave. El patrón de circulación del aire en la nave puede verse influenciado favorablemente por la posición y dimensión de las aberturas de entrada de aire y de salida de aire residual (Ej. pared lateral o extracción por el gablete del tejado, o extracción lineal a través de conductos de aire residual). La conducción del aire de entrada mediante conductos perforados y techos porosos produce bajas velocidades del aire en la zona de estabulación. Las temperaturas y los volúmenes de entrada del aire pueden reducirse, por ejemplo, situando la entrada de aire fresco en zonas sombrías, o conduciendo el aire a través del pasillo de alimentación o a través de un intercambiador de calor de tierra (o agua).

Estos factores deben controlarse para poder atender las necesidades de los cerdos, lo que muchas veces supone un cierto aporte de energía. La evaluación y la cuantificación de la reducción de las emisiones mediante la aplicación de estas técnicas son complejas, por lo que no se han reportado conclusiones claras.

Se presta mucha atención al diseño de las naves, es decir, la combinación de los sistemas de suelo, de recogida y de retirada de estiércol. Los sistemas de estabulación descritos comportan básicamente algunos o todos los principios siguientes:

- Reducción de las superficies de estiércol con emisiones
- Retirada del estiércol (purín) desde el canal estercolero al depósito exterior de purines
- Aplicación de un tratamiento adicional, como aireación, para obtener líquido de lavado
- Enfriamiento de la superficie del estiércol
- Cambio de las propiedades químicas/físicas del estiércol, por ejemplo reduciendo su pH
- Uso de superficies lisas y de limpieza fácil.

Pueden hacerse unos cuantos comentarios generales. La reducción desde suelos totalmente enrejados a un 50 % de superficie enrejada reduce la superficie de emisión de estiércol en aproximadamente un 20%, y también debe tenerse en cuenta el estiércol que queda en la parte de suelo sólido. El sistema con suelo enrejado al 50% funciona bien en invierno, aunque no tan bien en verano [183, NFU/NPA, 2001]. Asimismo, se observó que el efecto de los suelos enrejados era mayor cuando la relación entre el ancho de las rejillas y el hueco entre rejillas era próxima a 1. Se ha reportado que la aplicación de un material más blando para estos suelos redujo la evaporación de amoníaco en casi un 30%. En la extracción subterránea, se producen mayores emisiones si la distancia entre la superficie del estiércol líquido y el borde inferior del suelo enrejado es de menos de 50 cm.

En principio, las emisiones son menores con una menor superficie enrejada y una menor superficie de emisión del estiércol, pero es importante escoger la relación óptima entre la superficie enrejada y no enrejada. El aumento del área no enrejada hace que quede más estiércol en la parte sólida, lo que puede producir un aumento en las emisiones de amoníaco. Si esto ocurre o no depende en gran medida de la cantidad de orines y de la velocidad con la que pueden fluir, así como de la distancia hasta el canal estercolero. Un suelo liso y convexo potenciará la eliminación de los orines, pero deben tenerse en cuenta los requisitos de seguridad de los animales.

La retirada del estiércol se considera eficaz (Ej. mediante palas (reducción del 80%) o lavado (reducción del 70%), pero en algunas categorías el efecto no es siempre evidente (Ej. en cerdos de acabado y cerdas gestantes). La estructura física del estiércol y la lisura de la superficie del canal estercolero pueden afectar el efecto de reducción de las emisiones de amoníaco que suele ofrecer la retirada mediante palas.

Con respecto a la yacija, se espera que el uso de cama en la estabulación de cerdos aumente en la UE debido a la mayor conciencia sobre bienestar animal. La cama puede aplicarse en conjunción con sistemas de estabulación con ventilación natural controlada (automáticamente), en los que la cama permite que los animales controlen su propia temperatura, con lo que se reduce la cantidad de energía necesaria para ventilación y calefacción. La producción de estiércol sólido en lugar de purines líquidos se considera una ventaja desde el punto de vista agrícola, en la medida en la que la materia orgánica incorporada a los campos mejora las características físicas del suelo, al tiempo que se reduce la circulación y la lixiviación de nutrientes a los cursos de agua.

Para permitir una fácil comparación, las técnicas se describen por categorías de cerdos de la Directiva IPPC. Las reducciones conseguidas, los costes de aplicación y las principales características se resumen en una tabla que antecede a las descripciones de las instalaciones de estabulación para cada categoría de cerdos. Para comparar la eficacia y los datos de costes de las técnicas de reducción, se considera práctico seleccionar una técnica de referencia para cada categoría de cerdos. Este enfoque selecciona la técnica asociada con los mayores niveles de emisión de amoníaco y permite evaluar las otras técnicas según su eficacia medioambiental relativa (porcentaje de reducción). Los valores relativos dan una mera indicación del nivel alcanzable, en lugar de un valor absoluto, que depende de muchos más factores que sólo la configuración de la nave.

Aunque también hay que tener en consideración las emisiones de CH_4 , COV_{nm} y N_2O , se ha dedicado la mayor atención al NH_3 como contaminante atmosférico clave, dado que se emite en cantidades ingentes. Casi toda la información aportada sobre las reducciones de emisiones de las explotaciones porcinas hacía referencia a la reducción de emisiones de NH_3 . Se supone que las técnicas que reducen las emisiones de NH_3 reducen también las emisiones de otras sustancias gaseosas [59, Italia, 1999]. Es también importante tener en cuenta que la reducción de las emisiones de las instalaciones de estabulación puede producir un aumento en las emisiones de NH_3 del almacenamiento y aplicación de los purines.

Nótese que no todos los datos presentados son datos medidos. Algunos han sido calculados o derivados a partir de información disponible, en cuyo caso se ha indicado. Por ejemplo, en el caso de los datos de Italia, los valores calculados utilizan una relación constante de 1,23:1 entre las emisiones de amoníaco de la nave de cerdas en corrales colectivos y las emisiones de la estabulación de cerdos de engorde. Esto es debido a que no siempre había disponibles datos para cerdas estabuladas individualmente.

Los cálculos de costes dependen de los factores incluidos. Por ejemplo, los datos de costes de Italia presentan costes negativos, lo que de hecho expresa un beneficio neto en la aplicación del sistema de estabulación. En este caso, la aplicación del sistema de referencia sería más costosa que la aplicación del sistema de estabulación alternativo. Con la excepción de Italia, los datos de costes no incluyen beneficios.

Las posibles técnicas de reducción se describen y comparan en esta sección. El Capítulo 5 presenta el resultado de la evaluación de los méritos técnicos y económicos de su aplicación. En algunos países, la aplicación de ciertos tipos de estabulación es restringida o se prohíbe, debido a reglamentaciones sobre salud o requisitos del mercado.

Todas las medidas integradas para reducir las emisiones de NH₃ de la estabulación de cerdos producen una mayor cantidad de nitrógeno en el estiércol a aplicar, así como en la cantidad que puede emitirse durante el esparcimiento en el suelo.

4.6.1 Técnicas de estabulación integradas para cerdas en apareamiento y gestación

Descripción: Las eficacias de las técnicas de estabulación para cerdas en apareamiento y gestación se resumen en la Tabla 4.21. Muchas de las técnicas de estabulación se aplican asimismo para cerdos de engorde/acabado (ver Sección 4.6.4), y para éstas los niveles de eficacia se resumen en la Tabla 4.24.

Actualmente, las cerdas en apareamiento y gestación pueden estabularse individualmente o en grupo. No obstante, la legislación de la UE sobre bienestar animal (91/630/CEE) establece estándares mínimos para la protección de los cerdos y requiere que las cerdas y cerdas jóvenes se estabulen en grupo, desde 4 semanas tras la monta hasta 1 semana antes de la fecha prevista de parto, a partir del 1 de enero de 2003 para naves nuevas o remodeladas, y a partir del 1 de enero de 2013 para las naves existentes.

Es evidente que algunas técnicas tienen mayor potencial de reducción que otras, pero incluso con la misma técnica se han conseguido distintos niveles en distintos Estados Miembros. Los factores como la estabulación en grupo o individual, el uso de paja, y las condiciones climáticas durante la medición afectan los niveles de emisión.

En la misma legislación sobre bienestar animal mencionada anteriormente (91/630/CEE, enmendada por la Directiva del Consejo 2001/88/EC), se incluyen requisitos para las superficies de los suelos. Para cerdas jóvenes y cerdas gestantes, una parte específica de la superficie del suelo debe ser de piso sólido continuo, con un máximo de un 15 % reservado para aberturas de drenaje. Estas nuevas disposiciones se aplican a todas las explotaciones de nueva construcción o remodeladas a partir del 1 de enero de 2003, y a todas las explotaciones a partir del 1 de enero de 2013. El efecto de estas nuevas disposiciones sobre suelos sobre las emisiones en comparación con un suelo típico totalmente enrejado (que es el sistema de referencia) no ha sido investigado. En las nuevas disposiciones, el hueco máximo del 15 % para drenaje en la zona de piso continuo es inferior al 20 % de hueco para la zona enrejada de cemento (un hueco máximo de 20 mm y un ancho mínimo de rejillas de 80 mm para cerdas y cerdas jóvenes). Por consiguiente, el efecto global es la reducción del área vacía.

Técnica de referencia: Para cerdas, es una fosa de estiércol bajo suelo totalmente enrejado con rejillas de cemento. El purín se retira a intervalos frecuentes, al finalizar cada periodo de engorde, o incluso con menos frecuencia. La ventilación artificial elimina los componentes gaseosos emitidos por el estiércol líquido almacenado.

Beneficios medioambientales que se consiguen: El nivel de emisión asociado varía con las condiciones de estabulación. Para cerdas en grupo (sueltas) se reportan emisiones entre 3,12 (Dinamarca) y 3,70 (Italia) Kg. de NH₃ por plaza y año, mientras que la estabulación individual se asocia con niveles más elevados, de 4,2 (Holanda) Kg. de NH₃ por plaza y año.

Efectos cruzados: La energía requerida para la ventilación artificial es variable, pero en promedio en Italia se ha estimado en 42.2 kWh por cerda y año [185, Italia, 2001].

Datos operativos: Las circunstancias en las que se han obtenido los datos de emisiones han sido estandarizadas. Esto significa que no se aplicaron técnicas particulares que pudieran afectar las emisiones o que fueran muy distintas de la práctica general de la granja (como alimentación, abrevado, control del clima de las naves).

Aplicabilidad: Este sistema es comúnmente aplicado en Europa.

Costes: Los costes para una instalación nueva se estiman en más de 600 € por plaza y año, incluidos costes de inversión (intereses, permisos, etc.) y los costes de operación (energía, mantenimiento, etc.) [185, Italia, 2001].

Instalaciones de referencia: Se estima que 2.381.000 cerdas en apareamiento (74 % del total de la UE) y 4.251.000 cerdas gestantes (70 % del total de la UE) son estabuladas individualmente. Se supone de un gran número de ellas son estabuladas con suelos totalmente enrejados.

Sección	Sistema de estabulación	Reducción de NH ₃ (%)	Consumo de energía (kWh/plaza/año)
4.6.1	Cerdas estabuladas individualmente o en grupo sobre suelo totalmente enrejado, con ventilación artificial y fosa de estiércol debajo (referencia)	3,12 (Dinamarca), 3,7 (Italia) y 4,2 (Holanda) Kg. NH ₃ /plaza/año	42,2
<i>Suelos totalmente enrejados (STE)</i>			
4.6.1.1	STE con sistema de vacío	25	Igual que la referencia
4.6.1.2	STE con canales de lavado	sin aireación	22,8 ¹
		con aireación	40,3 ¹
4.6.1.3	STE con canalones/tubos de lavado	sin aireación	18,5 ¹
		con aireación	32,4 ¹
<i>Suelos parcialmente enrejados (SPE)</i>			
4.6.1.4	SPE con canal estercolero reducido	20 – 40	Igual que la referencia
4.6.1.5	SPE con refrigeración de la superficie del estiércol	52	Más que la referencia
4.6.1.6	SPE con sistema de vacío	rejillas cemento	25
		rejillas metal	35
4.6.1.7	SPE con canales de lavado	sin aireación	21,7 ¹
		con aireación	38,5 ¹
4.6.1.8	SPE con canalones/tuberías de lavado	sin aireación	14,4 ¹
		con aireación	30 ¹
4.6.1.9	SPE con pala quitaestiércol (cerdas gestantes)	rejillas cemento	15 – 40
		rejillas metal	50
<i>Suelo de cemento sólido (SCS)</i>			
4.6.1.10	SCS con cama completa	0 a - 67 ²⁾	Menos que la referencia
4.6.1.11	SCF con cama y alimentadores electrónicos	38	Menos que la referencia

1) Hace referencia a la energía necesaria para lavado, no para ventilación
2) Una reducción negativa indica un aumento en las emisiones

Tabla 4.21: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas para instalaciones nuevas para cerdas en apareamiento y gestación

4.6.1.1 Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío (STE con vacío)

Descripción: En el fondo del canal estercolero, situado bajo suelo totalmente enrejado, se colocan salidas cada 10 m² conectadas a un sistema de alcantarillado. Los purines se evacuan abriendo una válvula en el tubo principal. Se forma un ligero vacío, que facilita la retirada del purín. El canal estercolero puede vaciarse una o dos veces por semana, según su capacidad.

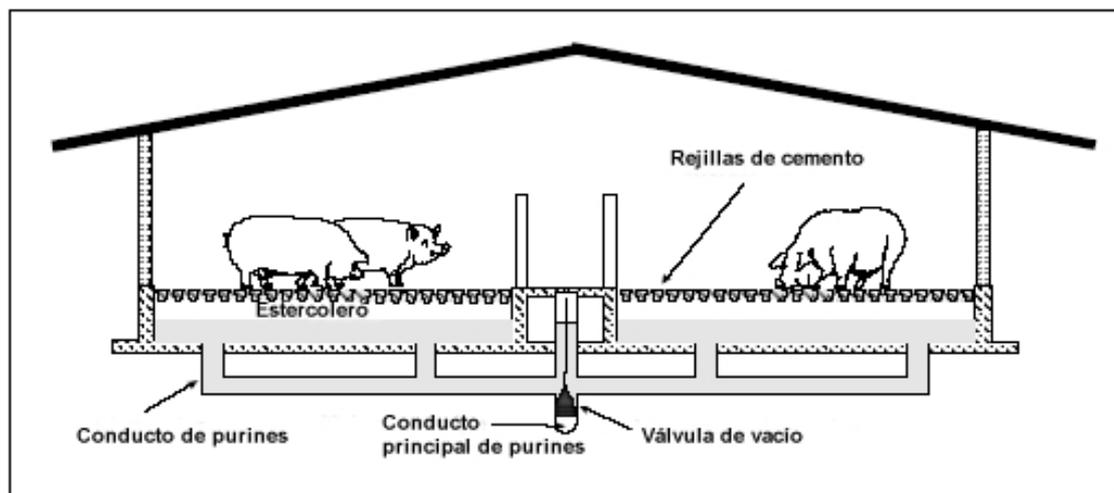


Figura 4.17: Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío
[185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Reducción de las emisiones de NH_3 alrededor de un 25 % debido a la retirada frecuente del estiércol. Los datos italianos reportan alrededor de 2,77 Kg. de NH_3 por plaza y año.

Efectos cruzados: Dado que se trata de un sistema manual, no se requiere energía adicional. Se necesita menos agua para limpiar el suelo en comparación con suelos enrejados parcialmente o suelos de cemento sólido. Se aconseja que los aerosoles que se formen durante la evacuación de los purines sean eliminados por el vacío creado al abrir las válvulas.

Datos operativos: Esta técnica es fácil de operar en comparación con la técnica de referencia [184, TWG ILF, 2002].

Aplicabilidad: En las instalaciones existentes, esta técnica puede ser aplicable con:

- Suelos de cemento sólido y con suficiente altura para construir encima del suelo existente.
- Renovación de un suelo totalmente enrejado con canal estercolero debajo.

Costes: Italia reportó un coste adicional negativo (es decir, un beneficio) de 8,60 € por plaza y año, en su aplicación en una instalación nueva, en comparación con los costes del sistema de referencia.

Instalaciones de referencia: Un número creciente de granas en Italia están adoptando esta técnica en instalaciones nuevas para cerdas gestantes, como por ejemplo Sartori, Parma.

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.1.2 Suelo totalmente enrejado con lavado con una capa permanente de estiércol líquido en los canales inferiores (STE con canales de lavado)

Descripción: Un suelo totalmente enrejado con canales debajo llenos con una capa permanente de estiércol líquido. Los canales se enjuagan con la fracción líquida fresca o aireada del purín, al menos una vez al día. El líquido aireado contiene un 5 % de materia seca. Los canales tienen una inclinación ligera para favorecer la salida del estiércol, y el líquido de lavado se bombea desde un lado de la unidad o nave hacia el otro lado, donde se recoge en un canal para su extracción a un depósito externo de purines.

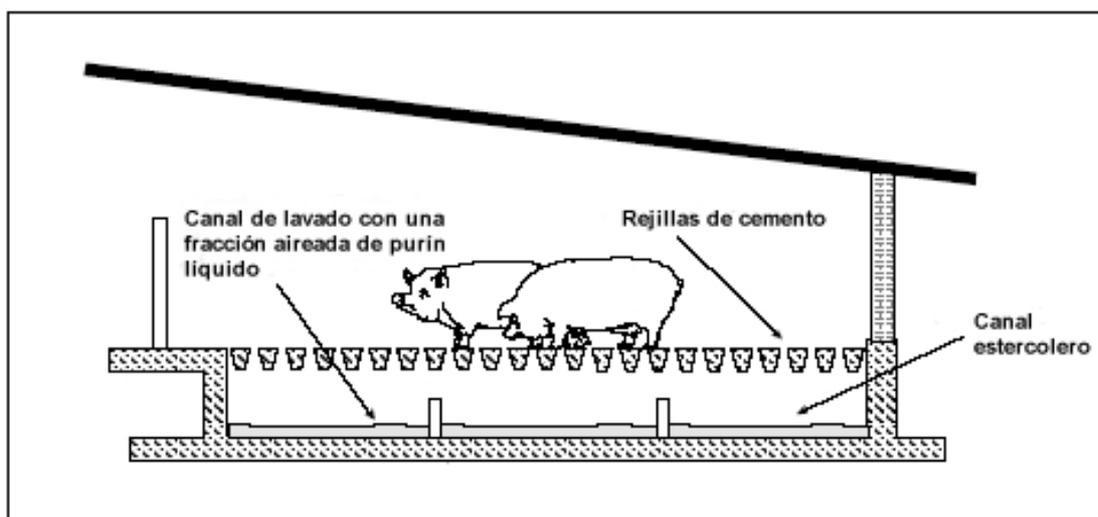


Figura 4.18: Suelo totalmente enrejado con lavado con una capa permanente de estiércol líquido [185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: El efecto combinado de la superficie reducida de estiércol y de la retirada del estiércol mediante lavado reduce las emisiones de NH_3 en un 30 % si se lava con purín fresco, y en un 555 % si se lava con purín aireado.

Efectos cruzados: La energía necesaria para operar este sistema depende de la distancia desde el canal estercolero al depósito de purines tratados. El lavado requiere energía adicional, que se estima en:

- 8,2 kWh por cerda y año para lavado
- 14,6 kWh por cerda y año para separación del purín líquido
- 17,5 kWh por cerda y año para aireación.

El consumo total de energía es inferior o igual al sistema de referencia, ya que no se requiere ventilación artificial.

Los aerosoles pueden también reducirse mediante un lavado frecuente.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: En estas naves no se aplica ventilación artificial, ya que se supone que se consigue una ventilación suficiente por la ventilación natural y por el lavado frecuente del estiércol.

La aplicación de este sistema requiere una instalación para separar la fracción líquida del estiércol antes de que, en el caso de aireación, pueda ser tratado y devuelto para ser utilizado en el lavado.

Aplicabilidad: El diseño (es decir, la profundidad) del canal estercolero existente puede permitir su aplicación en las naves existentes. Existen ejemplos de aplicaciones en suelos de cemento sólido existentes, en los que pueden instalarse canalones en el suelo existente, pero debe haber disponible suficiente altura.

Costes: Su aplicación en instalaciones nuevas tiene un coste adicional negativo (es decir, un beneficio) de 4,82 € por plaza y año. Si el lavado es sin aireación, los costes adicionales negativos (es decir, los beneficios) son de 12,16 € por plaza y año. En las naves existentes, los costes son variables y dependen del diseño de la nave existente, ver introducción a la Sección 4.6.1.

Instalaciones de referencia: Este sistema se aplica cada vez más en la estabulación de cerdas gestantes (y cerdos de acabado), como por ejemplo en la granja Borgo del Sole, Parma.

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.1.3 Suelo totalmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (STE con canalones de desagüe)

Descripción: Se colocan pequeños canalones de plástico o metal bajo un suelo totalmente enrejado. Los orines fluyen continuamente debido a una ligera inclinación (declive) de los canalones. El estiércol se retira una o dos veces al día mediante lavado con la fracción líquida de los purines, ver Figura Los orines desembocan continuamente en un desagüe que va a parar al estercolero.

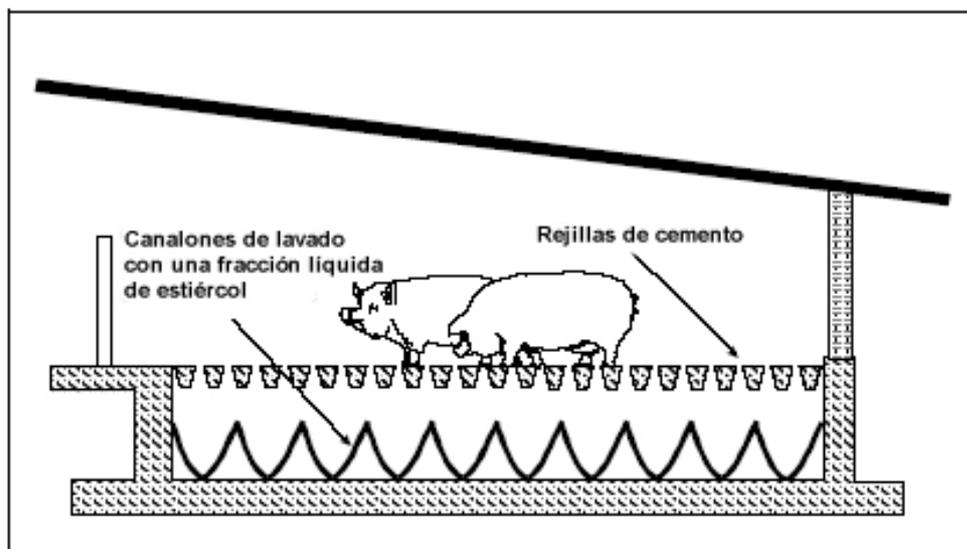


Figura 4.19: Suelo totalmente enrejado con canalones de desagüe [185, Italia, 2001]

Un sistema alternativo consiste en corrales con suelos totalmente enrejados con tubos de PVC incorporados en el cemento bajo cada rejilla, ver Figura 4.20. Una pendiente permite que los orines fluyan continuamente. Una vez al día o incluso más frecuentemente se hace una recirculación de purines aireados y separados con el fin de sacar el estiércol y limpiar los tubos.

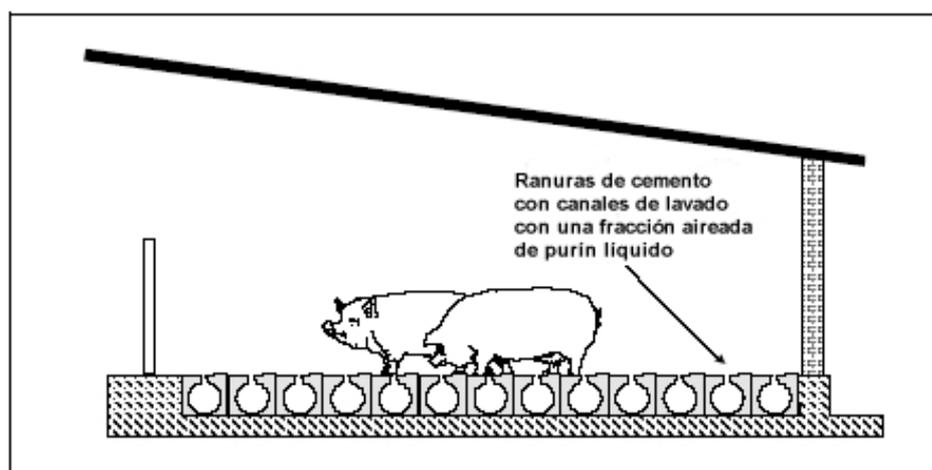


Figura 4.20: Suelo totalmente enrejado con tubos de desagüe [59, Italia, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La reducción de la superficie del estiércol, la eliminación frecuente del estiércol y el desagüe continuo contribuyen a reducir las emisiones de NH_3 en un 40 % si se lava con purines frescos, y del 55 % si se lava con purines aireados. No se reporta ninguna diferencia entre el uso de tubos y canalones.

Efectos cruzados: El lavado requiere energía, que se estima en:

- 3.9 kWh por cerda y año para lavado
- 14.6 kWh por cerda y año para separación del purín líquido
- 13.9 kWh por cerda y año para aireación.

Si no se aplica ventilación artificial en este sistema, como en el caso de Italia, la energía total consumida es menor que con el suelo totalmente enrejado con ventilación artificial.

Los aerosoles pueden también reducirse mediante un lavado frecuente.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: Ver Sección 4.6.1.2.

Aplicabilidad: Ver Sección 4.6.1.2. En Italia, los canalones y tubos se aplican para cerdas gestantes, y un número creciente de granjas están adoptando el sistema de tubos para cerdos de acabado.

Costes: La aplicación en instalaciones nuevas va desde un coste adicional de 0,56 € por plaza y año (canalones) a un coste adicional negativo (es decir, un beneficio) de 5,54 € por plaza y año (tubos). En el lavado sin aireación, los costes adicionales negativos (es decir, los beneficios) son de 2,44 – 8,54 € por plaza y año. Los costes operativos adicionales anuales muestran un beneficio de 1,22 – 4,27 € por plaza sin aireación, y con aireación cambia desde un coste adicional de 0,28 € a un beneficio de 2,77 [184, TWG ILF, 2002]. Los costes son ligeramente superiores que para el sistema de canal de lavado, debido a los menores beneficios. Los canalones con aireación tienen un coste neto en comparación con el sistema de canal.

En las naves existentes, los costes son variables y dependen del diseño de la nave existente, ver la introducción a la Sección 4.6.1.

Instalaciones de referencia: En Italia, hay unas 5.000 cerdas (granja Bertacchini) estabuladas con STE con canalones, y 7.000 cerdas con STE con tubos.

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.1.4 Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido (SPE con canal estercolero reducido)

Descripción: Las emisiones de amoníaco pueden reducirse aplicando el principio de reducir la superficie del estiércol, en particular aplicando un canal estercolero pequeño con una anchura máxima de 0,60 m. El canal estercolero está equipado con rejillas triangulares de hierro o rejillas de cemento. Las cerdas están estabuladas individualmente.

En Italia se aplica un diseño de estabulación libre con un pasillo externo totalmente enrejado con el canal estercolero debajo; el estiércol no se retira muy frecuentemente. En el interior, los animales están estabulados sobre un piso sólido de cemento, y una puerta batiente les da acceso al pasillo externo (ver Figura 4.22). Este diseño no puede compararse con los sistemas para cerdas en estabulación libre con suelos parcialmente enrejados dentro de la nave. Las técnicas de reducción aplicadas muestran eficacias medioambientales y condiciones operativas similares, pero pueden diferir ligeramente en cuando a costes.

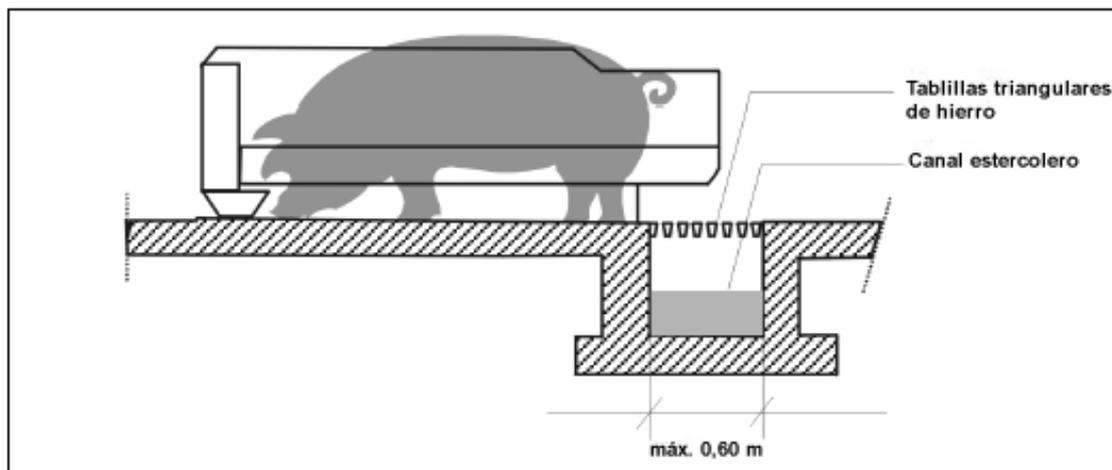


Figura 4.21: Estabulación individual con un canal estercolero pequeño [10, Holanda, 1999]

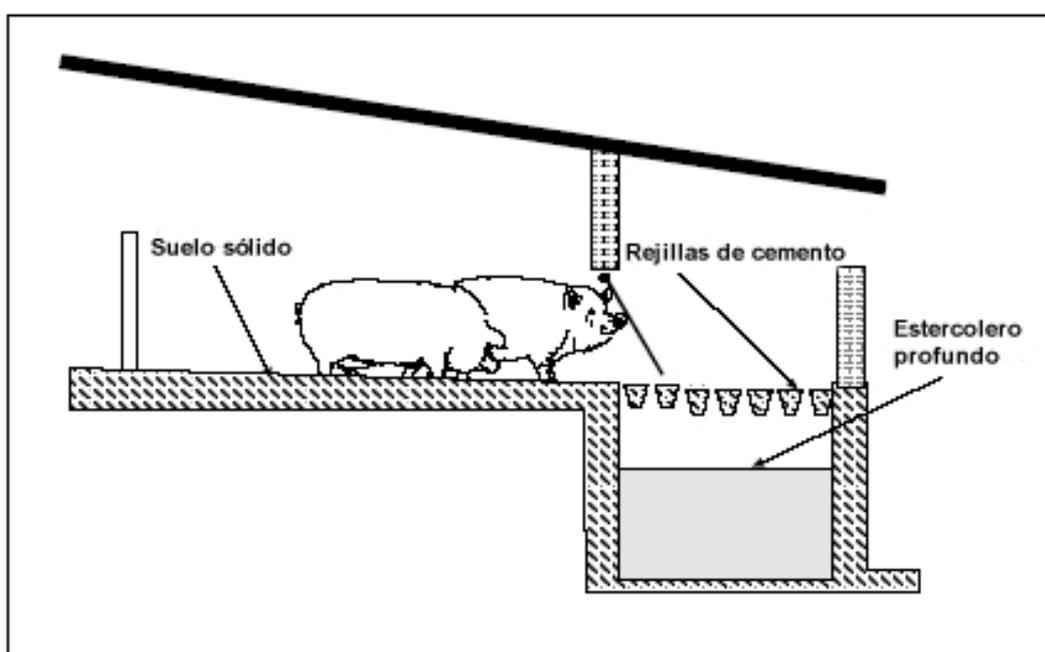


Figura 4.22: Suelo de cemento sólido y pasillo externo totalmente enrejado con canal estercolero debajo [185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La combinación de la reducción del canal estercolero y de la superficie del estiércol, así como la rápida evacuación del estiércol mediante rejillas triangulares reduce las emisiones de NH_3 en un 20–40 %.

En un sistema, la estabulación individual y a estabulación en grupo muestran distintas emisiones debido a las diferencias en la superficie de emisión de estiércol por cerda. Con la estabulación libre de cerdas, los niveles reportados son de 2.96 Kg. de NH_3 por plaza y año (Italia). Para la estabulación individual de cerdas se han reportado niveles de 1,23 (Dinamarca) y 2,40 (Holanda) de NH_3 por cerda y año respectivamente.

Efectos cruzados: Estas naves pueden tener ventilación natural o mecánica. En Dinamarca se aplica ventilación mecánica, dimensionándose para un caudal máximo de 100 m^3 por hora por plaza. En zonas con bajas temperaturas exteriores, estas unidades pueden estar también equipadas con calefacción. El consumo energético no varía.

En caso de canal estercolero externo, una reducción en las emisiones no beneficiará el ambiente interior, que puede considerarse como una de las ventajas de la fosa séptica reducida dentro.

En Italia es posible obtener ahorros de energía, puesto que no se requiere ventilación artificial [185, Italia, 2001].

Datos operativos: El estiércol se elimina normalmente a través de un sistema central de alcantarillado, abriendo una válvula y aprovechando la inclinación del tubo de estiércol. Algunos sistemas están equipados con palas quitaestiércol (ver Sección 4.6.1.9).

Aplicabilidad: En las instalaciones existentes, la aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente, aunque es difícil, si no imposible, de aplicar. Para las naves existentes con suelo interno de cemento sólido, podría hacerse una extensión con un pasillo central con canal estercolero [185, Italia, 2001].

La aplicación de un ancho máximo de 0,60 m puede requerir una mayor profundidad del canal estercolero o una retirada más frecuente más un depósito exterior de estiércol. Si se impone un tamaño mínimo de canal estercolero por norma, no podrá aplicarse una reducción (Ej. Irlanda: > 0,90 m).

En algunos países Europeos (Ej. Dinamarca), la estabulación individual de cerdas entrará en declive debido a la nueva legislación que estipula sistemas de estabulación libre.

Costes: La emisión de amoníaco remanente en comparación con el suelo totalmente enrejado depende de la referencia. Con una reducción del 40% (de 4,2 a 2,4 Kg. de NH₃), la inversión adicional es de unos 17,75 € por plaza o 9,85 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 5,80 € por plaza o de 3,25 € por Kg. de NH₃. Con una reducción del 20%, se reportó una inversión adicional de 1,76 € por plaza. El sistema con canal estercolero externo y suelo enrejado supuso una inversión adicional de 8,92 € por plaza y año [185, Italia, 2001].

Instalaciones de referencia: Se trata de un sistema de estabulación muy común para cerdas en apareamiento y gestación en muchos Estados Miembros Europeos. En Italia, el 40% de los cerdos de engorde/acabado se explotan en este tipo de instalaciones [185, Italia, 2001].

Bibliografía: Rosmalen, Research Institute for Pig Husbandry, informe PV P1.158 [10, Holanda, 1999] [59, Italia, 1999] y [185, Italia, 2001].

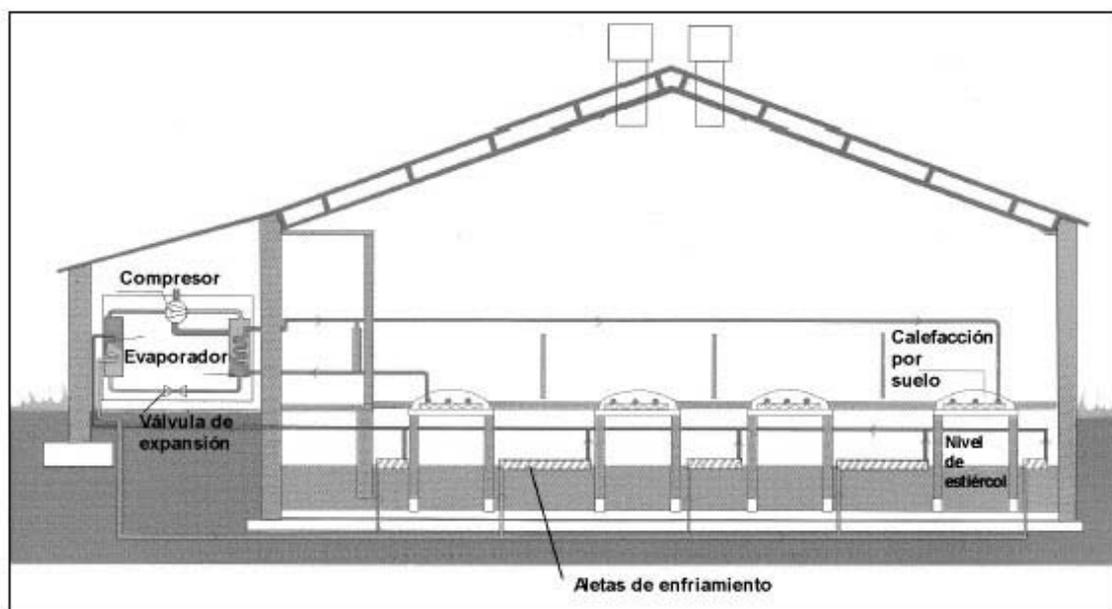
4.6.1.5 Suelo parcialmente enrejado con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol

Descripción: El uso de aletas de refrigeración en la superficie del estiércol sirve para enfriar la superficie del estiércol, ver Figura 4.23. Como refrigerante se utiliza agua subterránea. Hay una serie de aletas instaladas en el canal estercolero. Estas aletas se llenan de agua y flotan en el estiércol. La superficie total de las aletas debe ser al menos un 200% de la superficie del estiércol. Para refrigerar se utiliza un intercambiador de calor. El calor obtenido puede usarse para un sistema de calefacción por suelo. La temperatura de la capa superior del estiércol no debe exceder los 15 °C. La aplicación es también posible en corrales con suelo convexo. El suelo convexo separa los dos canales. Las rejillas son de cemento [186, DK/NL, 2002]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco conseguidas son de 2,2 Kg. de NH₃ por plaza y año. En comparación con un suelo totalmente enrejado, las emisiones de amoníaco se reducen en un 50% (cerdas estabuladas individualmente).

Efectos cruzados: Aunque hay una reducción de energía gracias al intercambiador de calor, el consumo global de energía se considera superior al de la referencia [184, TWG ILF, 2002].

Aplicabilidad: La experiencia en Holanda es que el sistema es muy fácil de aplicar tanto en instalaciones nuevas como en la remodelación de instalaciones existentes. El diseño y el tamaño del corral no son críticos para la aplicabilidad del sistema. No obstante, otros Estados Miembros no comparten esta experiencia y consideran que esta técnica no es fácil de utilizar o aplicar [184, TWG ILF, 2002].



[F10]

Figura 4.23: Aletas de refrigeración de la superficie del estiércol
[186, DK/NL, 2002] con referencia a Wageningen, IMAG-DLO, informe 96-1003

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 112,75 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 50 %, es decir de 4,2 a 2,2 Kg. de NH₃, los costes son de 56,35 por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes adicionales anuales son de 20,35 € por plaza. Esto equivale a 9,25 por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 3.000 plazas de cerdas en apareamiento y gestación están equipadas con este sistema. Actualmente, este sistema se está aplicando en muchas situaciones de remodelación de naves, y en algunas instalaciones nuevas.

Bibliografía: [186, DK/NL, 2002] con referencia a Wageningen, IMAG-DLO, informe 97-1002.

4.6.1.6 Suelo parcialmente enrejado con sistema de vacío (SPE con sistema de vacío)

Descripción, Efectos cruzados: Ver Sección 4.6.1.1.

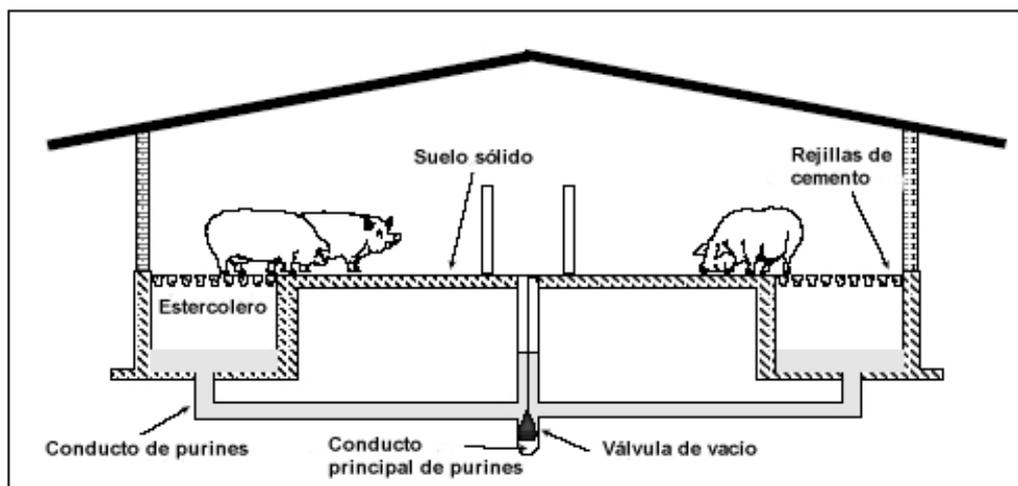


Figura 4.24: Suelo parcialmente enrejado con sistema de vacío
[185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Con un suelo parcialmente enrejado y sistema de vacío, las emisiones de NH_3 se reducen a 2,77 Kg. de NH_3 por plaza y año sobre rejillas de cemento, y de 2,40 Kg. de NH_3 por plaza sobre rejillas de metal para cerdas en estabulación libre. En comparación con la referencia, las reducciones relativas son del 25 % y 35 % respectivamente.

Datos operativos: Esta técnica es fácil de utilizar en comparación con la técnica de referencia [184, TWG ILF, 2002].

Aplicabilidad: En instalaciones existentes, su aplicabilidad está limitada a estabulación con suelos parcialmente enrejados y un canal estercolero con suficiente profundidad.

Costes: No hay datos disponibles sobre costes de inversión, pero los costes operativos anuales se consideran iguales que para cerdos de engorde/acabado, o sea, un coste adicional estimado negativo (es decir, un beneficio) de 4 € si se aplican rejillas de cemento, y de 1,50 € (también beneficio) si se aplican rejillas de metal en una instalación nueva [184, TWG ILF, 2002].

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.1.7 Suelo parcialmente enrejado con lavado de una capa permanente de estiércol en canales situados debajo (SPE con canales de lavado)

Descripción y Datos operativos: Ver Sección 4.6.1.2 y el comentario sobre diseños de pasillos externos en la Sección 4.6.1.4. La Figura 4.25 muestra el diseño con un pasillo externo, pero se aplica también el mismo diseño con el suelo enrejado y el canal dentro de la nave.

Beneficios medioambientales que se consiguen: El lavado con purines aireados redujo las emisiones a 1,48 Kg. de NH_3 por plaza y año (60 %), y con purines frescos a 1,85 Kg. de NH_3 por plaza y año (50 %). El efecto sobre la emisión de NH_3 de distintos materiales de rejillas no ha sido reportado.

Aplicabilidad: Este sistema puede aplicarse en las instalaciones existentes con suelo parcialmente enrejado con un canal estercolero debajo.

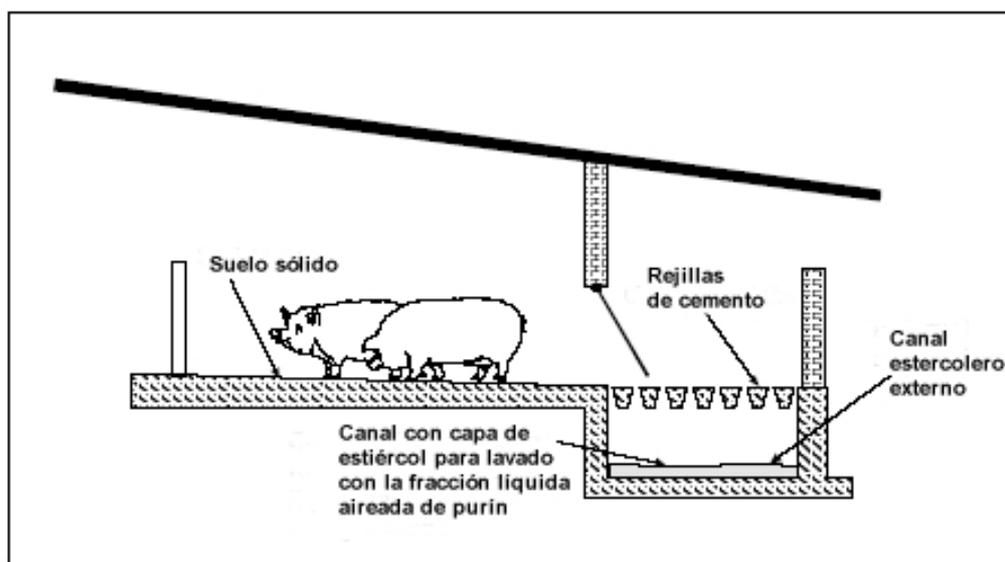


Figura 4.25: Suelo parcialmente enrejado y pasillo externo con lavado de una capa de estiércol permanente en canal situado debajo

Efectos cruzados: La energía requerida para operar este sistema depende de la distancia desde el canal estercolero al depósito de purines tratados. Las indicaciones de consumo de energía son:

- 3.4 kWh por cerda y año para lavado
- 18.3 kWh por cerda para separación del purín líquido
- 16.8 kWh por cerda y año para aireación.

El consumo total de energía es inferior o igual al sistema de referencia, dado que no se requiere ventilación artificial.

Los aerosoles pueden también reducirse mediante un lavado frecuente.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Costes: No hay datos sobre costes de inversión, pero se estima que los costes operativos tienen un coste adicional negativo (es decir, un beneficio) de 6,07 € cuando no se aplica aireación, o de 2,89 € (también beneficio) cuando se aplica aireación en una instalación nueva [184, TWG ILF, 2002].

Instalaciones de referencia: Un número creciente de granjeros están adoptando esta técnica en instalaciones nuevas para cerdas gestantes estabuladas individualmente (y para cerdos de engorde/acabado).

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.1.8 Suelo parcialmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (SPE con canalones de desagüe)

Descripción: La aplicación es posible en sistemas de estabulación tanto individual como en grupo. La superficie del estiércol no debe superar 1,10 m² por cerda. El estiércol se retira frecuentemente mediante un sistema de lavado. Las rejillas son de cemento. Los lados de los canalones deben tener una inclinación de 60 grados. El lavado se hace con la fracción líquida fresca o aireada del estiércol (tras su separación), y el contenido de materia seca no debe ser mayor del 5 % (ver también Sección 4.6.1.3).

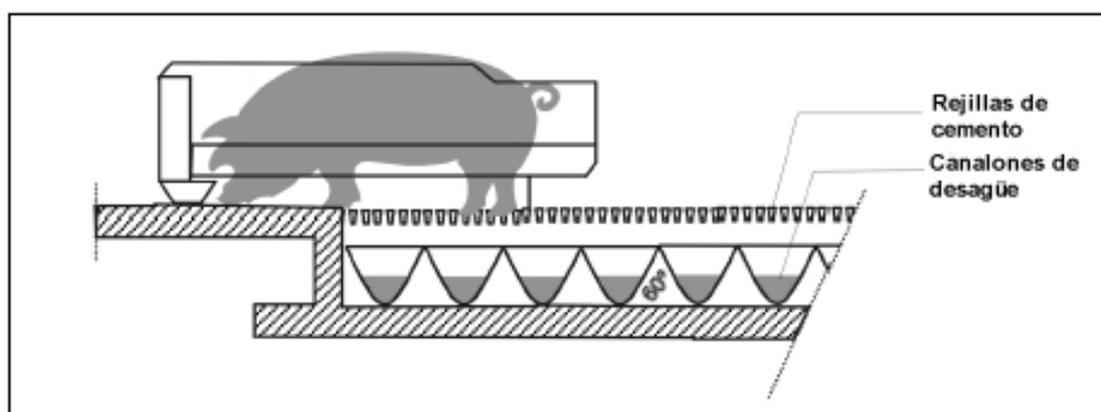


Figura 4.26: Suelo parcialmente enrejado con canalones de desagüe en estabulación individual [10, Holanda, 1999]

Para estabulación en grupo, se aplica el mismo principio dado en la Sección 4.6.1.3. Las imágenes son diferentes tan sólo en que la superficie del suelo de cemento es mayor, mientras que la parte enrejada con los canalones/tubos de purines debajo es menor.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de la superficie reducida del estiércol y del lavado en los canalones o tubos se reducen en estabulación individual a 2,50 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica). En el caso de cerdas en estabulación libre, los niveles de emisiones reportados son de 1,48 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia) sin aireación, y de 1,11 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia) con aireación. En el caso de Italia se utilizaron asimismo rejillas de cemento en el enrejado. Estas tres cifras representan porcentajes de reducción respectivamente de un 40 %, 60 %, y 70 % en comparación con la referencia.

Efectos cruzados: Los requisitos de energía de estos sistemas presentan grandes variaciones, que no pueden explicarse mediante la información disponible. Los niveles de consumo de energía reportados son:

- 2,4 kWh por cerda y año para lavado
- 12,0 kWh por cerda y año para separación del purín líquido
- 15,6 kWh por cerda y año para aireación.

Estos niveles varían ligeramente con respecto a los reportados en la Sección 4.6.1.3. La energía de bombeo varía con la distancia al depósito de líquido de lavado. Se requiere un consumo adicional de energía para bombeo adicional cuando se lava dos veces al día. Asimismo, en el caso del estiércol de cerda, se comentó que el líquido de lavado podía ser devuelto a un tanque colector por gravedad. La sedimentación de la materia seca inferior del estiércol de cerda (5 %) permitiría el bombeo del líquido limpio de la parte superior del tanque y por consiguiente no requeriría separación mecánica. Al cabo de un cierto tiempo, habrá sedimentado una capa en el fondo del tanque, que deberá bombearse para su ulterior manipulación.

Si no se aplica ventilación artificial en este sistema, por ejemplo en Italia, la energía total consumida es inferior que en el suelo totalmente enrejado con ventilación artificial.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: La aplicación de este sistema requiere una instalación (tanque) para separar la fracción líquida de los purines antes de poder usarla o tratarla, en el caso de su aireación, y luego devolverla por bombeo para su uso en el lavado.

Aplicabilidad: En las instalaciones existentes, la aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente. Sólo se requieren unas pocas modificaciones para aplicar este sistema en un canal estercolero con suficiente profundidad.

Costes: Los costes de aplicación del sistema para estabulación individual, reportados por Holanda, son significativos. Con una emisión de amoniaco remanente de 2,5 Kg. de NH₃ por plaza y año, los costes de inversión adicional (para el sistema con aireación) son de 161,80 € por plaza. Esto equivale a 95,20 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes adicionales por año son de 57,40 € por plaza. Esto equivale a 34,05 € por Kg. de NH₃. Para el sistema sin aireación, los costes de inversión adicionales son de 59 € por plaza, y los costes anuales adicionales de 9,45 € por plaza.

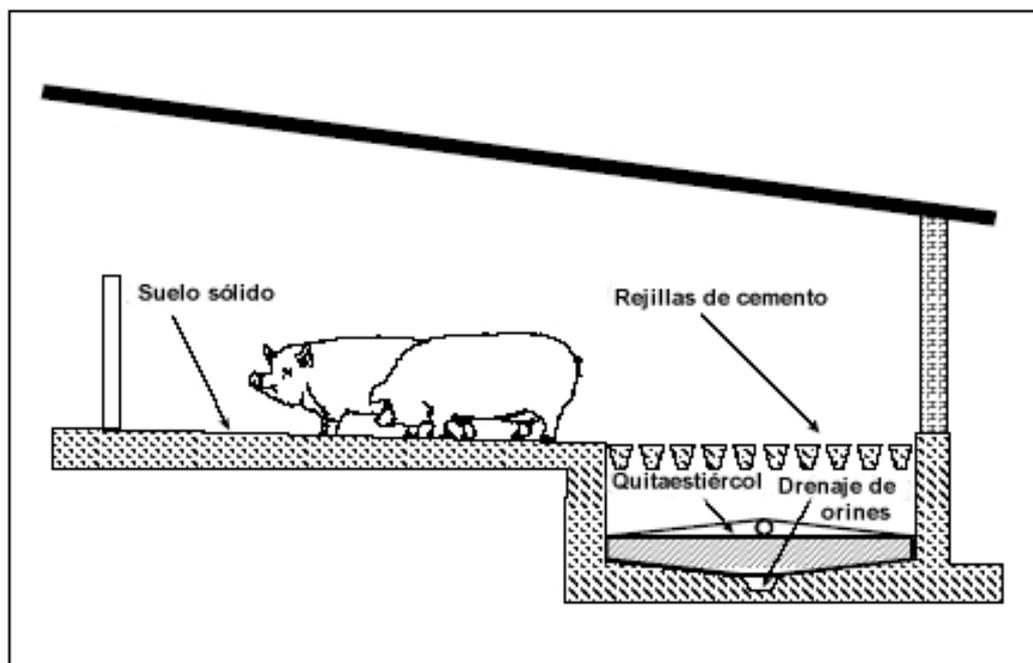
Italia reportó costes mucho menores, aunque hacían relación a cerdos de engorde y acabado, para el sistema de estabulación en grupo, que por supuesto es más barato por plaza. Las cifras de costes están en el mismo rango reportado en la Sección 4.6.1.3 para el sistema de suelo totalmente enrejado [185, Italia, 2001].

Instalaciones de referencia: Hay ejemplos en Italia, como la granja Bertacchini. En Holanda, 1.000 plazas de cerdos están equipadas con este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [59, Italia, 1999] [127, Italia, 2001].

4.6.1.9 Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol (SPE con pala)

Descripción: El corral está dividido en una parte enrejada de cemento (zona de deyección) y una parte de cemento sólido (zona de descanso) con una pendiente hacia el enrejado. El estiércol líquido es recogido en un canal estercolero debajo de la rejilla, desde donde el estiércol sólido es retirado muy frecuentemente por una pala al estercolero exterior. Los orines pueden fluir directamente a un pozo colector a través de un desagüe en el fondo del canal estercolero. Ver también los comentarios sobre diseños de pasillos exteriores en la Sección 4.6.1.4.



[F11]

Figura 4.27: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol (SPE con pala)
[185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Una superficie reducida del estiércol y una retirada frecuente del estiércol reduce las emisiones de NH_3 , según datos reportados por Italia, entre 1,85 (rejillas de metal) y 2,22 Kg. NH_3 por plaza y año (rejillas de cemento) y 3,12 Kg. NH_3 por plaza y año (Dinamarca, rejillas de cemento). Estos niveles representan una reducción del 50 % para rejillas de metal y del 15 al 40 % para rejillas de cemento, en comparación con la referencia. Evidentemente, la frecuencia de retirada del estiércol y la lisura de la superficie del fondo del canal estercolero son factores que ayudan a determinar el grado de reducción que se obtendrá.

Es interesante señalar que los datos aportados por Dinamarca indican que no hay diferencias en el uso de una pala quitaestiércol con un canal estercolero reducido en comparación con un suelo totalmente enrejado, ya que en ambos casos los niveles de emisiones asociados son similares, de 3,12 Kg. de NH_3 por plaza y año.

Efectos cruzados: La operación de la pala quitaestiércol consume energía.

Datos operativos: Las emisiones se han obtenido en condiciones estándar. La frecuencia de raspado era diaria. En general, este sistema funciona bien, pero su operatividad es difícil, ya que pueden formarse cristales en el canal estercolero que dificultan el funcionamiento de la pala [184, TWG ILF, 2002]. Se requiere más investigación para optimizar la operatividad de este sistema.

El uso de rejillas de metal produce menores emisiones, ya que el estiércol cae antes en el canal estercolero.

Aplicabilidad: Esta técnica se considera de difícil aplicación y depende en gran medida del diseño del canal estercolero.

Costes: No hay disponibles datos sobre costes de inversión, pero los costes operativos por cerdo y año se consideran elevados [184, TWG ILF, 2002].

Granja de referencia: Existen unas pocas aplicaciones con diseño de pasillo externo en Italia. Este sistema se aplica asimismo en Dinamarca y en Holanda.

Bibliografía: [59, Italia, 1999] [127, Italia, 2001].

4.6.1.10 Suelo de cemento sólido con cama completa (SCS con cama completa)

Descripción: Las cerdas son estabuladas en un suelo de cemento totalmente sólido cubierto casi por completo con una capa de cama de paja u otros materiales ligno-celulósicos para absorber los orines e incorporar las heces (ver Figura 2.15). Se obtiene estiércol sólido, que debe retirarse frecuentemente con el fin de evitar que la cama se humedezca demasiado.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Los niveles reportados varían y o no presentan diferencias en comparación con la referencia aplicada (suelo totalmente enrejado), con un nivel de 3,7 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia), o registran un considerable aumento del 67 % (5,20 Kg. de NH₃ por plaza y año (Dinamarca)).

Efectos cruzados: La producción de estiércol sólido en lugar de estiércol líquido se considera una ventaja desde el punto de vista agrícola. La incorporación de materia orgánica a los campos mejora las características físicas del suelo, reduciendo los líquidos de escorrentía y la lixiviación de nutrientes a los cursos de agua.

Cabe esperar niveles elevados de polvo. Se reportan elevadas emisiones de NO y N₂O para el engorde y la producción de cerdos en las referencias abajo indicadas [188, Finlandia, 2001].

Datos operativos: En Dinamarca, este tipo de estabulación puede tener ventilación natural o mecánica. Las naves con ventilación natural tienen entradas de aire en su parte frontal, y con una salida de aire a través de ranuras en el caballete del tejado. En las naves aisladas, las entradas y salidas de aire son frecuentemente ajustables. Las naves ventiladas mecánicamente suelen tener sistemas de presión negativa o de presión equilibrada.

La ventilación está dimensionada para un caudal máximo de 100 m³ por hora por plaza. Aunque las cerdas pueden compensar las temperaturas bajas refugiándose en la yacija, en las regiones más frías de Europa para reducir la humedad durante la ventilación reducida.

Aplicabilidad: Por lo que respecta a las instalaciones existentes para cerdas, la aplicación depende de la situación existente y del diseño. Este sistema puede recibir más atención en el futuro debido al avance en la legislación europea sobre bienestar animal.

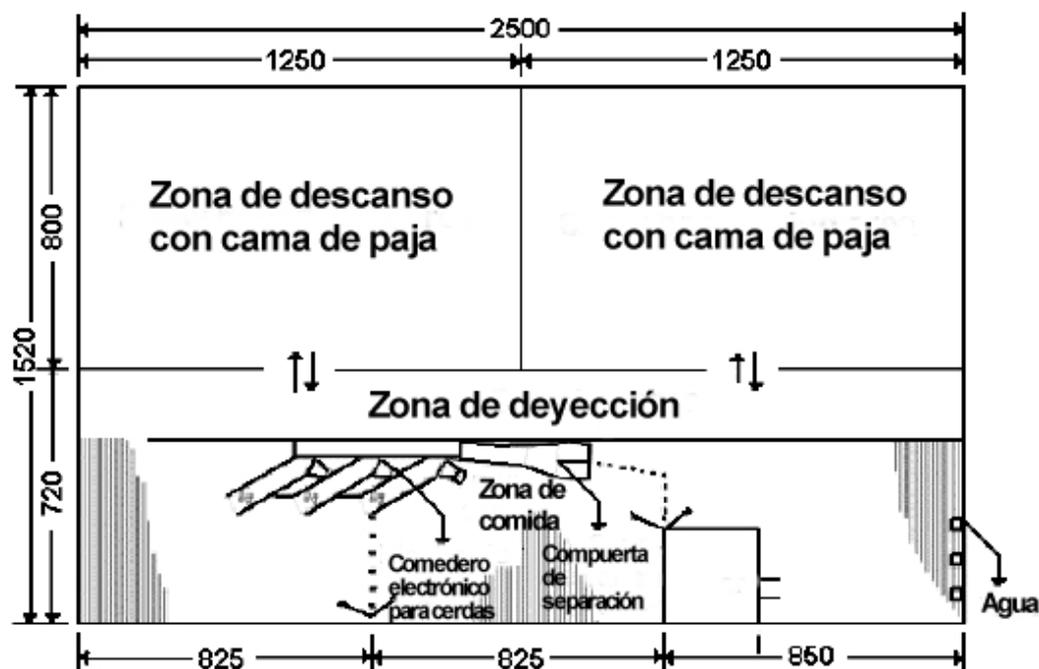
Instalaciones de referencia: Este sistema se aplica en varios Estados Miembros.

Bibliografía: [87, Dinamarca, 2000], [127, Italia, 2001]. Sobre niveles elevados de NO y N₂O:

- Groenstein, Oosthoek, Faasen; 'Microbial processes in deep-litter systems for fattening pigs and emissions of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide', 1993
- Verstegen, Hartog, Kempen, Metz; 'Nitrogen flow in pig production and environmental consequences', EAAP publication number 69, 1993.

4.6.1.11 Sistema de suelo de cemento sólido con paja y comederos electrónicos

Descripción: Las unidades consisten en una zona con cama, una zona central de estiércol y una zona de alimentación con comederos electrónicos para las cerdas. La zona de deyección consiste en un piso de cemento sólido. Se utiliza una pala quitaestiércol montada en un tractor para eliminar diariamente el estiércol de la zona de piso sólido. La yacija de la zona de descanso se retira sólo 1 o 2 veces al año.



[F12]

Figura 4.28: Sistema de suelo de cemento sólido con paja y comederos electrónicos para las cerdas [175, IMAG-DLO, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Los beneficios de la aplicación de este sistema dependen del comportamiento de los animales, que está influenciado por el diseño del corral. La superficie de descanso disponible por cerda es de al menos 1.3 m², y debe ser fácilmente accesible, especialmente para las cerdas jóvenes, haciendo que los pasos entre las zonas de descanso y de deyección sean anchas (mín. 2 metros, máx. 4 metros). La distancia desde la entrada de la zona de descanso al tabique (de separación) (más lejano) no debe ser de más de 16 metros. La zona de deyección con emisiones no debe ser mayor de 1,1 m² por cerda. El canal estercolero situado bajo el suelo enrejado dispone de un sistema de vacío. La reducción de las emisiones de amoníaco es del 38 % (2,6 Kg. de NH₃ por plaza y año, Holanda).

Efectos cruzados: El consumo de energía es muy bajo, dado que este sistema no precisa sistema de calefacción y normalmente está equipado con un sistema de ventilación natural. La emisión de óxido nítrico es despreciable. La emisión de metano es de 39 gramos al día por cerda, pero se requiere mayor investigación para determinar cómo se compara este valor con el sistema de referencia.

Aplicabilidad: Este sistema es muy bueno si se aplica en instalaciones nuevas y en algunas de las instalaciones existentes. En estas últimas, su aplicabilidad depende del diseño de los canales estercoleros existentes, aunque en general es difícil de aplicar.

Costes: Los costes de este sistema no son superiores a los del sistema de referencia. No obstante, no se han calculado los costes adicionales de mano de obra, por lo que se desconocen.

Instalaciones de referencia: Según la legislación de la UE, las granjas están obligadas a estabular a las cerdas en grupos. En Holanda, más del 50 % de las instalaciones nuevas aplican este sistema, que también se aplica en situaciones de modernización de instalaciones existentes.

Bibliografía: [175, IMAG-DLO, 1999]

4.6.2 Técnicas de estabulación integradas para cerdas parturientas

Descripción: En la Tabla 4.22 se resumen los datos de eficacia de la técnica de referencia y técnicas alternativas para cerdas parturientas. Las cerdas parturientas se estabulan también en corrales en grupo

Capítulo 4

sobre un suelo de cemento sólido con mucha paja para que las cerdas construyan su nido. En este sistema, el estiércol se retira seco con una pala.

El **sistema de referencia** se describe e ilustra en la Sección 2.3.1.2.1. como el sistema de aplicación más común, incluso en instalaciones nuevas. Su diseño puede variar en la posición de la zona de los lechones y las rejillas aplicadas en el enrejado, pero en principio los diseños y emisiones se supone que están en el mismo rango. El diseño de la nave para la estabulación libre de cerdas (según se describe en el Capítulo 2) se considera también como una alternativa a la referencia.

Para el sistema de referencia, los niveles de emisiones reportados para cerdas incluidos lechones están entre 8 y 9 Kg. de NH₃ por plaza de cerda y año. Se aplica ventilación artificial.

Los costes varían considerablemente y son independientes de la reducción alcanzada. Por ejemplo, puede conseguirse una reducción del 50 % de NH₃ con muy poco coste adicional en comparación con el sistema de referencia.

Sección	Sistema de estabulación	Reducción de NH ₃ (%)	Coste de inversión adicional (€/plaza) ¹	Coste operativo adicional anual (€/plaza/año) ¹	Consumo de energía (kWh/plaza/año)
2.3.1.2.1	Jaulas con suelo totalmente enrejado y canal fosa de estiércol debajo (referencia)	8,70 (Italia) 8,30 (Holanda, Bélgica) Kg. NH ₃ /plaza/año			
<i>Jaulas en suelos totalmente enrejados</i>					
4.6.2.1	STE y plancha en inclinación	30 a 40	260	29,50	Igual que la referencia
4.6.2.2	STE y canal combinado de agua y estiércol	52	60	1,00	Igual que la referencia
4.6.2.3	STE y sistema de lavado con canalones de estiércol	60	535	86	Igual que la referencia
4.6.2.4	STE y colector de estiércol	65	280	45,85	Igual que la referencia
4.6.2.5	STE y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol	70	302	54,25	Más que la referencia
<i>Jaulas en suelos parcialmente enrejados</i>					
4.6.2.6	SPE y jaulas	34	Sin datos	casi 0	Igual que la referencia
4.6.2.7	SPE y pala quitaestiércol	35	785	147,20	Más que la referencia
() Estado Miembro origen de los datos 1) Fuentes: [10, Holanda, 1999] [185, Italia, 2001] [37, Bodemkundige Dienst, 1999] [184, TWG ILF, 2002]					

Tabla 4.22: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas en instalaciones nuevas para cerdas parturientas

4.6.2.1 Jaulas con suelo totalmente enrejado y una plancha en pendiente

Descripción: Se coloca una plancha (de cemento u otro material) con una superficie muy lisa bajo el suelo enrejado. El tamaño puede adaptarse a las dimensiones del corral. La plancha tiene una pendiente de al menos 12° hacia un canal estercolero central, conectado con un sistema de alcantarillado. El estiércol se transfiere semanalmente a un depósito por gravedad o bombeo. Las rejillas son de hierro o plástico.

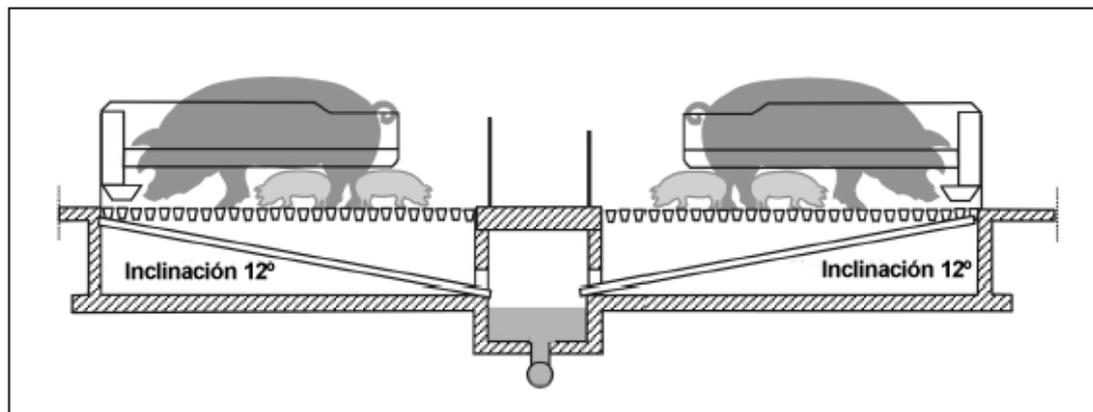


Figura4.29: Plancha en pendiente bajo el suelo enrejado
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: El beneficio de aplicar este sistema depende de la lisura de la superficie de la plancha para permitir que los orines fluyan continuamente y el estiércol caiga al canal estercolero central. Asimismo, el vaciado frecuente del canal central de estiércol mejora la reducción. Las emisiones proceden principalmente de los restos de estiércol que quedan en la plancha. Las reducciones varían, aunque se han reportado reducciones del 30 % (6,0 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia)) y del 40 % (5,0 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda y Bélgica)).

Efectos cruzados: Hay muchos problemas con las moscas, por lo que esta técnica se considera obsoleta.

Aplicabilidad: Este sistema es de fácil aplicación tanto en instalaciones nuevas como en la remodelación de instalaciones ya existentes. El diseño del corral no es crítico para la aplicabilidad del sistema. Se ha desarrollado también un nuevo sistema (ver Sección 4.6.2.2) que se basa en los mismos principios que el sistema descrito. El nuevo sistema, con una combinación de canales de agua y estiércol, consigue una mayor reducción de amoníaco y no es más caro que este sistema.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 260 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 40 %, los costes son de 78,80 € por Kg. de NH₃. Los costes operativos adicionales anuales son de 29,50 € por plaza o de 8,95 € por Kg. de NH₃. Italia informa que los costes de inversión son menores que el sistema de referencia.

Instalaciones de referencia: En Holanda e Italia hay unas pocas plazas de cerdas equipadas con este sistema. Este sistema está siendo reemplazado por un nuevo sistema (ver Sección 4.6.2.2) que se basa en los mismos principios pero cuyo diseño es distinto.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [185, Italia, 2001] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.2 Jaulas con suelo totalmente enrejado y combinación de canales de agua y estiércol

Descripción: La cerda tiene una plaza fija, por lo que la zona de deyección queda establecida con claridad. El canal estercolero está dividido en un canal ancho de agua en la parte frontal y un pequeño canal de estiércol atrás. Esto reduce enormemente la superficie del estiércol, lo que a su vez reduce las emisiones de amoníaco. El canal frontal se rellena parcialmente con agua. Las rejillas del enrejado con de hierro o de plástico.

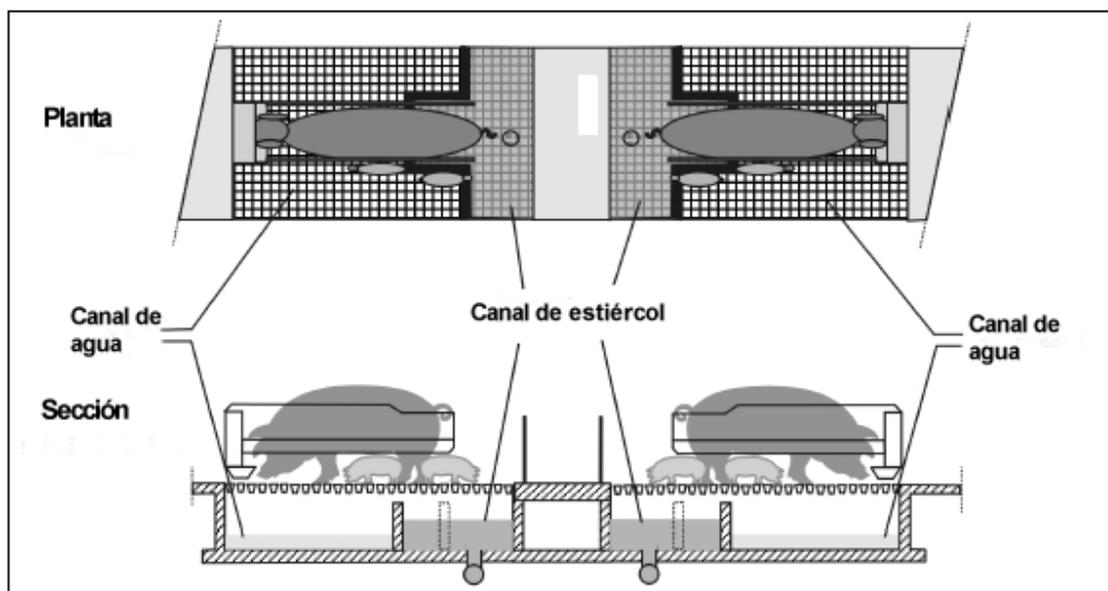


Figura 4.30: Combinación de canales de agua y estiércol
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Limita la superficie del estiércol y tiene una eliminación frecuente del estiércol mediante un sistema de alcantarillado. Puede conseguirse una reducción del 52 % (4,0 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Efectos cruzados: La eliminación frecuente del estiércol puede aumentar el consumo de energía. Se necesita agua para rellenar el canal delantero.

Aplicabilidad: Este sistema es fácil de aplicar en las remodelaciones de instalaciones existentes que apliquen la técnica de referencia, ya que el diseño del corral no es crítico para la aplicabilidad del sistema. Simplemente, todo lo que se necesitaría sería la separación de los dos canales del canal estercolero.

Datos operativos: Supuestamente, los dos canales del canal estercolero se vacían al mismo sistema de alcantarillado de purines que conduce al depósito de purines. El agua se cambia después de cada ronda (unas 4 semanas). La sección delantera se desagua por completo, se limpia y desinfecta, y luego se llena de nuevo con agua fresca.

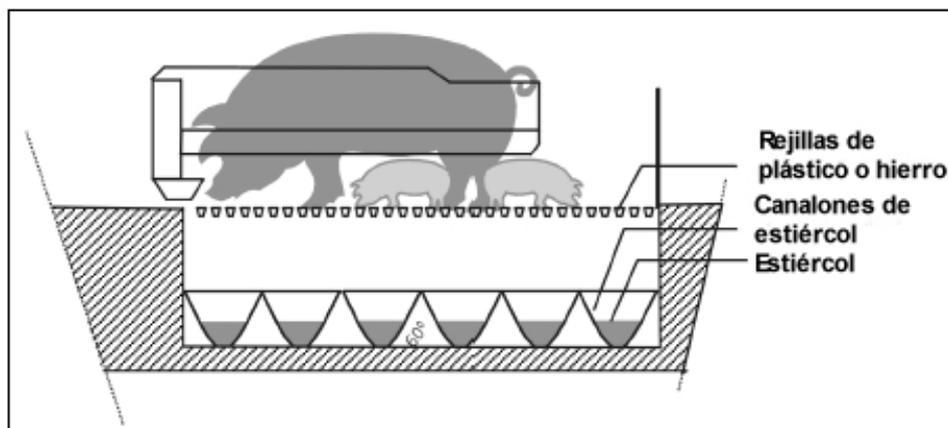
Costes: Los costes de inversión adicionales son de 60 € por plaza. Esto significa, para una reducción del 52 %, unos 13,85 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 1,00 € por plaza, o 0,25 € por Kg. de NH₃.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 5.000 plazas de cerdas están equipadas con este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.3 Jaulas con suelo totalmente enrejado y sistema de lavado con canalones de estiércol

Descripción: Los canalones pequeños limitan la superficie del estiércol. Esto reduce las emisiones de amoníaco. Su aplicación es posible en corrales con suelo total o parcialmente enrejado. El estiércol es retirado frecuentemente por un sistema de lavado. El enrejado tiene rejillas triangulares de hierro. Los lados de los canalones deben tener una pendiente de 60 grados. Los canalones deben enjuagarse dos veces al día. El lavado se realiza con la fracción líquida de los purines (tras su separación), en la que el contenido de materia seca no debe ser de más del 5 %.



[F13]

Figura 4.31: Sistema de lavado con canalones de estiércol
[10, Holanda, 1999]

Beneficio medioambiental: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines, en combinación con una evacuación rápida del estiércol de la zona enrejada mediante el uso de rejillas triangulares de plástico o hierro, así como la retirada del estiércol dos veces al día mediante lavado reduce las emisiones de NH_3 en un 60 % (3,3 Kg. de NH_3 por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Efectos cruzados: Este sistema tiene un consumo adicional de energía de 8,5 kWh por plaza y año, relacionado con el lavado de los canalones.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Aplicabilidad: En las instalaciones existentes, la aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente, aunque no parece difícil a partir del diseño de referencia.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 535 € por plaza. Esto significa que, para una reducción del 60 %, es decir, de 8,3 a 3,3 Kg. de NH_3 , los costes son de 107 € por Kg. de NH_3 eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 86,00 € por plaza. Esto significa 17,20 € por Kg. de NH_3 .

Para conseguir una reducción ligeramente mejor, los costes adicionales son considerablemente mayores que los reportados para el sistema con canales separados de agua y estiércol. Esta diferencia no pudo ser explicada con la información presentada.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 500 plazas de cerdas parturientas están equipadas con este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.4 Jaulas con suelo totalmente enrejado y colector de estiércol

Descripción: Se coloca un colector prefabricado bajo el suelo enrejado, que puede adaptarse a las dimensiones del corral. El colector es más profundo en un extremo del corral y tiene una pendiente de al menos 3° hacia un canal central de estiércol. El colector está conectado con un sistema de alcantarillado. Su aplicación no depende del diseño del corral, o de si se trata de un suelo total o parcialmente enrejado. Las rejillas son de plástico.

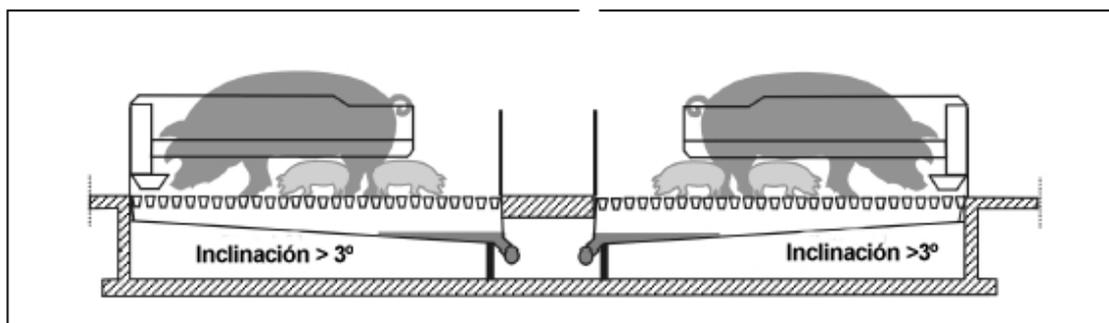


Figura 4.32: Suelo totalmente enrejado con colector de estiércol
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales: La limitación de la superficie del estiércol y la retirada frecuente del estiércol mediante un sistema de alcantarillado consigue una reducción del 65 % de las emisiones de NH_3 (2,9 Kg. de NH_3 por plaza y año). Se consigue una mayor reducción del 50 % en comparación con la construcción con tabla en pendiente, aunque ambos diseños parecen muy similares. La menor superficie de emisión y la retirada más recuente del estiércol se consideran los factores más importantes que determinan la diferencia.

Aplicabilidad: Este sistema es fácil de aplicar en remodelaciones de naves existentes. El diseño del corral no es crítico para la aplicabilidad del sistema.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 280 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 65%, es decir, de 8,3 a 2,9 Kg. de NH_3 , los costes son de 53,85 € por Kg. de NH_3 eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 45,85 € por plaza. Esto equivale a 8,80 € por Kg. de NH_3 .

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 10.000 plazas de cerdas parturientas están equipadas con este sistema. Este sistema es de reciente desarrollo (1998). Actualmente, este sistema se está aplicando en muchas remodelaciones, así como en nuevas instalaciones.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.6.2.5 Jaulas con suelo totalmente enrejado y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol

Descripción, Efectos cruzados, Aplicabilidad: ver Sección 4.6.1.5.

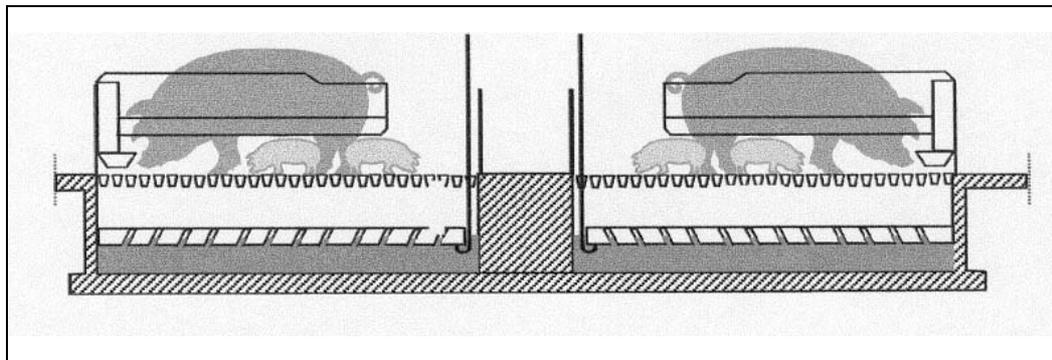


Figura 4.33: Corral de partos con aletas de refrigeración flotantes [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La refrigeración de la superficie del estiércol consigue una reducción del 70 % (es decir, de 8,3 a 2,4 Kg. de NH_3 por plaza y año (Holanda, Bélgica)). De la reducción alcanzada, parece que la temperatura de la superficie es uno de los factores más importantes que determinan la emisión de NH_3 . Se recomienda mantener la nave lo más fresca posible con respecto al bienestar de los animales y a la producción.

Costes: El coste de inversión adicional se estima en 302 € por plaza o, con una reducción del 70 %, los costes son de 51,20 € por Kg. de NH_3 eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 54,25 € por plaza. Esto equivale a 9,20 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unos 10.000 corrales de partos están equipados con este sistema. Actualmente, este sistema se está aplicando en muchas situaciones de remodelación y en algunas instalaciones nuevas.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.6 Jaulas con suelo parcialmente enrejado

Descripción: En todos los sistemas, el estiércol se maneja en forma líquida. A menudo se desagua mediante tubos de evacuación, en los que las secciones individuales de los canales de estiércol se vacían a través de tapones en los tubos de evacuación. Los canales de estiércol pueden también evacuarse mediante compuertas. Los canales se limpian después de cada parto, cuando se desinfectan las jaulas de parto, es decir, a intervalos de unas 4 – 5 semanas.

El diseño de este sistema es comparable con el diseño del sistema de referencia (Sección 2.3.1.2.) y con la Figura 4.34, sólo que sin la pala quiteestiércol. La superficie reducida reduce la emisión de amoníaco.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Se reporta una reducción de las emisiones de NH_3 del 34 %, debido a la reducción de la superficie de emisión del estiércol.

Efectos cruzados: No se ha reportado variación en el consumo de energía en comparación con el diseño de suelo totalmente enrejado.

Por motivos de bienestar animal, un suelo sólido es mejor que un suelo enrejado, aunque los beneficios son sólo para los cerdos y no para las cerdas [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: Este tipo de nave está equipada con ventilación mecánica, bien en forma de presión negativa, bien como plantas de presión equilibrada. La ventilación se dimensiona para un caudal máximo de 250 m³ por hora por jaula de parto. Su funcionamiento se describe en el Capítulo 2.

Aplicabilidad: Esta técnica se aplica ampliamente en Dinamarca. Se supone que, en las instalaciones existentes, su aplicabilidad dependerá del diseño del canal estercolero existente, aunque en general es difícil o imposible de aplicar.

Instalaciones de referencia: Se aplica en Dinamarca.

Bibliografía: [87, Dinamarca, 2000]

4.6.2.7 Jaulas con suelo parcialmente enrejado y pala quitaestiércol

Descripción: Ver la Sección 4.6.1.9 anterior y la Figura 4.34. Las rejillas del enrejado pueden ser de hierro o plástico (no de cemento).

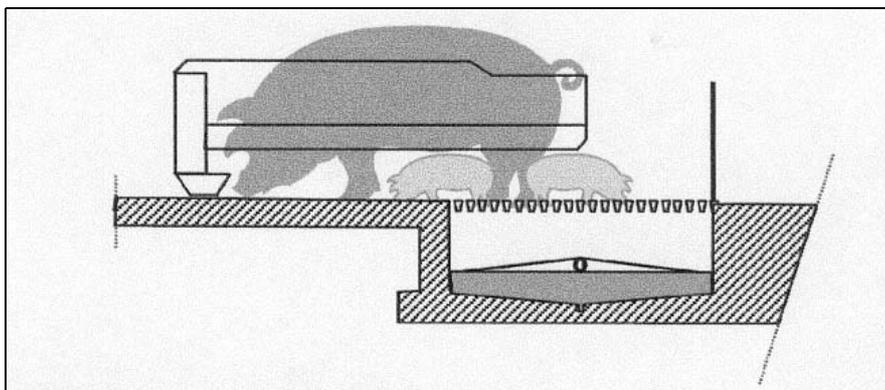


Figura 4.34: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Se consigue una reducción de las emisiones de NH₃ reduciendo la superficie del estiércol y mediante el raspado frecuente del estiércol y el desagüe de los orines. Los resultados para el diseño con suelo parcialmente enrejado van desde un 35 % (5,65 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia)) a un 52 % (4,0 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Efectos cruzados: El consumo de energía del raspado varía con la frecuencia, con valores asociados de 2,4 (Italia) y 3,5 (Holanda) kWh por cerda y año.

Datos operativos: El funcionamiento del sistema es vulnerable debido al desgaste del suelo superior. Se han reportado reducciones de un 35–52 %.

Aplicabilidad: El sistema con suelo total o parcialmente enrejado puede aplicarse en instalaciones nuevas. Aunque para aplicar este sistema se requieren algunas modificaciones en el canal estercolero y en las naves existentes, su aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente. No obstante, en general es más bien difícil de aplicar.

Costes: Se han reportado costes relativamente elevados, aunque información de Italia señala costes más bajos que la referencia (sin datos). En comparación con un suelo totalmente enrejado, la reducción de amoníaco puede ser del 52 %, pero requiere una inversión adicional de 785 € por plaza o de 182,55 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes adicionales anuales son de 147,20 € por plaza, o de 34,20 € por Kg. de NH₃.

Instalaciones de referencia: Unas pocas en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [59, Italia, 1999] [127, Italia, 2001].

4.6.3 Técnicas de estabulación integradas para cochinitos destetados

Los datos para lechones destetados se resumen en la Tabla 4.23. Los cochinitos destetados se estabulan en grupo. Los corrales y cubículos tienen diseños similares (Sección 2.3.1.3.). El **sistema de referencia** para cochinitos destetados es una combinación de la jaula clásica con suelo totalmente enrejado con elementos de plástico o metal y un canal estercolero debajo, con retirada del estiércol al final del ciclo. Las emisiones de amoníaco de este tipo de instalación se estiman en alrededor de un 15 % de la cantidad total de nitrógeno excretada por los cochinitos, que corresponden a 0,6 – 0,8 Kg. de NH_3 por plaza y año. La ventilación está dimensionada para un caudal máximo de 40 m³ por hora y plaza. También se aplica calefacción auxiliar en forma de calefactores-ventiladores eléctricos, o mediante una planta de calefacción central con tubos de calefacción.

En las siguientes secciones se hará referencia a los principios del diseño de canales estercoleros y a técnicas de retirada de estiércol ya aplicados y que han sido descritos en secciones anteriores.

Se han reportado los costes adicionales en comparación con el sistema de referencia para algunas alternativas. Para otras, se da una indicación de si la alternativa es más o menos cara que el sistema de referencia.

Sección	Sistema de estabulación	Reducción de NH ₃ (%)	Coste de inversión adicional (€/plaza) ¹	Coste operativo adicional anual (€/plaza/año) ¹	Consumo de energía (kWh/plaza/año)	
	Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y canal estercolero debajo (referencia)	0,6 (Holanda, Italia) 0,80 (Dinamarca) Kg. NH ₃ /plaza/año				
<i>Suelo totalmente enrejado (STE)</i>						
4.6.1.1	Corrales o cubículos con STE y sistema de vacío	25	sin datos	sin datos	menos que la referencia	
4.6.3.1	Corrales o cubículos con STE y fondo de cemento inclinado para heces y orines	30	menor	menor	igual que la referencia	
4.6.3.2	Corrales o cubículos con STE y canal estercolero con pala quitaestiércol	35	68,65	12,30	0,24 ²	
4.6.3.3	Corrales o cubículos con STE y canalones	no aireado	40	25	4,15	1,9 ²
		aireado	50	muy elevado	muy elevado	3,1 ²
<i>Suelo parcialmente enrejado (SPE)</i>						
4.6.1.6	Corrales o cubículos con SPE y sistema de vacío	25 – 35	sin datos	sin datos	menos que la referencia	
4.6.3.4	Corrales o cubículos con SPE y sistema de 2 climas	34	igual que la referencia	igual que la referencia	igual que la referencia	
4.6.3.5	Corrales o cubículos con SPE y suelo sólido inclinado o convexo	43	igual que la referencia	igual que la referencia	igual que la referencia	
4.6.3.6	Corrales con SPE y canal estercolero poco profundo y canal para vertidos de agua	57	2,85	0,35	igual que la referencia	
4.6.3.7	Corrales con SPE con rejillas de hierro triangulares y canal de estiércol con canalones	65	25	4,15	0,75 ²	
4.6.3.8	Corrales con SPE y canal estercolero con pala quitaestiércol	40 a 70	68,65	12,30	0,15 ²	
4.6.3.9	Corrales con SPE con rejillas de hierro triangulares y canal de estiércol con paredes laterales inclinadas	72	4,55	0,75	igual que la referencia	
4.6.3.10	Corrales con SPE y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol	75	24	9,75	más que la referencia	
4.6.3.11	SPE con rejillas triangulares y caseta cubierta	55	igual que la referencia	sin datos	menos que la referencia	
<i>Suelo de cemento sólido y cama de paja (SCS)</i>						
4.6.3.12	SCS con paja y ventilación natural	sin datos	igual que la referencia	más que la referencia	menos que la referencia	

(*) Estado miembro origen de los datos*

1) Fuente: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999] [185, Italia, 2001] [87, Dinamarca, 2000] [187, IMAG-DLO, 2001] [184, TWG ILF, 2002] [189, Italia/UK, 2002]

2) La cifra indica sólo la energía para lavado o raspado, no para ventilación

Tabla 4.23: Niveles de eficacia de las técnicas de estabulación integradas para nuevas instalaciones para cochinitos destetados

4.6.3.1 Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y fondo de cemento inclinado para separar heces y orines

Descripción: El principio se describe en la Sección 4.6.2.1. Al término del periodo de destete, las heces secas son retiradas fácilmente por chorros de agua.

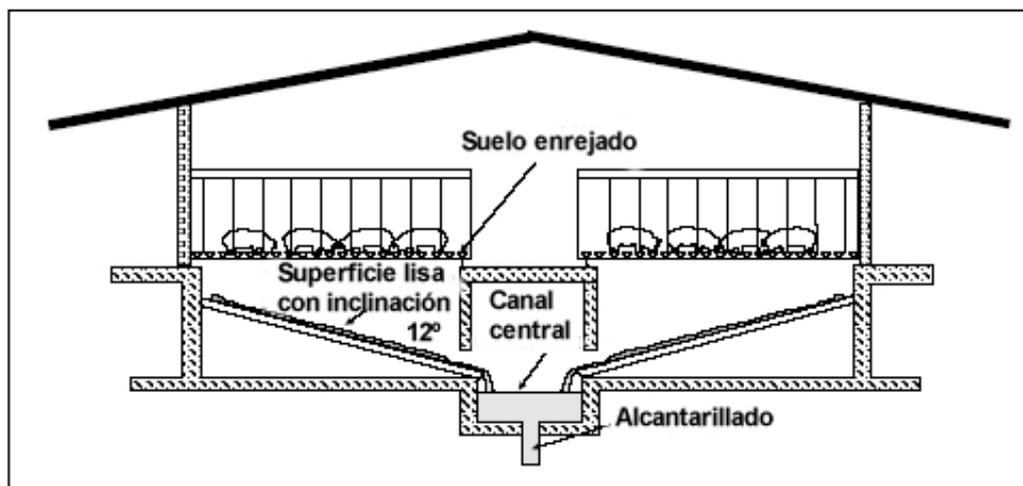


Figura 4.35: Cubículos o corrales con fondo de cemento inclinado debajo para separar las heces y los orines
[59, Italia, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La eliminación inmediata del estiércol a un canal central y el desagüe inmediato de los orines consiguen una reducción del 30 % (0,42 Kg. de NH_3 por plaza y año (Italia)).

Efectos cruzados: No hay consumo de energía adicional.

Aplicabilidad: Con un canal estercolero de suficiente longitud, esta técnica podría aplicarse fácilmente en instalaciones existentes.

Costes: Se estima que los costes de inversión son menores que la referencia, si se incluyen los beneficios en el cálculo de costes.

Instalaciones de referencia: Unas pocas aplicaciones en Italia.

Bibliografía: [59, Italia, 1999] [185, Italia, 2001].

4.6.3.2 Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y canal estercolero con pala quitaestiércol

Descripción: Para el principio, ver Sección 4.6.1.9 y Figura 4.36. Las rejillas del enrejado pueden ser de hierro o plástico, pero no de cemento.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La retirada frecuente del estiércol al canal estercolero fuera de la nave y un desagüe separado de orines permite obtener una reducción ligeramente mejor del 35 % (0,39 Kg. de NH_3 por plaza y año)

Efectos cruzados: La energía necesaria para utilizar la pala quitaestiércol se estima en 0,24 kWh por plaza y año.

Datos operativos: La operatividad del sistema es vulnerable debido al desgaste de la capa superior del suelo. Se precisa mayor investigación para optimizar la operatividad.

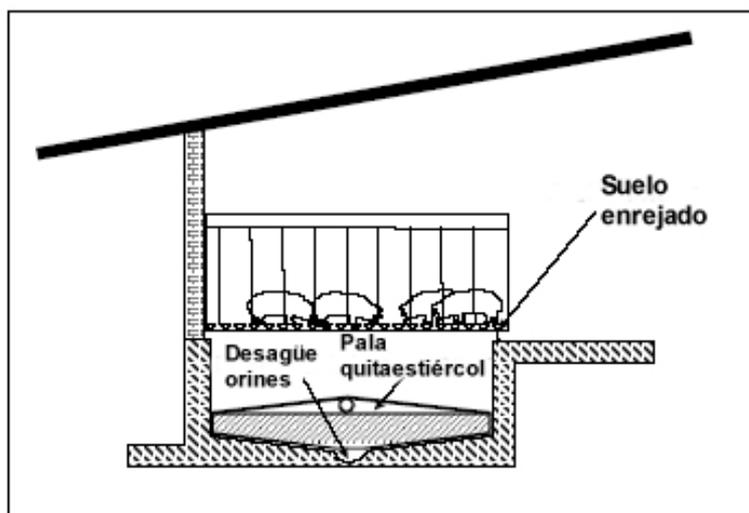


Figura 4.36: Sistema de plataforma con pala quitaejércol bajo suelo totalmente enrejado [185, Italia, 2001]

Aplicabilidad: El sistema no ha sido descrito como una posible modificación de instalaciones existentes para cochinitos destetados si se requieren cambios en el canal estercolero.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 68,65 € por plaza, y los costes operativos adicionales anuales son de 12,30 € [184, TWG ILF, 2002].

Bibliografía: [59, Italia, 1999].

4.6.3.3 Corrales o cubículos con suelo totalmente enrejado y canalones o tubos de desagüe

Descripción: Ver Sección 4.6.1.3 para la descripción del diseño del canal estercolero.

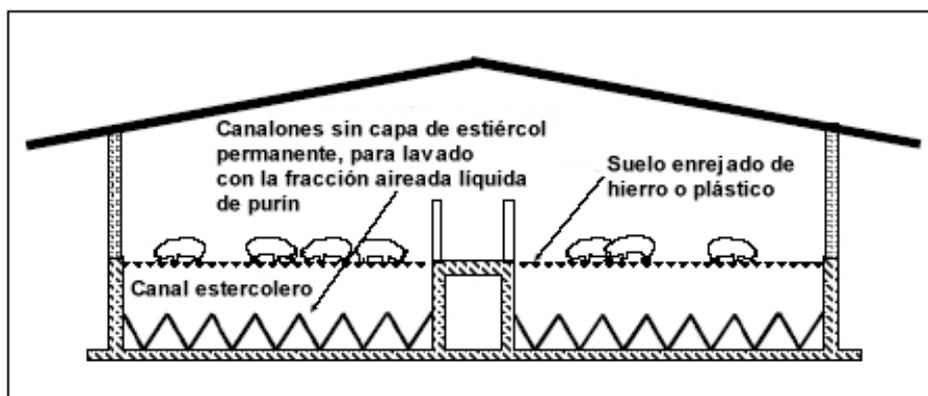


Figura 4.37: Corrales con suelo totalmente enrejado con canalones o tubos de desagüe [185, Italia, 2001]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines y la retirada del estiércol dos veces al día mediante lavado consiguen una reducción del 40% (0,36 Kg. de NH₃ por plaza y año) con purín fresco, y del 50 % (0,30 Kg. de NH₃ por plaza y año) con purín aireado.

Efectos cruzados: Este sistema consume más energía para enjuagar dos veces al día, que asciende a 1,9 kWh por cochinito al día con líquido fresco, y de 3,1 kWh por cochinito al día con purín aireado.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: Para operar este sistema fuera de la nave debe haber una instalación disponible para separar el líquido del purín, y en algunos casos para airearlo antes de poder usarlo como líquido de lavado.

Aplicabilidad: El sistema con canalones de desagüe puede aplicarse en instalaciones nuevas. En las naves existentes, su aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente. Para aplicar este sistema sólo se requieren unas pocas modificaciones (en el suelo).

Costes: Para el sistema sin aireación, los costes de inversión adicionales son de 25 € por plaza, y los costes operativos adicionales anuales son de 4,15 € por plaza. El sistema con aireación se considera muy caro [184, TWG ILF, 2002].

Bibliografía: [59, Italia, 1999].

4.6.3.4 Corrales con suelo parcialmente enrejado; el sistema de dos climas

Descripción: El estiércol se manipula en forma líquida. A menudo se desagua mediante tubos de evacuación, en los que las secciones individuales de los canales de estiércol se vacían a través de tapones en los tubos de evacuación. Los canales de estiércol pueden también evacuarse mediante compuertas. Los canales se limpian después de la retirada de cada grupo de cerdos, muchas veces en combinación con la desinfección de los corrales, es decir, a intervalos de unas 6 – 8 semanas.

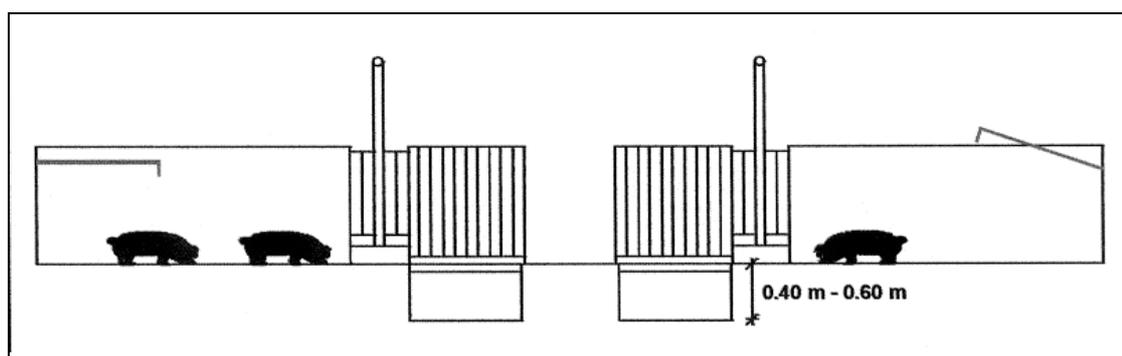


Figura 4.37: Sección transversal de una nave de cría con suelo parcialmente enrejado, dos climas [87, Dinamarca, 2000]

Beneficios medioambientales que se consiguen: Aplicando esta técnica se consigue una reducción en las emisiones de amoníaco del 334 % (0,53 Kg. de NH₃ por plaza y año). Esta técnica se ha aplicado en Dinamarca y por lo tanto su eficacia se compara con el nivel de emisiones de la referencia obtenido en Dinamarca (0,8 Kg. NH₃ por plaza y año).

Efectos cruzados: El diseño con ventilación natural consume menos energía en comparación con la referencia [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: Este tipo de nave está equipada con ventilación mecánica, bien en forma de presión negativa, bien como plantas de presión equilibrada. La ventilación se dimensiona para un caudal máximo de 40 m³ por hora por plaza. Hay disponible calefacción auxiliar en forma de calentadores – ventiladores eléctricos o una planta de calefacción central con tubos de calefacción. También se aplican diseños con ventilación natural.

Se instalan ventanas en la nave para permitir vigilar fácilmente a los cerdos.

Aplicabilidad: Este sistema es aplicable a instalaciones nuevas y existentes.

Costes: Los costes de inversión y costes operativos adicionales se estiman iguales a los del sistema de referencia [184, TWG ILF, 2002].

Instalaciones de referencia: Se estima que en Dinamarca un 30 – 40 por ciento de los cochinitos de destete, que corresponden a unas 1.600.000 plazas, están estabulados en suelos parcialmente enrejados, con pesos entre 7,5 y 30 Kg. Se espera que esta cifra vaya en aumento.

Bibliografía: [87, Dinamarca, 2000]

4.6.3.5 Corrales con suelo parcialmente enrejado y piso sólido inclinado o convexo

Descripción: El uso de suelo de cemento parcialmente sólido reduce la superficie del estiércol. La limitación de la superficie del estiércol reduce las emisiones de amoníaco. Su aplicación es posible en corrales con piso convexo. El piso convexo separa los dos canales. Su aplicación es también posible en corrales con un suelo parcialmente enrejado consistente en un piso de cemento sólido inclinado en la parte delantera del corral. Las rejillas del enrejado pueden ser de hierro o de plástico (no de cemento).

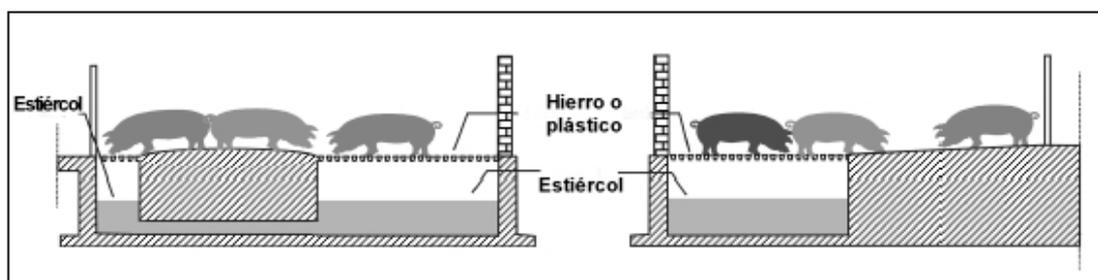


Figura 4.39: Suelo parcialmente enrejado con rejillas de hierro o plástico y piso de cemento convexo o inclinado
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines consigue una reducción del 43 % (0,34 Kg. de NH_3 por plaza y año). De hecho, la reducción sólo puede conseguirse cambiando el diseño del corral. Este diseño es similar al diseño anterior, aunque se consigue una mayor reducción, que se atribuye al piso convexo o inclinado.

Datos operativos: Se supone que es similar al sistema de referencia

Aplicabilidad: El sistema con suelo parcialmente enrejado o piso convexo puede aplicarse en instalaciones nuevas. En las instalaciones existentes, su aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente.

Costes: No se requiere inversión adicional si esta alternativa puede aplicarse en lugar de un suelo totalmente enrejado. Los costes anuales son también similares.

Instalaciones de referencia: Al menos 10.000 plazas de cochinitos han sido equipadas con este sistema en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999].

4.6.3.6 Corrales con suelo parcialmente enrejado y canal estercolero poco profundo y canal para agua vertida

Descripción: El uso de un suelo de cemento parcialmente sólido reduce la superficie del estiércol. La limitación de la superficie del estiércol reduce la emisión de amoníaco. Su aplicación es posible en corrales con suelo convexo. El suelo convexo separa los dos canales. El canal delantero se llena parcialmente con agua, ya que los cerdos no suelen utilizar la zona delantera como zona de deyección. Al canal delantero sólo van a parar concentrados de pienso desperdiciado. La principal función del agua es evitar la reproducción de las moscas.

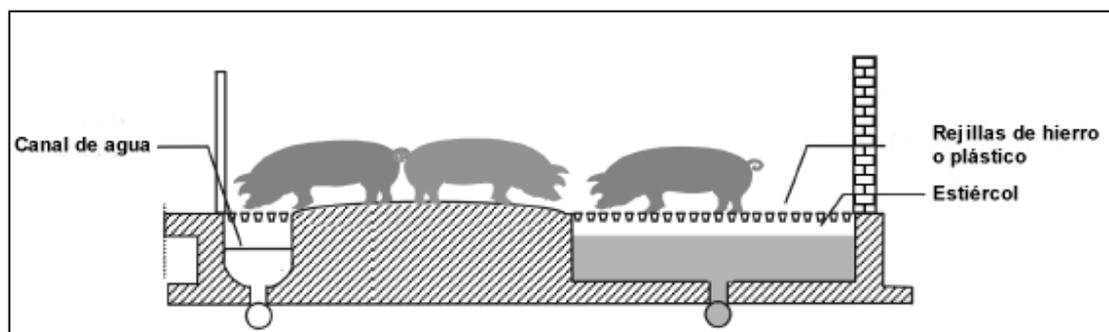


Figura 4.40: Canal estercolero poco profundo con un canal para agua vertida en la parte delantera, en combinación con un suelo convexo y rejillas de hierro o plástico [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines, junto con una rápida evacuación del estiércol en la zona enrejada, utilizando barras triangulares de hierro y retirando frecuentemente el estiércol mediante un sistema de alcantarillado reduce las emisiones en un 57 % (0,26 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Efectos cruzados: No requiere energía adicional.

Datos operativos: Se supone que es similar al sistema de referencia.

Aplicabilidad: En las instalaciones existentes, la aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente.

Costes: La inversión adicional es de 2,85 € por plaza. Los costes operativos adicionales anuales son de 0,25 € por plaza.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 250.000 plazas de cochinitos destetados se han equipado con este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.6.3.7 Corrales con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de hierro y canal de estiércol con canalones

Descripción: Ver las descripciones anteriores de sistemas con canalones de desagüe en la Sección 4.6.3.3 y la Figura 4.41. La diferencia es un canal de agua separado. Los canalones pequeños limitan la superficie del estiércol. El estiércol se retira frecuentemente mediante un sistema de lavado. El enrejado es de rejillas de hierro triangulares o barras de plástico. Los lados de los canalones deben tener una inclinación de 60 grados. Los canalones deben enjuagarse dos veces al día. El lavado se realiza mediante la fracción líquida del purín (tras la separación), y el contenido de materia seca no debe ser superior al 5%.

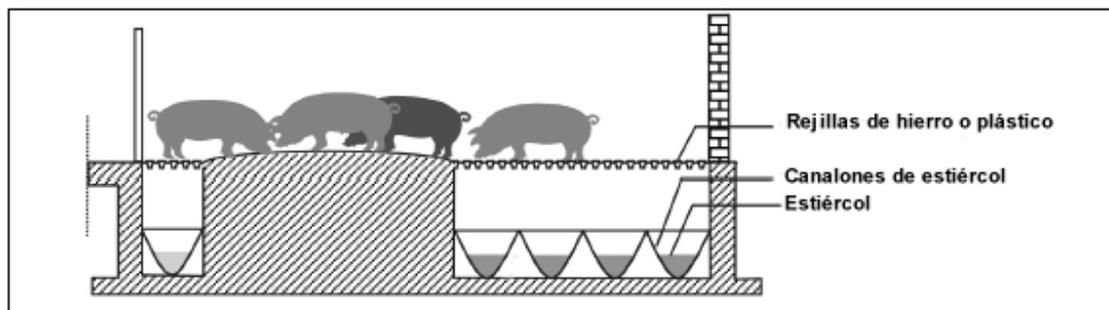


Figura 4.41: Suelo convexo con rejillas triangulares de hierro en combinación con un sistema de canales
[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines, la retirada del estiércol dos veces al día mediante lavado y la evacuación rápida del estiércol en la zona enrejada gracias a las rejillas triangulares consigue una reducción del 65 % (0,21 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Efectos cruzados: Este sistema tiene un consumo de energía adicional debido al lavado (dos veces al día) de 0,75 kWh por plaza y año.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: Para operar este sistema fuera de la nave debe haber una instalación disponible para separar el líquido del purín antes de poder usarlo como líquido de lavado.

Aplicabilidad: En las naves existentes, su aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente. Este sistema es fácilmente aplicable en corrales con un suelo central convexo o parcialmente enrejado con un piso de cemento inclinado (Sección 4.6.3.5). Para aplicar este sistema sólo son necesarias unas pocas modificaciones.

Costes: El coste de inversión adicional es de 25 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 65 % (0,60 a 0,21 Kg. de NH₃), los costes son de 64,10 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: En Holanda, unas 75.000 plazas de cochinitos destetados han sido equipadas con este sistema.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.3.8 Corrales con suelo parcialmente enrejado y pala quitaestiércol

Descripción y Aplicación: Ver Sección 4.6.1.9 y Figura 4.42. El diseño de las rejillas del enrejado puede ser de hierro o plástico (no existen rejillas de cemento).

Beneficios medioambientales: La eliminación frecuente del estiércol del canal estercolero fuera de la nave reduce las emisiones entre un 40 % (0,36 Kg. de NH₃ por plaza y año (Italia)) y 70 % (0,18 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)). El material de las rejillas de la rejilla, la frecuencia de retirada y la lisura del canal estercolero son factores que contribuyen a la reducción alcanzable.

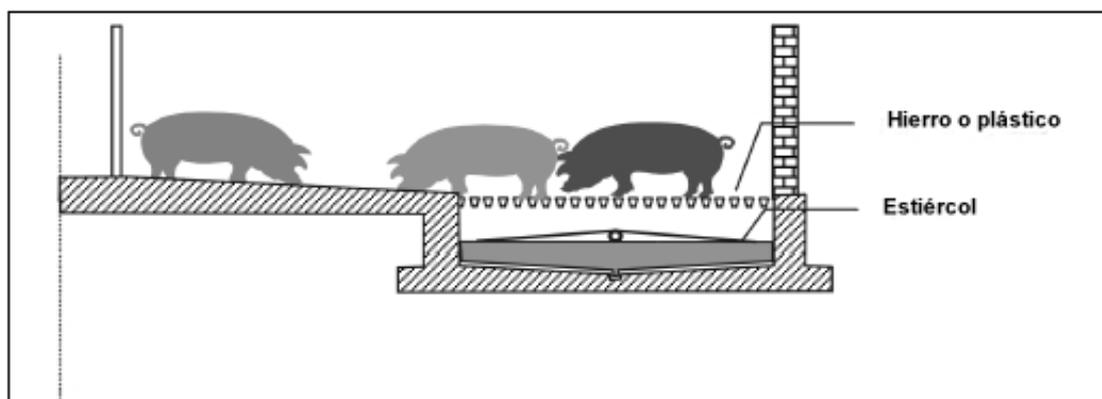


Figura 4.42: Suelo parcialmente enrejado con pala quitaestiércol
[10, Holanda, 1999]

Efectos cruzados: Se consume energía para la pala quitaestiércol, que es de alrededor de 0,15 kWh por plaza y año.

Datos operativos: El funcionamiento del sistema es vulnerable, debido al desgaste de la capa superior del suelo. Se requiere una mayor investigación para mejorar la operatividad del sistema.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 68,65 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 70 % (de 0,60 a 0,18 Kg. de NH₃), los costes son de 163,5 por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 12,30 € por plaza, o de 29,30 por Kg. de NH₃.

Instalaciones de referencia: Unas pocas plazas de cochinitos (40.000) se han equipado con este sistema en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.3.9 Corrales con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de hierro y canal de estiércol con paredes laterales inclinadas

Descripción: Las paredes laterales inclinadas reducen la superficie del estiércol, ver Figura 4.43. Esto, a su vez, reduce la emisión de amoníaco. Su aplicación es posible en corrales con suelo convexo. El suelo convexo separa los dos canales. El canal delantero está parcialmente lleno de agua, y los cerdos normalmente no emplean esta zona como zona de deyección. Al canal delantero sólo van a parar concentrados de pienso desperdiciado. La principal función del agua es evitar la proliferación de las moscas. También es posible su aplicación en corrales con suelo parcialmente enrejado consistente en un piso de cemento sólido inclinado en la parte delantera del corral. El estiércol se retira con frecuencia mediante un sistema de alcantarillado. Las rejillas son barras triangulares de hierro. La superficie del estiércol del canal estercolero no debe superar 0,07 m² por plaza. La superficie de las paredes inclinadas debe ser de un material liso para que el estiércol no se quede adherido a la misma. No es necesario disponer de una pared inclinada en la parte trasera pero, si la hay, su inclinación debe estar entre 60 y 90 grados. La pared situada junto al piso de cemento sólido debe tener una pendiente entre 45 y 90 grados.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines, junto a una rápida evacuación del estiércol de la zona enrejada gracias al uso de las barras triangulares de hierro y la retirada frecuente del estiércol mediante un sistema de alcantarillado, permite una reducción del 72 % (0,17 Kg. de NH₃ por plaza y año).

Efectos cruzados: Este sistema no requiere energía adicional en comparación con la referencia.

Datos operativos: Es similar al sistema de referencia.

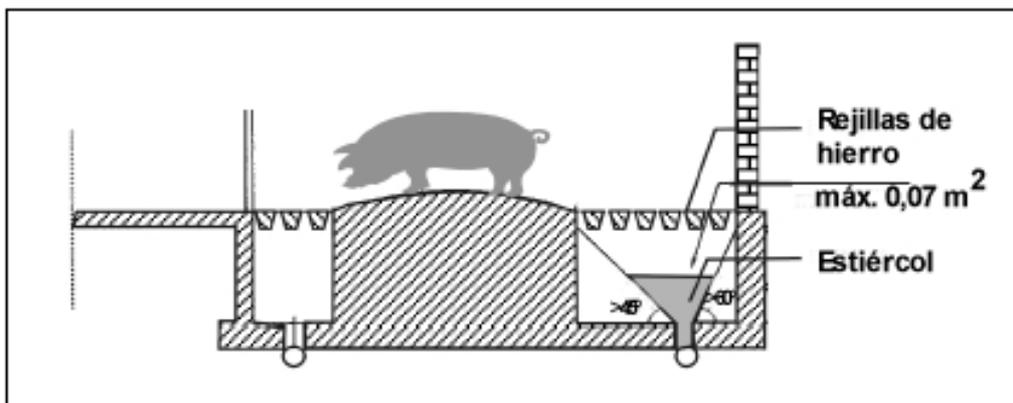


Figura 4.43: Suelo convexo con enrejado con rejillas triangulares de hierro en combinación con un sistema de alcantarillado y paredes laterales inclinadas en el canal de purines [10, Holanda, 1999]

Aplicabilidad: El sistema con paredes laterales inclinadas puede aplicarse en instalaciones existentes, con tan solo unas pocas modificaciones.

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 4,55 € por plaza. Con una reducción del 72 %, esto equivale a unos 10,58 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 0,75 € por plaza o de 1,74 € por Kg. de NH₃.

Instalaciones de referencia: Este sistema es un desarrollo reciente (1998). Actualmente, este sistema se está aplicando en la mayoría de instalaciones nuevas y remodelaciones en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999].

4.6.3.10 Corrales con suelo parcialmente enrejado y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol

Descripción, Efectos cruzados y Aplicabilidad: Ver Sección 4.6.1.5.

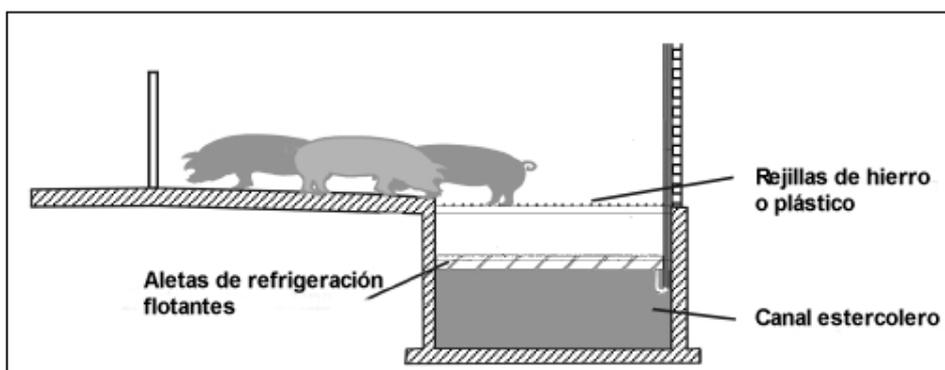


Figura 4.44: Corral para cochinitos destetados, con suelo parcialmente enrejado y refrigeración de la superficie del estiércol [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La refrigeración del estiércol, en combinación con el suelo parcialmente enrejado, ofrece la mejor reducción, del 75 % (0,15 Kg. de NH₃ por plaza y año (Holanda, Bélgica)).

Costes: Los costes de inversión adicionales son de 24 € por plaza. Con una reducción del 75 %, esto equivale a un valor de 0,6 a 0,15 Kg. de NH₃, es decir, a unos 53,30 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 4,40 € por plaza. Esto equivale a 9,75 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: Este sistema ha sido desarrollado hace pocos años. Actualmente está siendo aplicado en muchas remodelaciones y en algunas instalaciones nuevas en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.3.11 Suelo parcialmente enrejado con casetas cubiertas: Sistema de estabulación en casetas

Descripción: En mitad de la superficie hay una zona con piso sólido con alimentadores. El suelo está cubierto con una pequeña cantidad de paja para su acondicionamiento (bienestar animal). Las zonas de deyección se encuentran situadas en los lados cortos del corral. La zona de descanso cubierta está situada a lo ancho del corral. La superficie de emisión de las rejillas (triangulares de metal) es de un máximo de 0,09 m² por cochinito.

Gracias a las casetas de descanso cubiertas, la temperatura de la sala puede ser más baja de lo normal. Este sistema es también aplicable en naves con ventilación natural.

El principio operativo es que la reducción de amoniaco en comparación con la referencia es debida al pequeño tamaño del canal estercolero. La presencia de algo de paja en el piso de cemento sólido evita que se ensucie el suelo.

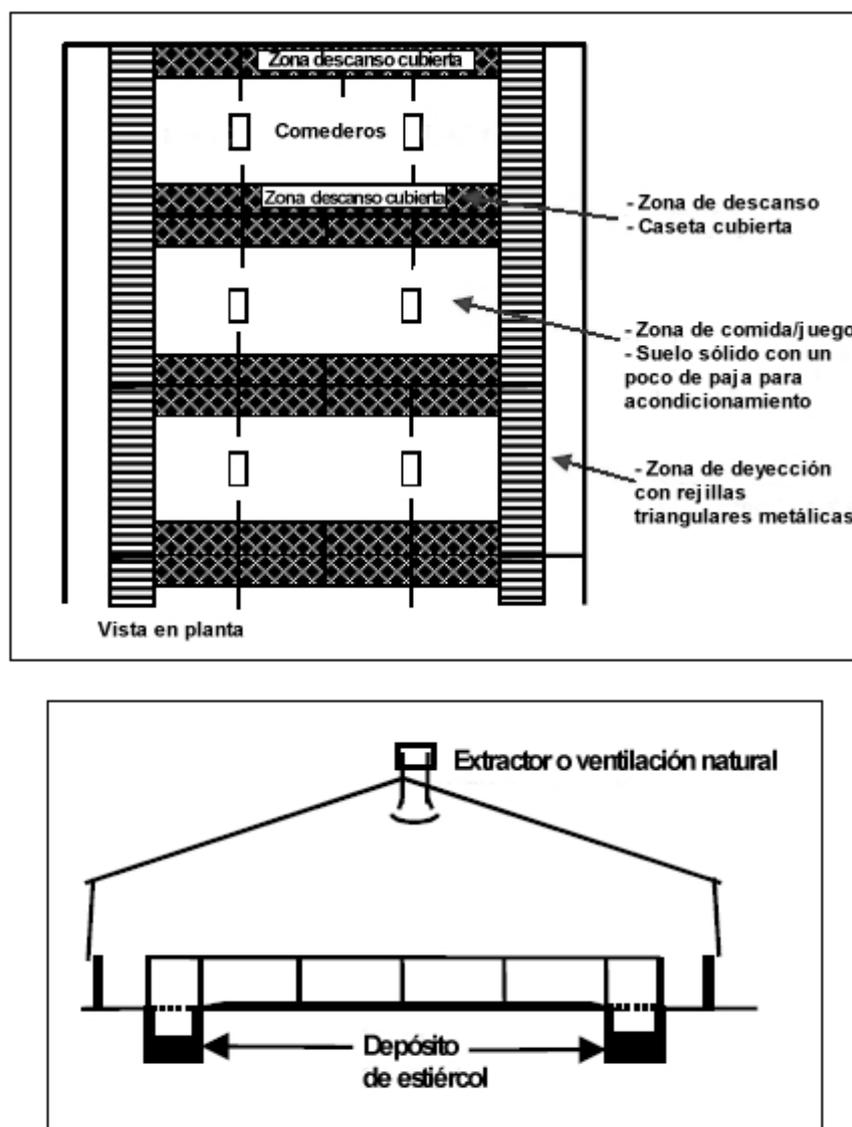


Figura 4.45: Sistema de estabulación en casetas [187, IMAG-DLO, 2001]

4.6.3.12 Corrales con suelo de cemento sólido y cama de paja: ventilación natural

Descripción: El suelo de cemento sólido está casi totalmente cubierto con una cama de paja u otro material ligno-celulósico que absorba los orines e incorpore las heces. Se obtiene estiércol sólido, que debe ser retirado con frecuencia con el fin de evitar que la cama se humedezca demasiado. En las regiones con climas más fríos, la superficie del suelo puede dividirse de modo que una caseta cubierta o refugio totalmente aislado o con calefacción proporcione una zona de descanso para los cochinitos destetados con acceso a una zona de deyección totalmente recubierta con cama de paja. En la caseta o refugio se coloca algo de paja. El sistema se aplica a cochinitos de destete de hasta 25 Kg. de peso vivo.

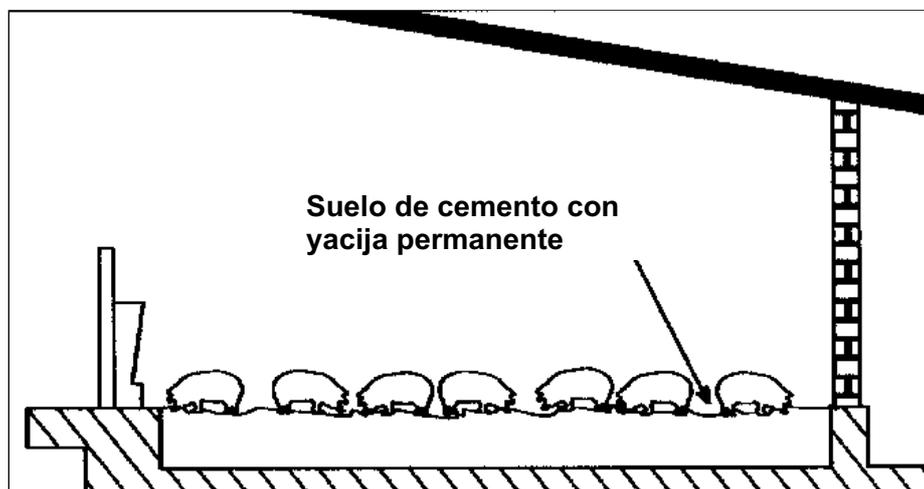


Figura 4.46: Corrales con suelo de cemento sólido con yacija: ventilación natural [189, Italia/UK, 2002]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La emisión de amoníaco se desconoce.

Aplicabilidad: El sistema puede aplicarse en todas las instalaciones nuevas. Para instalaciones ya existentes, puede aplicarse en naves con pisos de cemento sólido. Los detalles del diseño varían.

Datos operativos: Se espera que el uso de paja permita a los cochinitos de destete controlar la temperatura por sí mismos en los lugares en los que no se utilizan casetas o refugios aislados, con lo que no se requiere energía adicional para calefacción.

Efectos cruzados: El sistema se recomienda por motivos de bienestar de los animales. La producción de estiércol sólido en lugar de estiércol líquido (purín) se considera una ventaja desde el punto de vista agrícola. La materia orgánica incorporada a los campos mejora las características del suelo, reduciendo la circulación y lixiviación de nutrientes a los cursos de agua.

El olor puede ser un problema sino se utiliza suficiente paja [184, TWG ILF, 2002].

Costes: Los costes de inversión se espera que sean del mismo orden que los de la técnica de referencia. Los costes operativos anuales se espera que sean mayores [184, TWG ILF, 2002].

Instalaciones de referencia: Granja Sartori (Parma) en Italia. Alrededor del 4 % de los cochinitos destetados en Italia se estabulan en sistemas con cama completa. En el Reino Unido son comunes las casetas y refugios (con calefacción) en asociación con sistemas de cama completa, con tamaños de grupo de alrededor de 100 cerdos desde 7 Kg. (destete) hasta 15 o 20 Kg.

Bibliografía: [185, Italia, 2001] [189, Italia/UK, 2002]

4.6.4 Técnicas de estabulación integradas para cerdos de engorde/acabado

En la Tabla 4.24 se presentan las técnicas de estabulación que pueden constituir MTD para cerdos de acabado. La mayoría de alternativas que se presentan han sido descritas en la sección sobre estabulación e cerdas en apareamiento y gestación.

Técnica de referencia: La técnica de referencia para cerdos de engorde/acabado es un suelo totalmente enrejado con fosa de estiércol, con un nivel de emisión asociado entre 2,9 y 3,0 Kg. de NH_3 por plaza y año. Italia reporta un consumo de energía para ventilación artificial estimado en 21,1 kWh por plaza y año [185, Italia, 2001], mientras que Alemania reporta un rango de 20 a 30 kWh por plaza y año para ventilación artificial [124, Alemania, 2001]

Es el sistema más comúnmente aplicado, y se describe en la Sección 2.3.1.4.1..

Para descripciones e imágenes de las técnicas, se hace referencia a los apartados de la Sección 4.6.1 anterior. En esta sección sólo se presentan los párrafos relevantes de cada técnica si son distintos de lo descrito en la Sección 4.6.1. Esto es válido para:

- Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío (Sección 4.6.1.1)
- Suelo totalmente enrejado con lavado de una capa de estiércol permanente en canales (Sección 4.6.1.2)
- Suelo totalmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (Sección 4.6.1.3).

Los siguientes diseños con suelo parcialmente enrejado para cerdos de engorde/acabado han sido descritos y discutidos en la Sección 4.6.1:

- Suelo parcialmente enrejado con fosa de estiércol debajo (Sección 4.6.1.4)
- Suelo parcialmente enrejado con sistema de vacío (Sección 4.6.1.6)
- Suelo totalmente enrejado con lavado de una capa de estiércol permanente en canales situados debajo (Sección 4.6.1.7)
- Suelo totalmente enrejado con pala quitaestiércol (Sección 4.6.1.9).

En Alemania, también se aplican corrales con suelos parcialmente enrejados con un canal estercolero poco profundo a ambos lados de un suelo convexo (ver Sección 4.6.3.6). Al parecer este sistema no produce emisiones reducidas en comparación con la referencia, ya que las emisiones de amoníaco son de unos 3 (2 – 5) Kg. de NH_3 por plaza y año. Los costes de este diseño (suelo sólido en el centro o en un lado) son del mismo orden.

Sección	Sistema de estabulación	Reducción de NH ₃ (%)		Consumo de energía (kWh/plaza /año)	
	Cerdos estabulados en grupo sobre suelo totalmente enrejado, con ventilación artificial y canal estercolero de recolección debajo (referencia)	2,39 (Dinamarca) a 3,0 (Italia, Holanda, Alemania) Kg. NH ₃ /plaza /año		21,1 (Italia) 20 a 30 (Alemania)	
4.6.1.1	STE con sistema de vacío	25		igual o menos que la referencia	
4.6.1.2	STE con canales de lavado	sin aireación	30	22,8 ¹	
		con aireación	55	40,3 ¹	
4.6.1.3	STE con canalones/tubos de desagüe	sin aireación	40	18,5 ¹	
		con aireación	55	32,4 ¹	
4.6.1.4	SPE con canal estercolero reducido	20 a 33		igual que la referencia	
4.6.4.4	SPE con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol	rejillas cemento	50	más que la referencia	
		rejillas metal	60	más que la referencia	
4.6.1.6	SPE con sistema de vacío	rejillas cemento	25	igual que la referencia	
		rejillas metal	35	igual que la referencia	
4.6.1.7	SPE con canales de lavado	sin aireación	50	21,7 ¹	
		con aireación	60	38,5 ¹	
4.6.4.1	SPE con canalones/tubos de desagüe	sin aireación	rejillas cemento	60	14,4 ¹
			rejillas metal	65	14,4 ¹
		con aireación	70	30 ¹	
4.6.4.2	SPE con canal con paredes laterales inclinadas	rejillas cemento	60	igual que la referencia	
		rejillas metal	66	igual que la referencia	
4.6.4.3	SPE con paredes inclinadas y sistema de vacío	rejillas cemento	60	igual que la referencia	
		rejillas metal	66	igual que la referencia	
4.6.1.9	SPE con pala quitaestiércol	rejillas cemento	40	más que la referencia	
		rejillas metal	50	más que la referencia	
4.6.4.5	SPE + zona exterior/cama	30		12,6 ¹	
4.6.4.6	SPE con rejillas triangulares y casetas	36		mucho menos que la referencia	
4.6.4.7	SPE cama completa/frontal abierto	- 33 ²		mucho menos que la referencia	
4.6.4.8	SPE + Pasillo exterior con cama	20 a 30		2,43	

1) Sólo para retirada de estiércol dado que no se aplica ventilación)

2) Una reducción negativa indica un aumento en las emisiones

Tabla 4.24: Niveles de eficacia de las técnicas de alojamiento integradas para nuevas instalaciones para cerdos de engorde/acabado

4.6.4.1 Suelo parcialmente enrejado con canalones o tubos de desagüe (SPE con canalones de desagüe)

Descripción: (ver también Sección 4.6.1.8): Los canalones pequeños limitan la superficie del estiércol. Esto reduce las emisiones de amoníaco. Su aplicación es también posible en corrales con suelo parcialmente enrejado con un piso de cemento sólido inclinado en la parte delantera del corral. El

estiércol es retirado frecuentemente (una o dos veces al día) por un sistema de lavado. El enrejado tiene rejillas triangulares de hierro. El canal de purines tiene una anchura mínima de 1,10 metros. Los canalones deben tener una pendiente de 60 grados. Los canalones se enjuagan con la fracción líquida fresca del estiércol o con purines aireados.

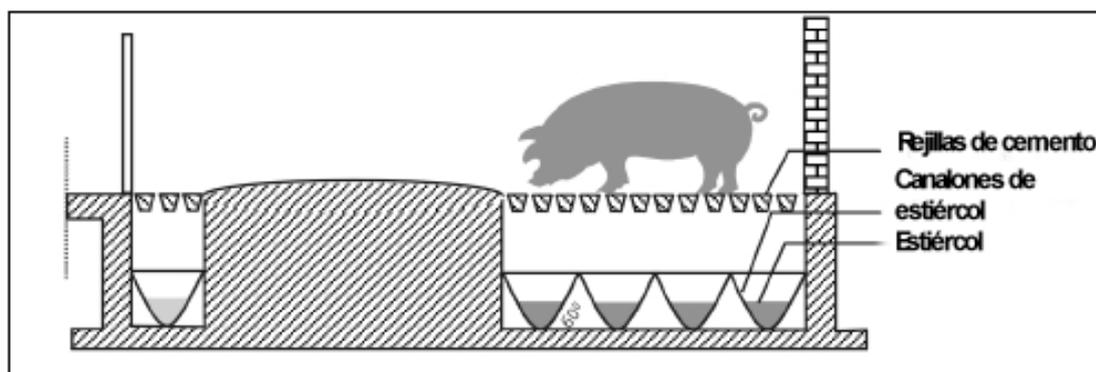


Figura 4.47: Suelo convexo, con rejillas de cemento (o triangulares de hierro) en combinación con un sistema de canalones [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines, la retirada del estiércol dos veces al día mediante lavado, y la evacuación rápida del estiércol de la zona enrejada si se utilizan barras triangulares de hierro consiguen una reducción del 60 – 65 %. El lavado con purines aireados puede conseguir una reducción en las emisiones de amoníaco del 70 %.

Diversos datos reportados son:

- 0,9 Kg. de NH_3 por plaza y año (Italia) con rejillas de cemento y lavado con purines aireados.
- 1,0 Kg. de NH_3 por plaza y año (Holanda, Bélgica) con rejillas triangulares de hierro y lavado con purines aireados.
- 1,2 Kg. de NH_3 por plaza y año (Holanda, Bélgica, Italia) con rejillas de cemento y lavado con purines aireados.

Efectos cruzados: Los niveles de consumo de energía son:

- 1 a 1,5 kWh por plaza y año para lavado.
- 5,1 kWh por plaza y año para separación de la fracción líquida del purín.
- 7,2 kWh por plaza y año para aireación.

Si no se aplica ventilación artificial en este sistema, como por ejemplo en Italia, la energía total consumida es menor que con suelo totalmente enrejado con ventilación artificial.

Los máximos de olor debidos al lavado pueden causar molestias cuando los receptores vivan cerca de la granja. Los máximos son más elevados si el lavado se hace sin aireación, y menores si se hace con aireación. Debe decidirse en cada caso si es preferible una carga global (aplicando un sistema sin lavado) o valores máximos de olor [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: La aplicación de este sistema requiere una instalación (tanque) para separar la fracción líquida de los purines antes de poder usarla o tratarla, en el caso de su aireación, y luego devolverla por bombeo para su uso en el lavado.

Aplicabilidad: El sistema con canalones de desagüe puede aplicarse en instalaciones nuevas. En las instalaciones existentes, la aplicabilidad depende del diseño del canal estercolero existente.

Costes: Se ha reportado que los costes de aplicación del sistema con rejillas de enrejado de cemento son considerables, aunque parecen variar. Los datos de Holanda indican costes de inversión de 59 € por plaza. Esto significa que con una reducción del 60 % los costes son de unos 32,77 € por Kg. de NH_3 eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 9,45 € por plaza o 5,25 € por Kg. De NH_3 . Los datos de Italia indican costes negativos (es decir, beneficios) en comparación con el sistema de referencia por valor de (-/-) 2,96 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Se ha reportado que los costes de aplicación del sistema con rejillas triangulares de hierro son ligeramente superiores que en los sistemas con rejillas de cemento, pero dan un porcentaje de reducción relativamente mayor. Los costes de inversión adicionales son de 79 € por plaza. Esto equivale, con una reducción del 65 %, a 40 € por Kg. de NH_3 . Los costes anuales adicionales son de 12,50 € por plaza o 6,25 € por Kg. de NH_3 eliminado.

Instalaciones de referencia: Este sistema se aplica en Italia y en Holanda (unas 50.000 plazas de cría). Sólo recientemente (a principios de 1999) ha sido desarrollado para cerdos de acabado.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999], [59, Italia, 1999] y [185, Italia, 2001].

4.6.4.2 Suelo parcialmente enrejado con canal de estiércol con paredes laterales inclinadas

Descripción: Las paredes laterales inclinadas reducen la superficie del estiércol. Esto, a su vez, reduce la emisión de amoníaco. Su aplicación es posible en corrales con suelo convexo. El suelo convexo separa los dos canales. El canal delantero está parcialmente lleno de agua, y los cerdos normalmente no emplean esta zona como zona de deyección. Al canal delantero sólo van a parar concentrados de pienso desperdiciado. La principal función del agua es evitar la proliferación de las moscas. También es posible su aplicación en corrales con suelo parcialmente enrejado consistente en un piso de cemento sólido inclinado en la parte delantera del corral. El estiércol se retira con frecuencia mediante un sistema de alcantarillado. El canal de purines tiene una anchura de al menos 1,10 metros. La superficie del estiércol del canal de purines no debe superar $0,18 \text{ m}^2$ por plaza. La superficie de las paredes inclinadas debe ser de un material liso para que el estiércol no se quede adherido a la misma. No es necesario disponer de una pared inclinada en la parte trasera pero, si la hay, su inclinación debe estar entre 60 y 90 grados. La pared situada junto al piso de cemento sólido debe tener una pendiente entre 45 y 90 grados. Las rejillas del enrejado son de cemento.

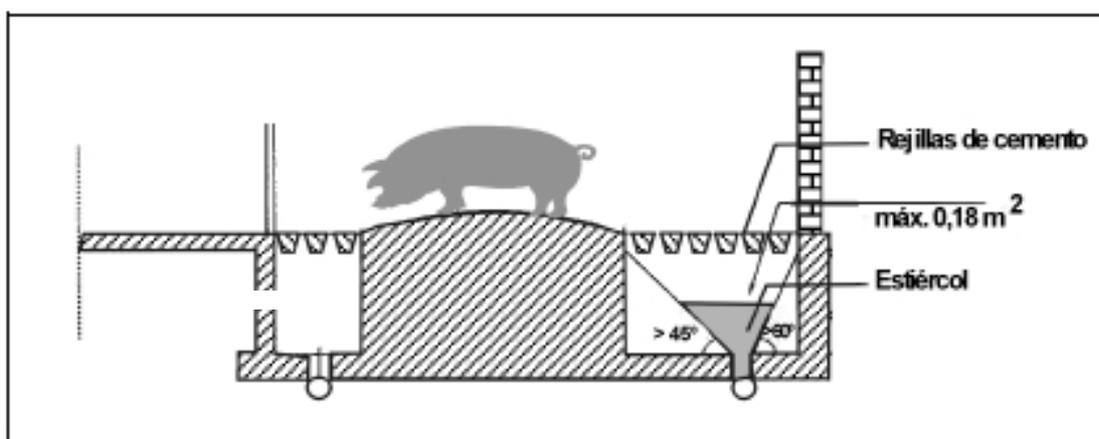


Figura 4.48: Suelo convexo con rejillas de cemento y paredes laterales inclinadas en el canal estercolero

[10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: La limitación de la superficie del estiércol en el canal estercolero, junto a la retirada frecuente del estiércol mediante un sistema de alcantarillado, permite una reducción del 60 % (1,2 Kg. de NH_3 por plaza y año) con rejillas de cemento, y de un 66 % (1,0 Kg. de NH_3 por plaza y año) en el caso de barras triangulares de hierro.

Efectos cruzados: Este sistema no requiere energía adicional.

Datos operativos: Es similar al sistema de referencia.

Aplicabilidad: El sistema con paredes laterales inclinadas puede aplicarse en instalaciones nuevas. En las instalaciones existentes, su aplicabilidad depende de las dimensiones del canal estercolero existente. Para la aplicación de este sistema sólo se requieren unas pocas modificaciones y apenas son necesarios cambios en la técnica o el régimen de manejo. La superficie del estiércol debe ser como máximo de $0,18 \text{ m}^2$ por plaza.

Costes: Los costes adicionales de inversión son de 3,00 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 60% (es decir, de 3,0 a 1,2 Kg. de NH₃), los costes son de alrededor de 1,65 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 0,50 € por plaza. Esto equivale a 0,28 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Para enrejado con barras de hierro, los datos de costes son ligeramente distintos. Los costes de inversión adicionales son de 23 € por plaza. Esto equivale, con una reducción del 65 %, a unos 12 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 15 € por plaza o 2,70 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: El sistema con barras de hierro triangulares fue desarrollado a mediados de los noventa y ha sido aplicado en muchas instalaciones nuevas y remodelaciones en Holanda.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999].

4.6.4.3 Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido, incluidas paredes inclinadas y sistema de vacío

Descripción: Ver Sección 4.6.4.2, donde se describe el sistema de paredes inclinada, y Sección 4.6.1.1, donde se describe el sistema de vacío. La combinación de los efectos positivos de estas dos técnicas produce el sistema SPE con canal estercolero reducido, incluidas paredes inclinadas y un sistema de vacío.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Gracias a la limitación de la superficie del estiércol en el canal de purines y a la retirada frecuente del estiércol mediante un sistema de vacío, se estima que la emisión podría reducirse en al menos un 60% con rejillas de cemento y en un 66 % con rejillas triangulares de hierro.

Efectos cruzados: Dado que el sistema se opera manualmente, no se requiere energía adicional. Se sugiere que el vacío creado al abrir las válvulas elimina los aerosoles creados durante la evacuación de los purines.

Datos operativos: Es similar al sistema de referencia.

Aplicabilidad: El sistema con paredes laterales inclinadas puede aplicarse en instalaciones nuevas. En las instalaciones existentes, su aplicabilidad depende de las dimensiones del canal estercolero existente. Para aplicar este sistema sólo se requieren unas pocas modificaciones y apenas son necesarios cambios en la técnica o el régimen de manejo. La superficie del estiércol debe ser como máximo de 0,18 m² por plaza.

Costes: Los costes adicionales de inversión son de 3,00 € por plaza. Los costes operativos adicionales anuales son de 0,50 € por plaza. El sistema adicional de vacío puede suponer algunos costes adicionales.

Para el enrejado con barras de hierro, los datos de costes son ligeramente distintos. Los costes de inversión adicionales anuales son de 23 € por plaza.

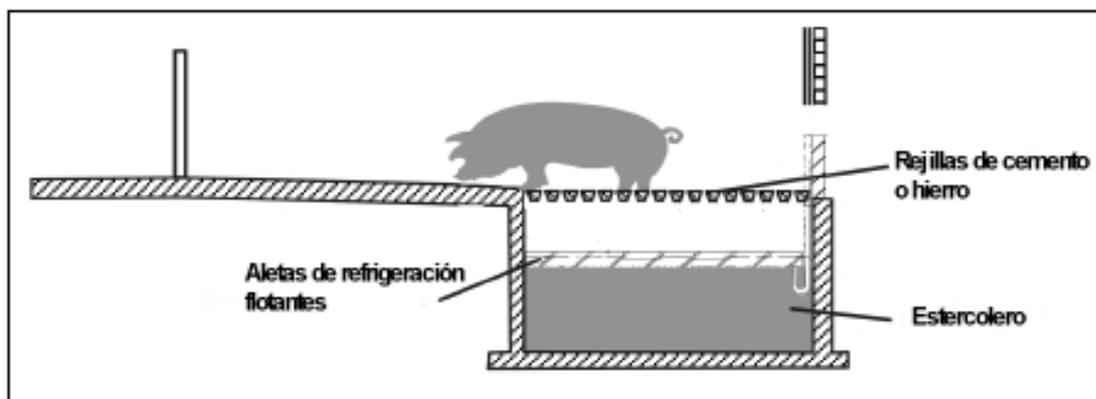
Instalaciones de referencia: Esta combinación de técnicas todavía no ha sido aplicada.

Bibliografía: [185, Italia, 2001] [10, Holanda, 1999] [184, TWG ILF, 2002]

4.6.4.4 Suelo parcialmente enrejado con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol

Descripción, Efectos cruzados y Aplicabilidad: Ver Sección 4.6.1.5.

Descripción adicional: Este sistema se aplica asimismo con rejillas o barras triangulares de hierro en lugar de rejillas de cemento [186, DK/NL, 2002].



[F16]

Figura 4.49: Corral de cría con suelo parcialmente enrejado con rejillas de cemento o triangulares de hierro y aletas de refrigeración de la superficie del estiércol [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales que se consiguen: El agua fría que fluye por las aletas situadas sobre el estiércol enfría la superficie del estiércol reduciendo la evaporación de amoníaco en porcentajes similares a los del sistema anterior, 50 – 60 % según el material y el tipo de rejillas de rejilla aplicadas (1,2 – 1,5 Kg. de NH₃ por plaza y año).

Costes:

Rejillas de cemento: Los costes de inversión adicionales son de 30,40 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 50 % (es decir, de 3,0 a 1,5 Kg. de NH₃), los costes son de 20 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 5,50 € por plaza. Esto equivale a 3,65 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Rejillas triangulares de hierro: Para rejillas triangulares de hierro, los costes de inversión adicionales se calculan en 43 € por plaza. Esto significa que, con una reducción del 60 %, los costes son de 24 € por Kg. de NH₃ eliminado. Los costes operativos adicionales anuales son de 8 € por plaza o de 4,50 € por Kg. de NH₃ eliminado.

Instalaciones de referencia: En Holanda, alrededor de 20.000 plazas de cría están equipadas con este sistema. Este sistema ha sido desarrollado recientemente (principios de 1999). Actualmente se está aplicando en algunas remodelaciones y en algunas instalaciones nuevas.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999] [186, DK/NL, 2002]

4.6.4.5 Suelo parcialmente enrejado con retirada rápida del estiércol y pasillo exterior con cama (SPE + PE con cama)

Descripción: Además de un suelo parcialmente enrejado, se aplica un pasillo exterior con cama, ver Figura 4.50. El canal estercolero interno permite que los cerdos defequen si no pueden alcanzar el corredor externo ya ocupado por sus congéneres dominantes. El estiércol recogido en el canal estercolero debajo del enrejado se retira con alguno de los sistemas de retirada descritos anteriormente.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones se reducen a 2,1 Kg. de NH₃ por plaza y año, que equivale a un 30 % de la cifra para el suelo totalmente enrejado.

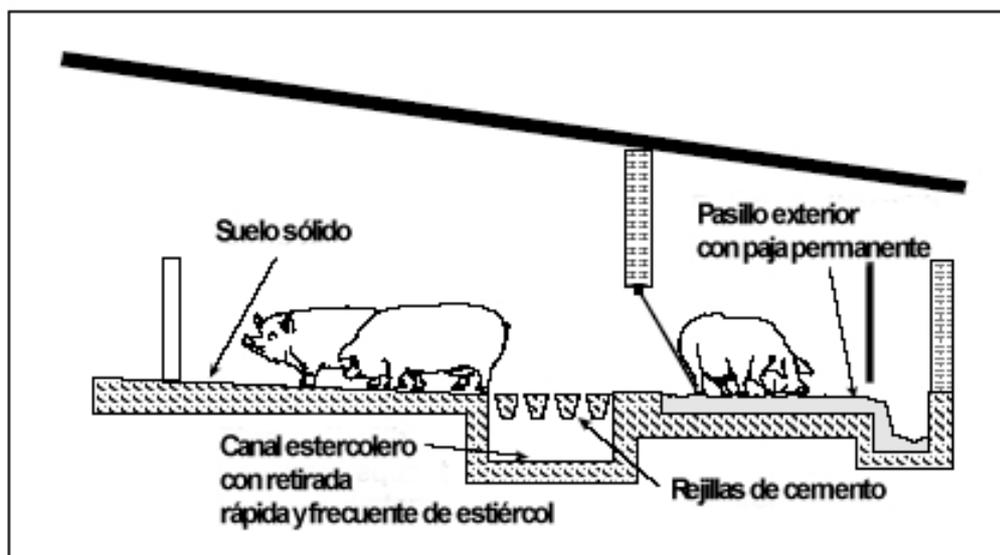


Figura 4.50: Suelo parcialmente enrejado con retirada rápida de estiércol y pasillo externo con cama
[185, Italia, 2001]

Efectos cruzados: Se requiere energía para la retirada del estiércol del canal estercolero situado debajo del suelo enrejado, así como para la retirada del estiércol sólido del canal estercolero del pasillo exterior. El consumo de energía para la retirada de estiércol se ha estimado en 12,6 kWh por plaza y año. El consumo global de energía es menor que el del sistema de referencia, dado que no se aplica ventilación artificial [184, TWG ILF, 2002].

El uso de cama de paja en todas las zonas funcionales no está considerado como práctica común para los cerdos gordos en Italia, que normalmente se alimentan con pienso líquido, ya que la cama de humedece demasiado en muy poco tiempo. El uso de cama de paja sólo en el pasillo exterior evita este efecto negativo y al mismo tiempo mantiene la producción de estiércol sólido. El estiércol sólido se aplica en el suelo como fertilizante, donde tiene un efecto positivo en la estructura del suelo.

El olor puede ser un problema si no se utiliza bastante paja [184, TWG ILF, 2002].

Costes: Para instalaciones nuevas, los costes de inversión se estiman iguales que los del sistema de referencia. Los costes operativos anuales se estima que son algo mayores que los del sistema de referencia. En las situaciones de modernización de una instalación, se espera que los costes sean mucho mayores que los de la referencia [184, TWG ILF, 2002].

Bibliografía: [59, Italia, 1999] [185, Italia, 2001]

4.6.4.6 Suelo parcialmente enrejado con caseta cubierta: sistema de estabulación en caseta cubierta

Descripción, Aplicabilidad, Datos operativos, Costes: Ver Sección 4.6.3.11.

Descripción Adicional: El sistema sólo se diferencia del sistema aplicado para cochinitos de destete en la superficie emisora de las rejillas (triangulares de metal), que para los cerdos de acabado es de un máximo de 0,14 m² para cerdos de hasta 50 Kg., y de 0,29 m² para cerdos de más de 50 Kg. Este sistema tiene un bajo consumo energético debido a la baja temperatura ambiente.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco se reducen en un 36 % en comparación con la referencia, dejando una emisión de amoníaco de 1,9 Kg. de NH₃ por plaza y año.

Bibliografía: [187, IMAG-DLO, 2001]

4.6.4.7 Suelo de cemento sólido con cama de paja y clima exterior

Descripción: Los cerdos están estabulados en un corral grande o dos corrales pequeños con un pasillo central en medio para alimentación y control. La parte frontal de la nave es abierta y tienen ventilación natural. Se suministra paja en abundancia a los cerdos, que les ofrece protección contra las bajas temperaturas. El estiércol (mezclado con paja) se retira como estiércol seco con palas cargadoras al terminar cada ciclo de engorde.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Las emisiones de amoníaco son similares o superiores a las del sistema de referencia (totalmente enrejado) en un 33 % (3 – 4 Kg. de NH₃ por plaza y año).

Efectos cruzados: No hay consumo energético de ventilación. Los niveles de olor son bajos en las inmediaciones de la nave, si se aplica bastante paja. Produce un estiércol mezclado con paja, que puede proporcionar un estiércol bien estructurado.

El sistema puede causar grandes montones de estiércol en las zonas de deyección, que no son favorables desde el punto de vista de las condiciones climáticas o de las emisiones al exterior.

Datos operativos: Este sistema requiere evidentemente más mano de obra, pero la absorción con paja y la retirada del estiércol puede mecanizarse de forma eficaz. Las cantidades de paja aplicadas son de 1,2 Kg. por cerdo y día. El sistema es espacioso pero requiere zonas de cemento despejadas en verano en las plazas de alimentación, para que los cerdos puedan refrescarse. En las regiones con climas cálidos, la cama de paja completa no se suele aplicar.

Costes: En comparación con la referencia, los costes operativos adicionales son de unos 8 € por plaza y año, aunque esto depende del precio de la paja. Los costes de inversión de la instalación son mucho menores que el sistema de referencia.

Instalaciones de referencia: Se aplica en algunas granjas, por ejemplo en el Reino Unido y Alemania. No está muy extendido todavía, pero puede recibir más atención debido a consideraciones sobre bienestar animal.

Bibliografía: Hojas de especificaciones (Modelo 6) en [124, Alemania, 2001]

4.6.4.8 Suelo de cemento sólido con pasillo exterior con cama de paja (SCS + PE con cama)

Descripción: Ver **Figura 2.28**. Una puerta pequeña permite que los cerdos puedan salir a defecar en un pasillo exterior con suelo de cemento cubierto de paja (0,3 Kg. de paja por cerdo al día) que tiene una ligera inclinación (4 %) y que finaliza en un pasillo lateral de estiércol con una pala quitaestiércol. Al moverse por el pasillo exterior, los animales empujan la paja con el estiércol al canal lateral. Todo el estiércol cae en el canal y es separado por la pala a un nivel inferior, y una vez al día se arroja a una cinta de estiércol. El canal lateral está vallado, dejando espacio para que pasen los residuos.

Una pala quitaestiércol retira el estiércol (3 – 7 Kg. de sólido por cerdo al día) a un montón de estiércol sólido. El estiércol se mueve a lo largo de un canal que tiene una zona perforada justo antes del lugar donde el estiércol es arrastrado hacia arriba hacia el montón de estiércol, lo que permite desaguar la mayor parte del líquido. El montón de estiércol en sí también tiene desagüe, y bajo el lugar de almacenamiento el líquido se recoge en un estanque adecuado (unos 0,5 – 2 litros de líquido por cerdo al día).

Beneficios medioambientales que se consiguen: Se consigue una reducción de las emisiones de amoníaco del 20 al 30 % en comparación con el sistema totalmente enrejado.

Efectos cruzados: El consumo de energía del sistema es de unos 6 kWh, funcionando 0,5 horas al día en una nave para 450 cerdos.

El uso de paja en el suelo sólido dentro de la nave no se recomienda para los cerdos gordos de Italia, ya que normalmente se alimentan con pienso líquido, y la paja se humedece excesivamente en muy poco tiempo. El uso de cama de paja sólo en el pasillo exterior evita este efecto negativo y al mismo tiempo mantiene la producción de estiércol sólido. El estiércol sólido se aplica en el suelo como fertilizante en lugares donde tenga un efecto positivo en la estructura del suelo.

El olor podría ser un problema si no se utiliza suficiente paja [184, TWG ILF, 2002].

Datos operativos: La ventilación es natural y se opera manualmente. Se aplica un sistema automático de alimentación (por fases) y de abrevado. No se requiere calefacción.

Costes: Los costes de inversión de las instalaciones nuevas se estima que son iguales a los del sistema de referencia. Los costes operativos van desde un coste adicional de 6,00 € por cerdo y año a un beneficio de 1,09 € por cerdo y año en comparación con la referencia [184, TWG ILF, 2002]

Bibliografía: [185, Italia, 2001]

4.6.5 Medidas de final de proceso (end of pipe) para la reducción de las emisiones a la atmósfera de la estabulación de cerdos

4.6.5.1 Biolavador

Descripción: En este sistema, todo el aire de ventilación del corral se pasa a través de un biofiltro. Una biocapa formada en las superficies del material de relleno absorbe el amoniaco, que a su vez es reducido por microbios. La circulación de agua mantiene la biocapa húmeda y disponibilidad de nutrientes para los microorganismos.

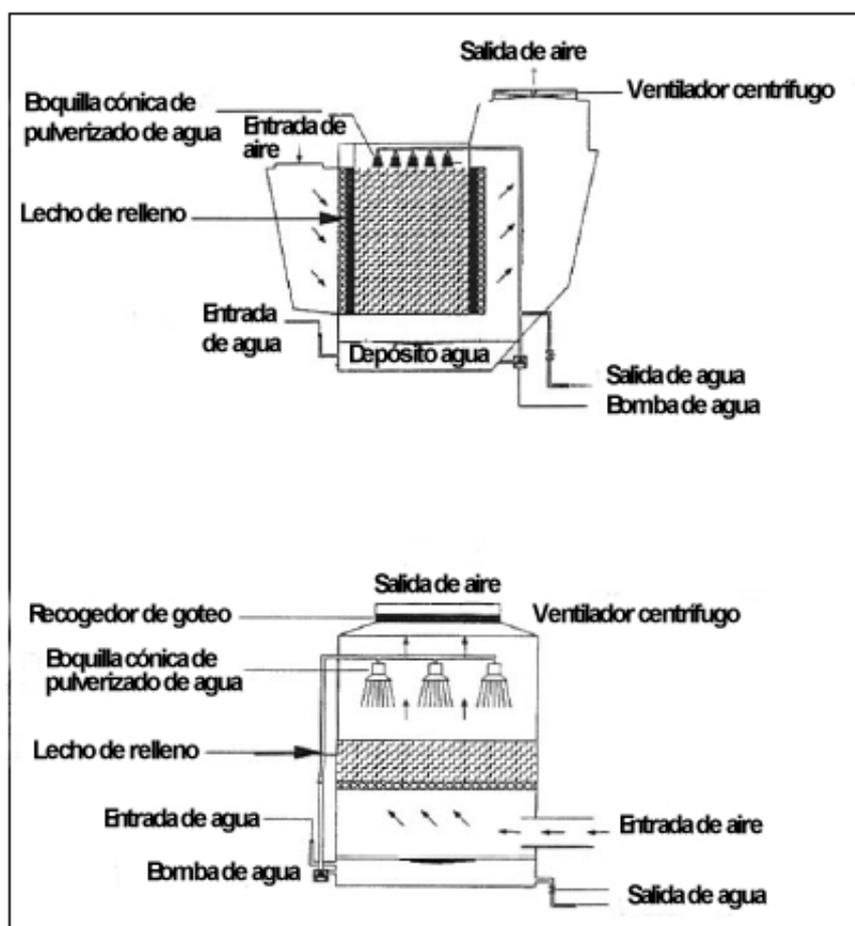


Figura 4.51: Dos diseños de biolavador [10, Holanda, 1999]

Beneficios medioambientales conseguidos y Costes: Se resumen en la Tabla 4.25.

Efectos cruzados: El consumo de agua aumenta en aproximadamente 1 m³ por plaza y año, por lo que se produce un efluente adicional que debe ser evacuado. El requisito de evacuación puede limitar la aplicación de este sistema. Este sistema tiene un mayor consumo de energía (35 kWh adicionales por plaza). Para cochinitos de destete, el consumo adicional de energía es menor, de unos 8 kWh por plaza.

Los sistemas de limpieza del aire residual pueden aumentar considerablemente la resistencia al flujo de los sistemas de ventilación forzada. Con el fin de garantizar los caudales de aire necesarios, particularmente en verano, pueden ser necesarios ventiladores de mayor capacidad con un mayor requisito de potencia específica. Además, se requiere energía para operar las bombas de circulación de agua en los biolavadores y para operaciones de humidificación en biofiltros.

Biolavador de alto rendimiento	Categorías de cerdos			
	Cerdas apar./gest.	Cerdas parturientas	Cochinitos destetados	Cerdos de acabado
Porcentaje de reducción (%)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)
Costes de inversión adicionales (€/plaza)	111,35	111,35	10	49
Costes de inversión adicionales (€/Kg.NH ₃)	38,4	19,2	23,8	22,25
Costes operativos adicionales anuales (€/plaza)	16,7	32,75	3,35	16,7
Costes eliminación adicionales año (€/kg NH ₃)	5,50	5,61	5,58	8,9
Referencias (plazas)	1.000	sin datos	sin datos	100.000 (Holanda)

Nota: Los costes se calculan con una eficacia de eliminación del 70 %

Tabla 4.25: Resumen de las reducciones en las emisiones de amoníaco y de los costes de un biolavador para distintas categorías de cerdos

Aplicabilidad: Este sistema es muy fácil de aplicar tanto en instalaciones nuevas como en remodelaciones de instalaciones existentes que ya apliquen ventilación artificial bajo una presión de aire negativa. El diseño y el tamaño del corral no son críticos para la aplicabilidad del sistema. No se requieren adaptaciones dentro de la nave, pero este sistema no puede aplicarse en naves con ventilación natural sin canalizar el flujo de aire de la nave, y normalmente se aplica naves con ventilación forzada (bajo una presión de aire negativa). Puede ser necesario un filtro de polvo cuando los niveles de polvo sean más elevados (sistemas con paja), lo que aumenta la presión en el sistema y también eleva el consumo de energía.

Instalaciones de referencia: Este sistema se desarrolló hace unos pocos años en Holanda. Ahora se está aplicando en algunas remodelaciones de instalaciones.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.6.5.2 Lavador químico húmedo

Descripción: Todos el aire de ventilación del corral se hace pasar a través de una unidad de lavado químico. En esta unidad se bombea un líquido de lavado ácido. Cuando el aire ventilado entra en contacto con el líquido de lavado, el amoníaco es absorbido y del sistema sale aire limpio. En este sistema se suele utilizar ácido sulfúrico. También puede usarse ácido clorhídrico.

Principio operativo: Absorción de amoníaco: $2 \text{ NH}_3 + \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{ NH}_4^+ + \text{ SO}_4^{2-}$. (Para imagen, ver Figura)

Beneficios medioambientales conseguidos y Costes: Ver Tabla 4.26.

Efectos cruzados: El efluente del lavador contiene niveles elevados de sulfato o cloruro, según el tipo de ácido utilizado. El efluente debe desecharse, lo que puede limitar la aplicabilidad del sistema. Este sistema tiene un mayor consumo de energía en comparación con el anterior sistema de limpieza de aire. De nuevo, los niveles varían con las categorías de cerdos.

Lavador químico húmedo alto rendimiento	Categorías de cerdos			
	Cerdas apar./gest.	Cerdas parturientas	Cochinillos destetados	Cerdos de acabado
Porcentaje máximo de reducción (%)	90	90	90	90
Costes de inversión adicionales (€/plaza)	62,75	83,65	9	43
Costes de inversión adicionales (€/kg NH ₃)	16,5	11,15	16,65	15,95
Costes operativos adicionales anuales (€/plaza)	25,05	28	3	14
Costes eliminación adicionales año (€/kg NH ₃)	6,96	3,89	5,56	5,19
Consumo de energía adicional	52,5	100	10	55
Referencias (plazas)	2.000	sin datos	sin datos	100.000 (Holanda)

Nota: Los costes se calculan con una eficacia de eliminación del 90 %

Tabla 4.26: Resumen de la reducción de las emisiones de amoníaco y de los costes de un lavador químico húmedo para distintas categorías de cerdos

Aplicabilidad: Este sistema es muy fácil de aplicar tanto en instalaciones nuevas como en la remodelación de instalaciones existentes en las que ya se aplique ventilación artificial bajo presión de aire negativa. El diseño y el tamaño del corral no son críticos en la aplicabilidad del sistema. No se requieren adaptaciones en el interior de la nave, aunque este sistema no puede aplicarse en naves con ventilación natural sin canalizar primero el flujo de aire de la nave. Normalmente se aplica en naves con ventilación forzada (bajo una presión de aire negativa).

Instalaciones de referencia: Este sistema ha sido desarrollado hace pocos años. Actualmente se está aplicando en algunas situaciones de remodelación de instalaciones existentes.

Bibliografía: [10, Holanda, 1999]

4.7 Técnicas para la reducción del olor

Los datos sugieren que las dietas bajas en proteínas reducen las emisiones de amoníaco y de los compuestos olorosos. El olor puede reducirse asimismo de distintas formas, como:

- Mediante buenas prácticas de limpieza
- Almacenando el estiércol en el exterior en un depósito cubierto.
- Evitando que pasen corrientes de aire sobre el estiércol.

Para limitar los olores, se han desarrollado tiempos y técnicas de aplicación del estiércol en la tierra. Se aplican algunas técnicas adicionales para reducir el olor en las proximidades de las granjas con ventilación forzada. No obstante, la aplicabilidad, los efectos cruzados y los costes pueden limitar la adopción de las siguientes técnicas:

- Lavador: Ver biolavador y lavador químico húmedo en las Secciones 4.5.6.1 y 4.6.5.2.
- Biodegradación: Pasando el aire de la nave a través de un biofiltro de material vegetal fibroso, los elementos olorosos son descompuestos por bacterias. Su eficacia depende del contenido de humedad, de la composición, del flujo de aire por metro cuadrado de lecho del filtro, y de la altura del filtro. En particular, el polvo puede ser un problema, al crear una fuerte resistencia al aire.
- Canal de salida de aire horizontal: Esto no produce una reducción del olor, sino que desvía el punto de emisión del aire de la nave a un lado distinto de la granja, con el fin de reducir el posible impacto para los objetos sensibles al olor (áreas residenciales).
- Dilución de la concentración, que se explica más adelante y se basa en un adecuado diseño de la nave y un correcto dimensionado de la ventilación.

Dilución de sustancias olorosas: La concentración de sustancias olorosas en un lugar sensible depende, esencialmente, del grado de dilución de las sustancias olorosas emitidas durante el transporte por la corriente de aire. Los factores importantes que afectan la concentración de contaminantes son:

- El caudal de sustancias olorosas
- La distancia desde el origen
- La altura efectiva del origen.

Además, la dilución atmosférica aumenta con el grado de turbulencia en la atmósfera y en la corriente de aire. Pueden conseguirse turbulencias mecánicas mediante la colocación eficaz de barreras al flujo (Ej. vegetación).

Condiciones de evacuación: Los principios de ventilación natural y ventilación forzada producen distintas condiciones de evacuación del aire residual. Mientras que las aberturas de salida del aire de la nave están limitadas a una sección transversal estrecha en el caso de naves con ventilación forzada, en las naves con ventilación natural pueden ser bastante grandes. En estas naves, las secciones transversales por las que entra y sale el aire son ajustables según las condiciones meteorológicas y climáticas del exterior de la nave, y según los requisitos específicos de ventilación del ganado dentro de la nave. Estos dos sistemas tienen en común las corrientes térmicas ascendentes en la nave, causadas por el calor emitido por el ganado y la posible presencia de calefacción.

Esencialmente, debe asegurarse un flujo sin restricción de entrada y salida de aire externo en las proximidades inmediatas de la granja (aproximadamente de 3 a 5 veces la altura de la nave). Con ventilación forzada, el uso de la zona en la inmediata vecindad de la nave determina las condiciones de evacuación a seleccionar, como ventilación a través de una pared al patio, o chimeneas altas de evacuación en el tejado. En el caso de naves con ventilación natural, un olor local puede considerarse aceptable, si el énfasis está predominantemente en el efecto de las emisiones de la nave en zonas más alejadas.

Ventilación forzada: Por regla general, en las naves con ventilación forzada el énfasis en términos de reducción del impacto medioambiental está en conseguir una dilución suficiente del aire residual con el viento. A fin de proteger el vecindario local, podría ser recomendable que los flujos de aire emitidos pasen a una altura mínima determinada, por encima de esta zona. Para poder realizar la evacuación por encima y más allá de las viviendas locales, el aire residual debe ser transferido a un flujo de aire externo, elevando la altura de la fuente de olor de forma que se minimice la retención del penacho de aire residual en las inmediaciones de las construcciones (efecto de desplome). Esto puede conseguirse aumentando la velocidad de salida del aire residual y/o elevando la altura de la chimenea de evacuación del aire residual.

El aire residual debe evacuarse a través de chimeneas de altura suficiente, en dirección vertical ascendente a través del tejado y a la atmósfera, sin sombreretes o cubiertas que dificulten el flujo. Con este fin, debe examinarse la zona local y la ubicación de la instalación con el fin de determinar si, por ejemplo, la chimenea de evacuación del aire residual podría elevarse a un mayor nivel en el tejado de, por ejemplo, un edificio con techo a dos aguas en el que el techo se eleva por encima de la nave del ganado.

El penacho de aire residual puede recibir un impulso adicional ascendente aplicándole un mayor impulso mecánico aumentando la velocidad de evacuación del aire residual. La velocidad del aire residual puede, por ejemplo, aumentarse a lo largo del año mediante la activación secuencial de una batería de ventiladores en un conducto central de aire residual.

La instalación de un ventilador adicional de derivación sólo es eficaz como medida de reducción del impacto medioambiental en ciertos casos y para la zona local, y normalmente tiende a no tener efecto. Aparte del aumento en los costes de inversión y el consumo de energía, también deben tenerse en cuenta las emisiones adicionales de ruido.

En la planificación de un sistema de evacuación de aire residual, es importante considerar las influencias de las naves de estabulación y de las barreras para el flujo de aire en el entorno inmediato de los lados tanto de barlovento como de sotavento (Ej. el tejado de los edificios circundantes o árboles). Las naves y las barreras para el flujo de aire producen un efecto de desplome del penacho.

En el caso de una sola nave de ganado, el efecto de desplome depende de la relación entre la altura efectiva de la fuente y la altura de la nave. El efecto de desplome describe la influencia de la nave sobre el penacho de aire residual y la reducción subsiguiente en la altura efectiva de la fuente. El flujo de aire sin restricciones se consigue a una altura que corresponde al doble de la altura de la nave.

Las aberturas de ventilación en las paredes laterales pueden contemplarse como deseables en casos individuales si disponen de una cubierta deflectora que dirige el aire residual hacia el suelo, y si el aire se dispersa en el lado que no mira a la zona sensible que requiere protección. Cuando se comparan los efectos causados por la ventilación en pared lateral por una parte y la evacuación del aire residual a través del tejado por la otra, la contaminación del aire ambiente que se registra en lugares alejados tiende a ser similar.

En el caso de instalaciones con varias naves de ganado, la posición y la altura de las fuentes de aire residual desempeñan un papel secundario en relación con su impacto en términos de contaminación del aire ambiente en lugares alejados. En tales casos, la superficie total de la instalación puede ser tan grande que los penachos de aire residual descendan a nivel de suelo dentro de la misma instalación, incluso si las alturas de las fuentes originales son grandes. En este caso, la instalación en su conjunto se considera que tiene el mismo efecto que una sola fuente a nivel de suelo.

Ventilación natural: Con el fin de asegurar una eficacia funcional suficiente con ventilación natural, deben cumplirse ciertos requisitos, como por ejemplo los siguientes:

- Angulo del tejado de al menos 20° para ventilación a través de ranuras en el tejado, con el fin de generar la suficiente corriente ascendente.
- Diferencia media de altura de al menos 3 m entre las aberturas de entrada de aire y las aberturas de salida de aire residual en la ventilación por chimenea.
- Dimensionado de las aberturas de entrada de aire y de salida de aire residual para que estén de acuerdo con la población de animales y la altura de elevación térmica de la corriente ascendente.
- Caballete del tejado en dirección transversal a la dirección predominante del viento.

Si las naves están situadas antes o después de un sistema de estabulación abierto, debe asegurarse que la nave del ganado no esté situada en zonas con movimiento de aire muy bajo o acelerado. La distancia desde la nave a los edificios vecinos debe ser de al menos 3 a 5 veces la altura de dichos edificios vecinos.

En el caso de instalaciones porcinas y avícolas, la instalación de dispositivos que cambien las secciones de las aberturas de entrada de aire y de salida de aire residual ha demostrado tener éxito.

Alineando la nave de cría en relación con la dirección predominante del viento, puede ejercerse una influencia decisiva tanto en las condiciones medioambientales internas de la nave como en las emisiones que emanan de la misma. Se producen distintos campos de concentración y velocidad, según si la nave está sujeta a un flujo transversal, diagonal o paralelo al caballete del tejado. Con los patrones de flujo paralelo al caballete en particular, el grado de ventilación en comparación con los patrones de flujo transversal se reduce en aproximadamente un 50%. Es en estas condiciones en las que se producen las mayores concentraciones de sustancias olorosas y de amoníaco en la nave.

Con el fin de combatir este efecto, las aberturas en la pared del gablete pueden potenciar el caudal inducido por el viento. Las aberturas en el centro del caballete facilitan adicionalmente el flujo térmico de la corriente ascendente. Con una abertura de ranura que corra a lo largo de todo el caballete, se consiguen mayores caudales de ventilación que con chimeneas. El eje del caballete de la nave debe por lo tanto estar alineado con el viento para que a lo largo del año la dirección predominante del viento produzca el mejor efecto de ventilación posible. Las aberturas de entrada de aire y de salida de aire residual con ventilación en alero-caballete deben estar dimensionadas de modo que en periodos de elevadas temperaturas exteriores haya todavía suficiente circulación de aire. De lo contrario, deben abrirse las puertas, lo que normalmente tiene como consecuencia que las emisiones se dispersen a nivel del suelo y de forma incontrolada.

Según el estado actual de la técnica, los sistemas de estabulación de diseño abierto con grandes secciones transversales laterales, ranuras en el caballete del tejado y aberturas en el extremo del gablete, situadas en una posición estable, pueden considerarse deseables en términos del impacto sobre lugares alejados (Ej. establos con boxes con zonas funcionales separadas).

4.8 Técnicas para la reducción de las emisiones en el almacenamiento

La Directiva sobre Nitratos (91/676/CEE) establece disposiciones mínimas sobre el almacenamiento en general, con la finalidad de proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la polución, y disposiciones adicionales sobre el almacenamiento en Zonas Vulnerables a los Nitratos. Algunas de las técnicas se describen en las secciones siguientes, pero otras mencionadas en la citada Directiva sobre Nitratos no se tratan por falta de datos.

4.8.1 Reducción de las emisiones del almacenamiento de estiércol sólido

4.8.1.1 Práctica general

El almacenamiento de estiércol sólido sobre un suelo sólido impermeable evita las fugas al suelo y a las aguas subterráneas. El equipamiento del almacén con desagües y la conexión de éstos con un pozo permiten la recogida de la fracción líquida y del líquido de escorrentía producido por el agua de lluvia. Es práctica común de los granjeros disponer de instalaciones de almacenamiento para estiércol sólido de suficiente capacidad hasta realizar su tratamiento o aplicación ulterior. Ver también Sección 2.5. La capacidad depende del clima, que determina los periodos en los que la aplicación al suelo no es posible o no está permitida.

Para reducir el olor, la localización del almacén en la granja es importante, y debe tenerse en cuenta la dirección general del viento. La posición preferida del almacén es en un lugar alejado de objetos sensibles en la vecindad de la granja, aprovechando asimismo las barreras naturales como árboles o diferencias de elevación. Asimismo, pueden construirse paredes (de madera, ladrillo o cemento) para proteger los montones de estiércol. Estas pueden servir como pantallas contra el viento, y la abertura del almacén debe estar a sotavento de la dirección predominante del viento.

La gallinaza seca debe almacenarse en una zona cubierta. En cobertizos cerrados, la condensación puede evitarse mediante una ventilación apropiada. La rehumidificación de la gallinaza debe evitarse, ya que produciría la emisión de sustancias olorosas. Los cobertizos de almacenamiento de gallinaza no deben ser tan altos que permitan que se produzca la pirólisis de la gallinaza almacenada.

Los montones temporales de estiércol en el campo deben estar a distancia suficiente de los cursos de agua. En Finlandia, por ejemplo, cualquier montón debe estar a un mínimo de 100 metros de cursos de agua, acequias principales o pozos domésticos, y a 5 metros de regueros de agua [125, Finlandia, 2001]. En el Reino Unido, las distancias aplicadas son de 10 metros a cursos de agua, y de 50 metros a fuentes, pozos, perforaciones u otras fuentes para consumo [190, BEIC, 2001].

Para montones en el campo que se aplican en el mismo lugar cada año, también deben aplicarse suelos impermeables. Si predominan los suelos arcillosos y los montones cambian de posición, no cabe esperar que haya acumulación de cantidades nocivas de nutrientes, por lo que no es necesario aplicar medidas especiales en la parte inferior del montón. Para evitar que entre agua en el montón de estiércol, debe evitarse la acumulación de agua de lluvia en la base del montón.

Los montones de estiércol también suelen cubrirse, para reducir la circulación de líquido y el desprendimiento de amoníaco (y de olor).

4.8.1.2 Aplicación de una cubierta a montones de estiércol sólido

Descripción: Esta técnica se aplica principalmente al estiércol de broilers y a la gallinaza seca de ponedoras. Consiste en aplicar materiales de cubierta a los montones y pilas de estiércol en el campo. La cubierta puede ser de turba, aserrín, virutas, o una cubierta impermeable de un plástico estable a la radiación UV. La finalidad de esta cubierta es reducir la evaporación de amoníaco y evitar la escorrentía del agua de lluvia.

El principio en que se basa la aplicación de turba fue reportado por [125, Finlandia, 2001]: El uso de turba (capa de 10 cm) se basa en su capacidad para fijar cationes. El amoníaco es absorbido por la turba, en una reacción química en la que la molécula de NH_3 se transforma en un ión NH_4 fijado. Cuanto mayor es la acidez de la turba, más amoníaco puede absorber.

Si se aplica cubierta, los montones deben cubrirse de inmediato al formarlos, dado que la mayor parte del amoníaco se evapora durante los primeros días.

Efectos cruzados: La turba y el aserrín secos absorben el agua de lluvia. No obstante, la paja no es un buen material de cubierta, dado que no absorbe el amoníaco y además impide la formación de una corteza natural en la superficie del estiércol. La formación de una corteza evita la evaporación de amoníaco de la superficie fresca del estiércol situado debajo, mucho mejor que un manto de paja. No obstante, la turba es un recurso no renovable, lo que podría ser un motivo que desaconsejara su uso para la cubierta de montones de estiércol [190, BEIC, 2001].

Es evidente que las cubiertas impermeables pueden reutilizarse si se aplican debidamente, mientras que otros materiales deberán adquirirse para cada nuevo montón de estiércol. Estos otros materiales de cubierta, como la turba, se incorporan al estiércol, y luego son tratados (y aplicados) como parte del estiércol. La turba no supone ningún riesgo para los animales de pasto.

No está claro si una cubierta de plástico causa reacciones (anaeróbicas) en el montón de estiércol que puedan producir una reducción en la calidad del estiércol o que puedan afectar a las emisiones durante su diseminación en la tierra.

Datos operativos: La información fue obtenida en condiciones operativas y climáticas normales. El uso de materiales de cubierta como aserrín o virutas puede ser menos eficaz en climas secos o ventosos [192, Alemania, 2001]

Aplicabilidad: En muchas zonas, es práctica común, por motivos prácticos, crear montones de estiércol provisionales en el campo. La aplicación de cubiertas es relativamente fácil, dado que no se requieren maquinarias o equipos complejos. La gallinaza de broilers recubierta de turba es muy adecuada para su apilado en montones en el campo, dado que no se desprende líquido y prácticamente toda el agua de lluvia es absorbida en el montón. La turba utilizada como cubierta absorbe el amoníaco de forma eficaz.

Costes: Los costes se consideran muy bajos. Se reducen a la compra del material de cubierta y a su aplicación en el montón (mano de obra, energía).

Instalaciones de referencia en la UE: Se aplica a modo de prueba.

Bibliografía: [125, Finlandia, 2001]

4.8.1.3 Almacenamiento de gallinaza en granero o cobertizo

Descripción: La gallinaza sólida se suele almacenar en un granero o cobertizo. Es retirada de la nave de cría mediante palas cargadoras o mediante una cinta transportadora, siendo transportada al lugar de almacenamiento, donde puede permanecer durante largo tiempo. El granero es normalmente una construcción cerrada simple con suelo y techo impermeables. Esta dotado de aberturas de ventilación y de una puerta de acceso para transporte.

Beneficios medioambientales: La desecación de la gallinaza en la instalación reduce las emisiones a la atmósfera de compuestos gaseosos (amoníaco). Para mantener bajas las emisiones de compuestos gaseosos, debe mantenerse un porcentaje relativamente elevado de materia seca en la gallinaza sólida. Esto se ve favorecido manteniendo la gallinaza seca protegida contra influencias externas como la lluvia y la luz solar.

Efectos cruzados: Los niveles de olores pueden mantenerse bajos, pero pueden verse afectados por las condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Es importante tener suficiente ventilación para evitar condiciones anaeróbicas.

Si se planea construir un nuevo granero o cobertizo, debe tenerse en cuenta que ésta es una fuente potencial de olor, por lo que debe estudiarse su situación con respecto a objetos sensibles en los alrededores de la granja.

Datos operativos: La gallinaza queda a resguardo del clima exterior por la estructura del granero o cobertizo.

Aplicabilidad: Si hay bastante espacio disponible en la granja, no hay límites a la construcción de un nuevo granero o cobertizo para el almacenamiento de gallinaza sólida. Pueden usarse graneros o cobertizos existentes, pero debe prestarse atención a la impermeabilidad del suelo.

Costes: Los costes se componen de los costes de construcción y de mantenimiento. Para un granero o cobertizo existente, puede ser necesario renovar el suelo.

Instalaciones de referencia en la UE: El almacenamiento de gallinaza en graneros o cobertizos se aplica en casi todos los Estados Miembros.

Bibliografía: [26, LNV, 1994], [125, Finlandia, 2001]

4.8.2 Reducción de las emisiones del almacenamiento de purines

4.8.2.1 Aspectos generales

Es una práctica bastante común que las granjas tengan instalaciones de almacenamiento de purines, con el fin de disponer de suficiente capacidad hasta realizar su ulterior tratamiento o aplicación, ver también Sección 2.5. La capacidad depende del clima, que determina los periodos en los que la aplicación al suelo no es posible o no está permitida. Por ejemplo, la capacidad puede ser distinta para un estiércol producido en una granja a lo largo de 4 a 5 meses en un clima mediterráneo, al producido a lo largo de un periodo de 7 a 8 meses en condiciones atlánticas o continentales, o al producido a lo largo de un periodo de 9 a 12 meses en regiones nórdicas [191, EC, 1999].

Los depósitos de purines o estercoleros pueden estar contruidos de modo que se minimice el riesgo de fuga de la fracción líquida, ver también Sección 2.5.4.1. Se construyen utilizando mezclas de cemento apropiadas, y aplicando un revestimiento a las paredes de un tanque de cemento, o aplicando una capa impermeable a planchas de acero. Después de vaciar un depósito de purines, es conveniente realizar un procedimiento de inspección y mantenimiento, con el fin de evitar el riesgo de fugas posteriormente.

La aplicación de válvulas dobles en los conductos utilizados para vaciar el depósito minimiza el riesgo de un vertido accidental de purines en los terrenos de la granja y en los alrededores (aguas superficiales).

Las emisiones a la atmósfera durante el periodo de almacenamiento pueden reducirse mediante:

- Un menor diámetro del depósito o una menor área de contacto con el viento en la interfase del estiércol líquido.
- Trabajar con un menor nivel de llenado del depósito (funciona debido al efecto de protección contra el viento creado por las paredes libres).

El vertido del purín líquido en estercoleros abiertos debe hacerse lo más cerca posible del fondo del depósito (llenado interior por debajo de la superficie del líquido).

La homogeneización y el bombeo de circulación del estiércol líquido deben hacerse preferiblemente cuando el viento no esté soplando hacia los lugares sensibles que requieran protección.

Para reducir las emisiones de aire del almacenamiento de purines, es importante reducir la evaporación de la superficie del purín. Puede mantenerse una velocidad de evaporación baja si la agitación del purín se mantiene al mínimo y se realiza sólo antes de vaciar el tanque de purines para la homogeneización de las materias en suspensión.

Se aplican varios tipos de cubiertas para reducir las emisiones de amoníaco y de componentes olorosos del almacenamiento de purines, ver Secciones 4.8.2.2, 4.8.2.3 y 4.8.2.4. Debe evitarse que la temperatura del purín aumente hasta un punto en el que puedan producirse reacciones bioquímicas, ya que éstas pueden producir olores desagradables y una degradación de la calidad del purín.

Generalmente, cubrir el estercolero es eficaz, pero puede plantear problemas en su aplicación, funcionamiento y seguridad. Se han realizado estudios para evaluar estos problemas, pero sólo se ha llegado a la conclusión de que se requieren más datos: Los datos cuantificados sobre aspectos medioambientales (emisiones, contenido de nutrientes) y sobre costes son también escasos, lo que no permite una fácil evaluación de las alternativas.

4.8.2.2 Aplicación de una cubierta rígida a depósitos de purines

Descripción: Las cubiertas rígidas son cubiertas herméticas de cemento o paneles de fibra de vidrio con una plataforma o forma cónica. Cubren por completo la superficie del estiércol, evitando la entrada del agua y de la nieve. La cubierta de depósitos pequeños es en general más sencilla que la cubierta de depósitos grandes. Si la cubierta es de un material más ligero, la luz cubierta puede ser mayor que para cubiertas de cemento, pudiendo sobrepasar los 25 m con un apoyo central.

Efectos cruzados os: Pueden generarse gases tóxicos. Es posible que no tengan una relevancia medioambiental inmediata, pero deben considerarse por motivos de seguridad.

Aplicabilidad: Las cubiertas rígidas se instalan al mismo tiempo que el depósito. La incorporación de una cubierta a un depósito existente se considera cara. La vida útil mínima de estas cubiertas es de 20 años.

Costes: Se reportaron costes en un estudio realizado en el Reino Unido [142, ADAS, 2000]: para tanques de cemento con diámetros de 15–30 m, el rango de costes es de 150 – 225 €/m² (1999). Para cubiertas rígidas de plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), los costes están entre 145 y 185 € por m². Este coste se considera generalmente demasiado elevado.

Bibliografía: [125, Finlandia, 2001], [142, ADAS, 2000]

4.8.2.3 Aplicación de una cubierta flexible a depósitos de purines

Descripción: Las cubiertas flexibles o en forma de tienda tienen un mástil central con radios que bajan desde su parte superior. Una membrana de tejido se extiende sobre los rayos y se fija mediante una serie de tirantes alrededor del depósito. Hay un tubo circular situado en el exterior del depósito, alrededor de su perímetro, justo por debajo de su parte superior. La cubierta se tensa sobre el depósito mediante tirantes uniformemente distribuidos situados entre el cerco de tubo y el cerco de la tienda formada por la cubierta.

El mástil y los radios están diseñados para soportar cargas a causa del viento y la nieve. Hay orificios de ventilación para liberar los gases que puedan acumularse bajo la cubierta. La cubierta incorpora asimismo una abertura para un tubo de entrada y una escotilla que puede abrirse para inspeccionar el contenido del depósito.

Beneficios medioambientales: Se han reportado reducciones de las emisiones de amoníaco del 80–90%.

Efectos cruzados: Pueden generarse gases tóxicos. Es posible que no sean de importancia medioambiental, pero deben tenerse en consideración por motivos de seguridad. La formación de H₂S puede causar algo de corrosión, que puede afectar a la construcción. La recuperación y utilización de metano del biogás puede ser una posibilidad, pero con un coste adicional.

Aplicabilidad: En un estudio realizado en el Reino Unido se observó que las cubiertas tipo tienda pueden aplicarse en el 50–70 % de los depósitos de acero existentes con sólo pequeñas modificaciones. Normalmente, éstas consisten en acoplar una banda adicional en ángulo alrededor del cerco del depósito, para reforzarlo. Las cubiertas tipo tienda pueden montarse en los depósitos de cemento existentes sin modificaciones hasta un diámetro de 30 metros, aunque se recomienda un estudio técnico previo. Es importante calcular la resistencia requerida de la construcción para asegurar que pueda soportar las cargas del viento y de la nieve, tanto para el depósito como para el depósito con cubierta. Cuanto mayor es el diámetro del depósito, más difícil será la aplicación de la cubierta, ya que la cubierta debe estar tensada uniformemente en todas las direcciones para evitar cargas irregulares.

No es posible aplicar una cubierta tipo tienda a depósitos de cemento cuadrados o rectangulares existentes, que son comunes en muchos países de la UE [193, Italia, 2001]

Costes: Los costes de cubiertas tipo tienda para depósitos con diámetros de 15–30 m han sido reportados en unos 54 – 180 € por m² (1999).

Instalaciones de referencia: Se han reportado aplicaciones en el Reino Unido.

Bibliografía: [142, ADAS, 2000]

4.8.2.4 Aplicación de una cubierta flotante a depósitos de purines

Descripción: Las cubiertas flotantes tienen la finalidad principal de reducir el olor. Hay tres tipos distintos de cubiertas flotantes, como:

- gravilla ligera
- paja (corteza)
- turba
- aceite de colza
- pellets de plástico
- lonas y papel metálico

La paja es una cubierta flotante que no es adecuada para purín muy diluido, ya que puede hundirse inmediatamente, o si flota se verá afectada muy fácilmente por el viento y la lluvia. No obstante, cuando el purín tiene un contenido de materia seca del 5 % o superior, es posible obtener una corteza inducida por la paja que funciona bien [142, ADAS, 2000] [193, Italia, 2001].

Las lonas o plásticos flotantes reposan directamente sobre la superficie del purín. Están equipadas con una escotilla de inspección, aberturas de ventilación, y aberturas para llenar y mezclar el purín. Asimismo, se utiliza una bomba para drenar el agua de lluvia que se recoge encima de la cubierta. La lona puede estar fijada, o mantenerse en posición mediante contrapesos que cuelgan del cerco del depósito.

Las cubiertas de turba y de agregado de arcilla ligera expandida (LECA) han sido ampliamente investigadas y, según la bibliografía, parecen aplicarse fácilmente. Estas cubiertas no pueden reutilizarse y deben rellenarse cada año.

Beneficios medioambientales: Aunque la cubierta del depósito de purines se realiza para la reducción del olor, las mediciones reales de las emisiones o reducciones de olor son inherentemente poco fiables, debido a la falta de métodos claros y fiables para la medición del olor y la interpretación de resultados. No obstante, es evidente que hay un efecto sobre la evaporación de amoníaco. En cuanto a la reducción de las emisiones de amoníaco, una relación reportada en [125, Finlandia, 2001] señalaba que las cubiertas flotantes tienen un considerable efecto sobre las mismas. No obstante, la reducción conseguida varía con el tipo de cubierta aplicada y es generalmente mayor en verano que en invierno, ver Tabla 4.27.

Las lonas, el papel metálico flotante, la turba y el aceite de colza muestran elevadas reducciones, de alrededor del 90 % o más; otras técnicas consiguen menores reducciones, o su efecto reductor es variable (gravilla o LECA). Las partículas de menor tamaño reducen menos, aunque no se reportó una diferencia significativa entre gravilla de 5 cm y 10 cm de espesor. Asimismo, los resultados con gravilla de 10 cm no eran consistentes.

La máxima reducción de las emisiones con LECA es de alrededor del 80 %, pero no aumenta por encima de un espesor de capa de 5 cm. En la práctica, la lluvia reduce la capa de LECA y aumenta las emisiones, pero el uso de un mayor espesor podría compensar este fenómeno.

Una corteza creada por la paja flotante puede conseguir una reducción en las emisiones de amoníaco de un 60–70 %. [142, ADAS, 2000], con referencia a Bode, M de, 1991.

Efectos cruzados: El objetivo principal es la reducción del olor, pero al mismo tiempo se reduce la evaporación de amoníaco. Evidentemente, algunas cubiertas flotantes que se mezclan con el purín o se disuelven en el mismo pueden modificar la calidad del estiércol o ser perjudiciales para los animales de pasto.

Otros efectos debidos a la reacción entre la cubierta flotante y el purín pueden aumentar las emisiones de metano (aceite de colza en alrededor de un 60 %). En el caso de aceite de colza, las reacciones anaeróbicas pueden producir superficies con un olor fuerte y rancio.

La formación de gases bajo las cubiertas cerradas (de plástico) es frecuente, de ahí la necesidad de aberturas de ventilación. Los gases pueden aprovecharse en una instalación de biogás, pero la eficacia y la economía de esto dependen en gran medida de factores como la producción diaria de gas, la distancia a la instalación de biogás y sus posibles usos.

Se ha reportado que la LECA redujo las emisiones de metano en un ensayo aunque, al mismo tiempo, se reportaron mayores emisiones de óxido nitroso del purín cubierto por la LECA.

Datos operativos: En general, la cubierta tiene un espesor de 10 cm. En el caso de cubiertas de LECA, turba y pellets de plástico, se aplican también cubiertas de menor espesor. Las partículas más pequeñas suelen tener una mayor eficacia que las de mayor tamaño. Pueden ser relativamente eficaces con una capa de 3–5 cm, mientras que las partículas grandes requieren 10–20 cm. La capa situada inmediatamente encima de la superficie del estiércol es la más relevante para la reducción de las emisiones.

Tipo de cubierta	Reducción en la evaporación de amoniaco de purines (%)			
	Media	Primavera/ Verano	Otoño	Invierno
Lona	90	94	Sin datos	84
Chapa ondulada	Sin datos	84	Sin datos	54
Papel metálico flotante	Sin datos	85 – 94	Sin datos	73
Cartón flotante	79	85	Sin datos	89
Turba (8 – 9 cm)	92	85	Sin datos	Sin datos
LECA 9 – 10 cm	75 – 79	47 – 98	41	Sin datos
LECA 5 cm	79 – 82	n.d.	34	Sin datos
LECA 2 cm	72	n.d.	17	Sin datos
Aceite de colza	92	n.d.	Sin datos	Sin datos
Paja triturada	71	43	Sin datos	Sin datos
Gránulos EPS -2,5 cm (pequeños) -5 cm	Sin datos	37 74	Sin datos	Sin datos
Gránulos EPS -2,5 cm (grandes) -5 cm	Sin datos	52 54	Sin datos	Sin datos
EPS triturado	Sin datos	39	Sin datos	Sin datos

Tabla 4.27: Reducciones de la evaporación de amoniaco del almacenamiento de purines, obtenidas mediante la aplicación de distintos tipos de cubiertas flotantes [125, Finlandia, 2001]

Aplicación: Aunque los resultados del uso de cubiertas flotantes varían ampliamente, en general son bastante buenos para hacer que su aplicación a tanques de purines sea una opción atractiva. Se reportaron las siguientes observaciones de los ensayos [143, ADAS, 2000].

El aceite de colza (o derivados con un elevado porcentaje de aceite de colza) es muy fácil de aplicar y no se mezcla fácilmente con los purines. No obstante, es biodegradable, pierde su integridad superficial con el tiempo y también aumenta las emisiones de metano. Los materiales que flotan bien y no tienen que agregarse cada año puede tener la desventaja que se los lleve el viento, por lo que puede que sea necesario aplicar una cubierta adicional sustitutiva. Los minerales de muy baja densidad absorben agua, o se los lleva el viento, o forman polvo o son incómodos de usar. Un ejemplo de ello es el poliestireno expandido (EPS).

La LECA es adecuada para tanques y balsas. Los gránulos de LECA son más densos que el EPS. Algunas observaciones indican que se hunde al fondo del depósito, por lo que debe agregarse más, pero otras fuentes no indican esta circunstancia. Debido a su mayor densidad, no obstante, no toda la capa de LECA flota encima de la superficie del purín. Colocar la LECA en posición y uniformemente distribuida puede ser difícil en tanques y balsas grandes, pero puede conseguirse mezclándola con agua o purín y bombeándola a la superficie.

La turba se mezcla con los purines durante la agitación, por lo que se empapa y debe renovarse después de cada agitación. Sin embargo, la turba es un producto natural y no crea problemas de residuos.

La aplicación a distintos depósitos no requiere adaptaciones complejas para ninguno de los distintos tipos de cubiertas flotantes.

La abertura de llenado debe estar muy cerca del fondo del tanque.

Costes: Los costes reportados de cubiertas flotantes para depósitos con diámetros de 15–30 m son de unos 15 – 36 € / m² (1999).

Instalaciones de referencia en la UE: Se han aplicado cubiertas flotantes, aunque los resultados reportados son principalmente de ensayos de laboratorio y de campo, más que de aplicaciones prácticas reales.

Bibliografía: [125, Finlandia, 2001], [142, ADAS, 2000], [143, ADAS, 2000] [193, Italia, 2001] y M. de Bode, "Odour and ammonia emissions from manure storage", pp. 55-66 in "Ammonia and Odour Emissions from Livestock Production (Eds C.D. Nielson, J.H. Voorburg & P.L. Hermite, Elsevier, Londen, 1991).

4.8.2.5 Aplicación de cubiertas a balsas de purines

Descripción: Las cubiertas para balsas de purines se basan en lonas impermeables de plástico estable a los rayos UV, que se fijan en la parte superior de los bancos y se apoyan en flotadores. También es posible utilizar LECA para balsas pequeñas, pero se considera mejor para aplicación en un depósito. Otras cubiertas aplicadas son paja triturada o una corteza natural.

Beneficios medioambientales: Pueden conseguirse reducciones en las emisiones de amoníaco y de olor. Se han conseguido reducciones en las emisiones de amoníaco de alrededor del 95 %. La aplicación de LECA redujo las emisiones de amoníaco en un 82 %.

Efectos cruzados: Para cubrir una balsa se requiere una gran cantidad de plástico, que puede medir hasta un 70 % más que la superficie de la balsa, según la profundidad e inclinación de los bordes. Una ventaja es que puede reutilizarse, mientras que otras cubiertas son consumibles.

Las cubiertas de balsas protegen de la lluvia, pero también evitan la evaporación, lo que significa que el volumen total de purines a aplicar será algo mayor. Se ha sugerido que, si no se aplica cubierta, es más económico evacuar el agua de lluvia relativamente limpia a un curso de agua y aplicar sólo el purín, en lugar de aplicar el mayor volumen combinado de agua de lluvia y purines. Existe la posibilidad de aplicar el agua de lluvia para riego, pero se requerirá un cuidadoso control del agua por si hay fuga de purines u otra contaminación. Los granjeros no son favorables al reciclaje, por motivos de higiene y control de enfermedades.

La agitación del purín lo mezclaría con la capa de LECA, lo que aumentaría temporalmente las emisiones de amoníaco. Se ha observado que la cubierta de LECA se restablece muy rápidamente tras la agitación, y que las emisiones bajan de nuevo al nivel reducido. No obstante, la LECA es una cubierta que crea problemas para desecho en vertedero.

Las cubiertas reducen o eliminan, en el caso de cubiertas de plástico, la transferencia de oxígeno del aire al estiércol, lo que aumenta la temperatura del purín en unos 2 °C. Estos efectos crean unas condiciones anaeróbicas en las que el metano se forma rápidamente. Las emisiones de metano aumentan con la mezcla y la agitación del purín. La falta de oxígeno reduce la nitrificación y, por consiguiente, la desnitrificación, por lo que las emisiones de óxido nítrico podrían verse considerablemente reducidas o evitarse. Con la LECA, el oxígeno todavía puede entrar en el purín, lo que significa que los procesos de nitrificación y desnitrificación pueden producirse, por lo que es probable que aumenten las emisiones de óxido nítrico.

Aplicabilidad: Se concluyó que las cubiertas expresamente diseñadas pueden incorporarse a las balsas de purines existentes, a menos que:

- El acceso sea muy malo
- La balsa sea muy grande (coste)
- Los márgenes o terraplenes sean irregulares.

La balsa debe vaciarse por completo de purines y estiércol para permitir la instalación de la cubierta. Los daños que puede causar el viento no son un problema si la cubierta está bien fijada y se mantiene algo de agua de lluvia encima para aumentar su peso. Pueden ser necesarias modificaciones en los actuales métodos de agitación y vaciado pero, con el contenido relativamente bajo de materia seca de los purines, la mezcla no es problema.

Se han reportado duraciones de cubiertas de 10 años, aunque se desconoce su vulnerabilidad al desgaste y daños por parte de animales.

Se ha sugerido que las cubiertas de plástico pueden aumentar efectivamente la capacidad de una balsa hasta un 30%, al mantener el agua de lluvia fuera. Esto daría una mayor flexibilidad de almacenamiento a lo largo del tiempo y ofrecería una mayor capacidad en caso de una ampliación en el almacenamiento de la granja.

La LECA puede esparcirse sobre la superficie del estiércol o bombearse con el purín. Esta última técnica produce menos polvo y pérdida de material, así como un mayor índice de distribución. La mezcla y el bombeo con el purín pueden dañar el material, por lo que debe realizarse con suavidad.

Costes: Los costes de las cubiertas flotantes pueden ser de 15 – 25 €/m² de superficie de purín expuesta. Los costes de la LECA son de 225 – 375 € por tonelada. Los costes de eliminación varían entre 0,35 y 2,5 € por Kg. de N-NH₃ para cubiertas de plástico, y de 2,5 – 3,5 € por Kg. de N-NH₃ para LECA. Habrá costes adicionales en lugares en los que se requieran modificaciones en la estructura, o en los métodos de vaciado y agitación. Un manejo eficaz del agua de lluvia determina las diferencias en los costes de explotación, aspecto en el cual las balsas cubiertas con LECA pueden coincidir con costes más elevados de aplicación del estiércol a la tierra, siendo también más elevados los costes de aplicación cuando el agua de lluvia puede entrar en los purines almacenados. Con las cubiertas de plástico, los costes netos dependen de las posibilidades de reutilización del agua para riego. El uso del biogás (metano) depende de su aplicación (calefacción o motores) y de los requisitos de la instalación. Puede ser rentable, pero el periodo de amortización puede ser bastante largo (20 años).

Instalaciones de referencia: En el 2000, una granja aplicó una cubierta que había sido utilizada recientemente en un proyecto subvencionado por la MAFF. En Holanda, las cubiertas para balsas se han venido utilizando desde hace diez años [142, ADAS, 2000].

Bibliografía: [142, ADAS, 2000] [143, ADAS, 2000].

4.8.3 Almacenamiento de pienso

No se han reportado técnicas particulares para la reducción de las emisiones a la atmósfera del almacenamiento de pienso. En general, las instalaciones de almacenamiento de materias secas pueden causar emisiones de polvo, pero la inspección y el mantenimiento regular de los silos e instalaciones de transporte, como válvulas y tubos, puede evitarlo. El transporte del pienso seco a silos cerrados puede minimizar los problemas de polvo.

Cada varios meses, los silos deben vaciarse para realizar su inspección y prevenir el desarrollo de cualquier actividad biológica en el pienso. Esto es particularmente importante en verano para evitar el deterioro de la calidad del pienso y para evitar la producción de compuestos olorosos.

4.9 Técnicas para el procesado in situ del estiércol

En las siguientes secciones se describen una serie de técnicas de tratamiento de estiércol en la medida en que pueden aplicarse en la granja.

Una serie de técnicas individuales básicas para el tratamiento del estiércol han sido evaluadas por VITO [17, ETSU, 1998]. Estas técnicas se han derivado de gran número de iniciativas para el tratamiento del estiércol de ganado vacuno, porcino o avícola en la misma granja o en una instalación independiente. En general, los sistemas que requieren mucha capacitación tecnológica o que son sólo viables para aplicaciones a gran escala se realizan en instalaciones independientes. Todas las técnicas mencionadas en la Sección 2.6 han sido ensayadas en granjas en Dinamarca, Holanda, Alemania, Bélgica o Francia. Algunas técnicas no han sido todavía plenamente desarrolladas o todavía requieren una aplicación más amplia para permitir una debida evaluación de su eficacia.

Muchas veces, el tratamiento del estiércol no es una sola técnica, sino que consiste en una secuencia de distintos tratamientos, en los que la eficiencia técnica y medioambiental puede verse afectada por:

- Las características del estiércol
- Las características de cada uno de los tratamientos aplicados
- La forma en que se aplican las técnicas.

El énfasis está principalmente en el control de las pérdidas de nitrógeno y fosfato al medio ambiente. Esto puede cuantificarse como la pérdida relativa de nutrientes, expresada como el cociente de la pérdida de N y P a la atmósfera, el agua y el suelo en comparación con el aporte total de estos nutrientes. Cuanto mayor es este cociente, mayores son las pérdidas al medio ambiente.

Una evaluación del tratamiento debe incluir el potencial de utilización del producto en la granja (biogás, esparcimiento en el suelo) y para comercializar el producto resultante (compost, ceniza) para su aplicación en otras partes. Los datos reportados no permiten tal evaluación, ya que comporta muchos factores y depende también de los motivos por los que se aplica el tratamiento (Ej. reducción de olor o reducción del volumen para transporte).

La aplicación de algunas técnicas de tratamiento puede estar restringida por la legislación nacional o regional, como en el caso de la digestión anaeróbica en Holanda. En esta sección sólo se realiza una evaluación medioambiental/técnica. Se espera que esta evaluación incluya algunos de los elementos en los que se basan las restricciones legales. Estas restricciones (nacionales) no impiden que la técnica se considere como MTD.

Aunque el tratamiento in situ del estiércol no está muy extendido en Europa, hay varios sistemas que están siendo aplicados o en fase de ensayo. No obstante, en el marco de este BREF no es posible ofrecer una visión general completa de todos los sistemas interesantes. En ocasiones, el tratamiento es una parte integrante de otra técnica de reducción. Por ejemplo, los sistemas de estabulación de aves incorporan la desecación del estiércol, que también puede considerarse como una forma de tratamiento in situ del estiércol (Sección 4.5.).

La lista de combinaciones descritas en los siguientes párrafos no es exhaustiva y en modo alguno se sugiere que otras combinaciones no puedan ser igualmente viables y aplicables en la granja. Tanto las técnicas básicas de tratamiento de estiércol como las combinaciones de técnicas se describen en la medida en que lo permiten los datos aportados en la Tabla 4.28. De hecho, para una evaluación integral, estas emisiones deberían compararse con las del esparcimiento en el suelo (es decir, emisiones a las aguas superficiales de un 24 % de nutrientes, emisiones de NH₃ del 25 % del contenido de N [17, ETSU, 1998], página 94, tabla 33). Este ejercicio es muy específico de cada lugar, por lo que está más allá de la evaluación de la MTD general.

Aunque se ha prestado la mayor atención a la reducción de nitrógeno, también es importante una reducción de los niveles de fosfatos en el estiércol. La recuperación de los fosfatos de la yacija avícola incinerada se considera como la ruta más probable a través de la cual los fosfatos podrían recuperarse económicamente de los residuos animales para su uso industrial [86, CEEP, 1998]. La yacija avícola puede incinerarse inmediatamente debido a su elevado contenido de materia seca y de energía, pero la ceniza, que tiene un alto contenido en fosfatos, es difícil de utilizar para esparcimiento en la tierra. Actualmente, para hacer que la recuperación de los fosfatos de la ceniza resultante sea viable económicamente para los productores industriales de fosfatos, éstos necesitarían un volumen mínimo de material incinerado y un precio competitivo en comparación con el mineral de fosfato.

Sección	Técnicas	Prod. ¹	PRN (%) ²	Eliminación adicional	Emisiones		Energía ³ (kWh/t)	Costes ⁴ (€/m ³)	Aplicabilidad
					Atmósfera	Agua (mg/l)			
4.9.1	Separación mecánica	Sin datos	Sin datos	no	despreciables	despreciables	0,5 – 4 (kWh/m ³)	1,4 – 4,2	Amplia experiencia
4.9.2	Aireación de estiércol líquido	Sin datos	Sin datos	no	olor, CH ₄ NH ₃ , N ₂ O	despreciables	10 – 38	0,7 – 4	Amplia experiencia
4.9.3	Tratamiento biológico de los purines	Sin datos	20,8	- Tratamiento aire - Tratamiento activado del purín	olor NH ₃ N ₂ O	N-kj: 80 P : 260 DQO: 1.800 DBO: 90	16 (5,6 % ms)	6,1	Granjas grandes
4.9.4	Compostaje del estiércol sólido	S	Sin datos	no	NH ₃ (10 – 15 % de N) olor	despreciables	5 – 50	12,4 – 37,2	No hay límite de tamaño de la granja
4.9.5	Compostaje de la gallinaza con corteza de pino	S	x	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	8,1 €/t.	experimental
4.9.6	Tratamiento anaeróbico del estiércol	6,5 kWh/Kg. ms	Sin datos	Extracción de H ₂ S del biogás	olor NH ₃	Sin datos	rendimiento	Ver Sección 4.9.6	Tamaño mínimo de granja 50 UG
4.9.7	Balsas anaeróbicas	N	Sin datos	no	olor NH ₃ N ₂ O	efluente	bajo	Sin datos	limitada
4.9.8	Evaporación y secado de purines	Sin datos	Sin datos	Tratamiento aire (Ej. condensador, lavador ácido, biofiltro)	olor NH ₃	COD: 120	30 (kWh/m ³ agua)	>2,3	experimental
4.9.9	Incineración de gallinaza de broilers	S	Sin datos	Filtración del polvo (Tejido de Teflón)	olor polvo: SO ₂ NOx N ₂ O	Sin datos	rendimiento	18 €/t.	130.000 pollos de carne
4.9.10	Aditivos de estiércol porcino	S	Sin datos	no	no	no	rendimiento	0,5–1 €/cerdo	rutinaria

1) producto para el mercado: S = sí, N = no;
 2) PRN = pérdida relativa de nutrientes;
 3) energía por tonelada de estiércol bruto
 4) costes operativos anuales (incluido rendimiento de la inversión)
 x : no cuantificado

Tabla 4.28: Resumen de datos de la eficacia de técnicas de tratamiento in situ del estiércol

4.9.1 Separación mecánica del estiércol porcino

Descripción: Las técnicas comunes y objetivos se han descrito en la Sección 2.6.

Beneficios medioambientales: Los beneficios conseguidos por la separación dependen del tratamiento ulterior de las fracciones sólida y líquida. El porcentaje de materia seca debe ser lo más bajo posible en la fracción líquida, y lo más alto posible en la fracción sólida. La aplicación de un floculante puede mejorar la separación conseguida mediante técnicas de prensado o centrifugado. Con la separación de la fracción sólida se produce asimismo una separación de nutrientes.

Técnica	Tipos de estiércol	Porcentaje en la fracción sólida				
		Masa	ms	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sedimentación	Cerdas	28	68	44	90	28
Prensa tornillo	Acabado	13	35	11	15	53
Filtro de paja	Cerdas	11	79	23	>90	5
Centrífuga	Acabado	13	47	21	70	13
Centrífuga +floculante	Acabado	24	71	35	85	24
Prensa de rodillos	Acabado	33	83	47	90	30

Tabla 4.29: Resultados de las técnicas de separación mecánica expresados como porcentaje de estiércol bruto en la fracción sólida [3, Vito, 1998]

Efectos cruzados: El filtrado con paja puede producir evaporación de agua en cantidades equivalentes a un 12% del líquido del estiércol. Alrededor del 45% del nitrógeno se emitió en forma de amoníaco. Se supone que otras técnicas apenas presentan emisiones, dado que se aplican en sistemas cerrados. El consumo de energía se considera bajo, entre 0,5 kWh/m³ (sedimentación) y 4 kWh/m³ (centrífuga).

Datos operativos: Los medios de filtro pueden quedar obstruidos o dañados durante el funcionamiento. Puede formarse espuma durante la separación debido al exceso de aire.

Austria reportó los siguientes datos operativos de una prensa de tornillo para estiércol de cerdo:

- capacidad: 4.8 – 5.2 Kg./s
- consumo de energía: 320 – 380 J/Kg.
- contenido de ms alcanzado: 60 – 75%
- N total separado: 22 – 42%

Los rangos indicados dependen del contenido de materia seca del estiércol tratado [194, Austria, 2001].

Aplicabilidad: Las capacidades mínimas son a menudo de 1 m³ por hora y pueden aplicarse en la mayoría de granjas (incluidas las más pequeñas). La separación centrífuga es más costosa y requiere una capacidad mínima para ser aplicada económicamente. Hay filtros y centrifugas móviles, que pueden aplicarse en distintas partes de la granja.

Costes: Austria reportó los siguientes datos de costes en la aplicación de la prensa de tornillo descrita en “datos operativos” [194, Austria, 2001]:

- Costes de compra: 16.000 €
- Costes de inversión anuales: 2.800 €
- Costes operativos: 0,45 €/m³

Los costes reportados por Vito se resumen en la tabla siguiente:

Técnica	Inversión (€)	Costes de tratamiento (€/m ³)	Capacidad (m ³ /año)
Sedimentación	Baja	1,36 (1994)	2.000 (con floculante)
Prensa de tornillo	13.139	2,92 – 3,07 (1992)	1.000 – 5.000
Filtro de paja	89.244	4,21 (1995)	4.500
Centrifuga	180.966	3,59 (1994)	10.000 (10 m ³ /h)
Separador de banda	76.849	3,25 (1988)	

Tabla 4.29: Datos de costes para algunas técnicas de separación mecánica [3, Vito, 1998]

Motivo principal de aplicación: La separación mecánica produce una fracción sólida que es más fácil de transportar o se utiliza para tratamientos ulteriores como compostaje, evaporación y secado [174, Bélgica, 2001]

Bibliografía: [3, Vito, 1998]

4.9.2 Aireación del purín líquido

Descripción: La descripción de la aireación se indica en la Sección 2.6.2.

Beneficios medioambientales: El purín líquido aireado puede usarse para su aplicación en pastos o para el lavado de canalones, tubos o canales estercoleros con el fin de reducir las emisiones de amoníaco de la nave. El nitrógeno amoniacal puede ser eliminado totalmente del estiércol y emitirse a la atmósfera.

Efectos cruzados: La descomposición aeróbica de los nutrientes reduce el olor. Pueden ser necesarios aditivos para la sedimentación de sustancias flotantes. Según los aditivos aplicados, tras filtrar el condensado puede quedar un residuo (lodo de estiércol) que es difícil de desechar.

Se emite NH₃ y N₂O a la atmósfera [174, Bélgica, 2001], así como metano [194, Austria, 2001].

La aireación requiere energía, pero los niveles varían con el equipo aplicado y el tamaño de la instalación. Se han reportado niveles de 10 – 38 kWh por m³ de purín aireado.

Datos operativos: La aireación de purines puede producir un lodo de estiércol difícil de precipitar, por lo que puede ser necesario agregar yeso. La temperatura es un factor importante, particularmente en regiones frías en las que puede ser difícil mantener el nivel de aireación requerido durante el invierno. No obstante, la aireación intermitente (15 minutos /hora) en combinación con una reducción de la DBO₅ alcanzada de alrededor del 50%, produce una buena desodorización y una producción muy reducida de lodo de estiércol [193, Italia, 2001] (con referencia a Burton et al., ‘Manure management – Treatment strategies for sustainable agriculture’, Silsoe Research Institute, 1997).

Aplicabilidad: Hay una amplia experiencia con esta técnica. La aireación se aplica probablemente de forma más amplia que el compostaje de estiércol sólido, dado que requiere un menor consumo energético ya que el compostaje de estiércol sólido exige girar los montones de estiércol

Costes: Los costes, reportados por Finlandia, van desde 0,7 – 2 € por m³ de purín aireado en un tanque de almacenamiento, hasta 2,7 – 4 € por m³ de purín aireado en un tanque separado

Instalaciones de referencia: Esta técnica se aplica en una serie de Estados Miembros, como Finlandia e Italia.

Bibliografía: [3, Vito, 1998] [125, Finlandia, 2001].

4.9.3 Separación mecánica y tratamiento biológico de purines

Descripción: El estiércol se toma de un estercolero o directamente de la nave de explotación y – mediante una criba, instalación de sedimentación o centrífuga – se eliminan sus componentes sólidos sin disolver. La finalidad de esta separación es:

- evitar la posible obstrucción del equipo mediante sedimentación y bloqueo durante el proceso.
- reducir la demanda de oxígeno, y con ello los costes de energía.

El líquido se bombea a través de un tanque o estanque de aireación, donde permanece de 2 a 3 semanas. En el estanque, los microorganismos (lodo de estiércol activado) transforman la materia orgánica principalmente en dióxido de carbono y agua. Al mismo tiempo, parte del nitrógeno orgánico es transformado en amonio. El amonio es oxidado por bacterias nitrificantes, transformándose en nitrito y nitrato. Aplicando periodos anaeróbicos mediante balsas sin aireación, el nitrato puede transformarse mediante desnitrificación en N₂.

El lodo de estiércol activado y el líquido limpio pasan luego desde el estanque de aireación a otro estanque (secundario) de aireación. En este estanque, el lodo sedimenta, y parte del mismo se reutiliza en el estanque de aireación. El residuo se recoge en un estanque de almacenamiento para concentrarlo más. Este residuo concentrado puede utilizarse como fertilizante (a veces se composta primero).

Beneficio medioambiental: El líquido limpio (o efluente) contiene niveles muy bajos de N y P. Sale del estanque secundario de sedimentación mediante rebosadero. Puede verterse o guardarse para su aplicación en la tierra como fertilizante.

Efectos cruzados: Se requiere energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas de aireación, así como para la separación previa de los sólidos. En el sistema aplicado, se midió un consumo de energía de 16 kWh/m³ de estiércol bruto.

Una desventaja es que parte del nitrógeno emitido a la atmósfera no es N₂ sino NH₃ o N₂O. El diseño y correcto funcionamiento de esta técnica es muy importante, para evitar la transferencia de contaminantes del agua a la atmósfera.

Asimismo, debe desecharse un efluente, lo que en muchos casos no es posible o no está permitido.

Datos operativos: A continuación se presentan los datos de una granja en Bretaña con 250 cerdas y 5.000 cerdos de acabado al año, con una producción anual de estiércol de unos 5.000 m³. Los sólidos se separan del líquido mediante cribado. Los resultados, por lo que se refiere a balance de masa, cantidades y composición de los productos, y costes de instalación de la separación mecánica y el tratamiento biológico en esta granja en particular se resumen en Tabla 4.31, Tabla 4.32, Tabla 4.33 y Tabla 4.34 4.34.

Componente	Entrada	Salida				Total
	Estiércol	Residuo cribado	Lodo de estiércol	Efluente	Emisiones a la atmósfera	
Masa	1000	57	260	580	103	897
Materia seca	56	20	21	5	10	46
Sólidos en suspensión (MES)	48			0,3		
Agua	944	37	239	575	93	851
DQO	52			1		
DBO	6,6			0,05		
N	4,4	0,5	0,7	0,05	3,15	1,25
P ₂ O ₅	3,3	0,6	2,0	0,4	0,3	3
K ₂ O	3,5	0,2	0,9	1,8	0,6	2,9
Cl	1,9			0,8		

Tabla 4.31: Balance de masa de la separación mecánica y tratamiento biológico de purines [3, Vito, 1998]

Componente	Residuo cribado	Lodo de estiércol	Efluente	Emisiones fugitivas
Masa	6	26	58	10
Materia seca	35	38	9	18
Sólidos en suspensión (MES)			0,6	
DQO			2	
DBO			0,8	
N	10	16	1	73
P ₂ O ₅	18	61	11	10
K ₂ O	5	26	50	19
Cl			42	

Tabla 4.32: Distribución relativa de una serie de componentes en distintas corrientes de productos [3, Vito, 1998]

Componente	Estiércol	Residuo cribado	Afluente	Lodo de estiércol	Efluente
Materia seca	56	350	39	80	8,5
Sólidos en suspensión (MES)	48		29		0,5
Agua	944	650	961	920	991,5
DQO	52		36		1,8
DBO	6,6		6,1		0,09
N	4,4	8,1	4,2	2,7	0,08
P ₂ O ₅	3,3	9,9	2,9	7,5	0,6
K ₂ O	3,5	3,4	3,4	3,4	3,0
Cl	1,9		1,9		1,4

Tabla 4.33: Composición del estiércol y de los productos en g/Kg. [3, Vito, 1998]

La criba separa una pequeña masa con un contenido relativamente elevado de materia seca y de fosfatos. El residuo contiene alrededor de un 35 % de materia seca y puede amontonarse.

Las tablas muestran que gran parte del N (72 %) desaparece en el entorno debido a la nitrificación y desnitrificación. Sólo alrededor del 1% de N aparece en el efluente. La mayoría del P₂O₅ queda retenido en el lodo de estiércol activado. Debe reseñarse que la fuente e información no reportó si la DBO se había medido a lo largo de 5, 7 o 20 días.

Las concentraciones residuales en el efluente deben compararse con los niveles de evacuación aceptados localmente. Esto puede suponer un problema, y es posible que la aplicación al suelo sea la única opción disponible para el efluente. La cantidad y composición de los distintos productos puede variar ampliamente. Son factores importantes:

- el contenido de agua del estiércol
- la variabilidad del tratamiento.

Normalmente los tanques de aireación son abiertos, por lo que cabe esperar considerables emisiones a la atmósfera de componentes gaseosos (como olor, amoníaco, N₂O). No obstante, en este ejemplo, las emisiones no han sido cuantificadas. La cubierta de los estanques y la extracción y tratamiento del aire o un adecuado control de proceso pueden reducir estas emisiones. Asimismo, cabe esperar una emisión de N₂O.

Aplicabilidad: La técnica es aplicable a granjas nuevas y existentes. Debido a su coste, puede ser aplicable en explotaciones porcinas (muy) grandes. Se basa en el tratamiento biológico aplicado a las aguas residuales municipales e industriales. Un adecuado control de proceso es esencial, pero puede ser difícil in situ, por lo que su subcontratación puede ser una solución. Particularmente en zonas frías, en invierno puede ser difícil que se mantengan las temperaturas mínimas requeridas para una suficiente actividad biológica. Los niveles de amoníaco pueden aumentar y producir una inhibición de la nitrificación.

Con clases más sólidas de estiércol, como el estiércol de cerdos de acabado, cabe esperar grandes cantidades de lodo de estiércol residual. En la práctica, esto limita la aplicación de esta técnica al tratamiento del estiércol de cerda con un contenido de materia seca no superior al 6 %.

Costes: Se ha hecho una estimación de costes para la instalación en Bretaña descrita anteriormente, con una capacidad de 5.000 toneladas de estiércol al año. La inversión fue de 134.000 € (1994). En la Tabla 4.34 se presentan los costes operativos (incluido apoyo tecnológico externo), aunque excluyendo los costes e ingresos de la comercialización de los productos.

Factor de coste	Base	€/tonelada de estiércol
Inversión	10 años, 7 %	3,6
Mantenimiento	3 % de inversión	0,8
Electricidad	16 kWh/t y 0,08 €/kWh	1,3
Apoyo tecnológico		0,4
Total		6,1

Tabla 4.34: Estimación de los costes operativos de una instalación para la separación mecánica y el tratamiento biológico de estiércol de cerda, con una capacidad de 5.000 toneladas anuales, en €/tonelada de estiércol.

[3, Vito, 1998]

Motivo principal de aplicación: De los ejemplos en los que se aplica esta técnica se concluye que es preferible que el estiércol tenga un alto contenido de agua. Asimismo, parece más rentable si se aplica en granjas que generalmente tienen más de 500 cerdas.

Instalaciones de referencia: Bretaña (Francia).

Bibliografía: [3, Vito, 1998] [145, Grecia, 2001]

4.9.4 Compostaje de estiércol sólido

Descripción: El compostaje (ver Sección 2.6.3.) puede aplicarse tras la desecación de la gallinaza (fresca), tras la separación mecánica de la fracción sólida del purín, o tras la adición de materia orgánica seca a una fracción húmeda relativamente sólida.

Beneficios medioambientales: Los beneficios en términos del fertilizante obtenido dependen del tipo de estiércol, de la técnica de pretratamiento, de los aditivos y de la técnica de compostaje, y no pueden cuantificarse en un sentido general.

Efectos cruzados: El compostaje produce pérdidas de nitrógeno, potasio y fósforo. En condiciones parcialmente aeróbicas, como en montones de estiércol sin cubrir, se pierde un 10 – 55 por ciento del nitrógeno. La mayor parte del nitrógeno se evapora a la atmósfera en forma de amoníaco, mientras que una pequeña parte penetra el suelo a través del agua. La evaporación de nitrógeno puede evitarse mediante una cubierta. Se aconseja utilizar turba como cubierta, ya que se reporta que la turba ácida de sphagnum (*Sphagnum fuscum*) tiene una mejor capacidad de fijación de N que por ejemplo la paja, el aserrín o las virutas. No obstante, la turba es un recurso no renovable, y esto puede ser motivo para no usarla en la cobertura de montones de estiércol [190, BEIC, 2001]

Si el montón se coloca en el suelo, parte del nitrógeno que penetra en el suelo se evapora, y las plantas usan parte del mismo una vez retirado el montón. Según la cantidad de líquido de escorrentía, la superficie y el tipo de suelo, parte del nitrógeno puede también filtrarse a las aguas superficiales o subterráneas.

Alrededor de la mitad del potasio del estiércol puede perderse debido al compostaje. El potasio sólo se pierde en las aguas de escorrentía, por lo que estas emisiones pueden reducirse colocando una cubierta impermeable sobre el compost. La cubierta evita la lixiviación causada por el agua de lluvia, pero no impide que el agua que se produce en el compost penetre en el suelo.

Si el compostaje se realiza en un granero o cobertizo, las pérdidas al suelo por lixiviación durante el proceso de compostaje son inexistentes.

El compostaje puede producir olor, pero su cuantificación es difícil.

Datos operativos: El consumo energético depende de la técnica de compostaje aplicada. Sin aireación y sin remover los montones, el consumo energético sería despreciable. El consumo varió entre 5 kWh/tonelada si sólo se removía, y un valor entre 8 y 50 kWh/tonelada para instalaciones que aplican también la ventilación a través de los montones o sobre los mismos.

El calor producido por un proceso de compostaje debidamente realizado evapora la humedad del montón de compost, que luego deberá escapar como vapor de agua.

Los periodos de compostaje puede ser de hasta 6 o más meses, pero pueden acortarse mediante una agitación (remoción) y aireación frecuente.

Aplicabilidad: El proceso es relativamente simple y puede aplicarse a pequeña escala, pero requiere control para evitar procesos anaeróbicos que pueden producir olores molestos. Si se requiere control de proceso y reducción de las emisiones, la instalación de compostaje deberá ser mayor para que su operación sea más eficaz y rentable.

Costes: Los costes dependen de la escala de la aplicación, por lo que varían ampliamente. Se ha dado una indicación de costes de 12,4 – 37,2 € por tonelada de estiércol [3, Vito, 1998].

Motivo principal de aplicación: El estiércol sólido compostado tiene poco olor, es más estable, contiene menos patógenos y es relativamente seco. Esto permite su transporte más fácil sin riesgo de transmisión de enfermedades [174, Bélgica, 2001]

Instalaciones de referencia: La técnica se aplica en varios Estados Miembros, como Portugal, Grecia y Suecia.

Bibliografía: [3, Vito, 1998] [125, Finlandia, 2001], [145, Grecia, 2001]

4.9.5 Compostaje de gallinaza con corteza de pino

Descripción: Para controlar el sistema de compostaje y para conseguir una mayor calidad, pueden agregarse sustancias como paja y hierba, con el fin de aumentar el contenido de C. La aplicación de aditivos tiene por finalidad aumentar la porosidad y la fijación de N, evitando con ello emisiones a la atmósfera.

En este ejemplo, la gallinaza se mezcla con corteza de pino, en una relación excrementos / corteza de 3/1 en peso. En comparación con otros tipos de sustancias auxiliares, la corteza de pino ha mostrado los mejores resultados en cuanto a nivel de pH, evaporación de N y contenido de C (material orgánico).

El compostaje se produce a una temperatura de 55 – 60 °C. Se mantiene una porosidad mínima de la mezcla de gallinaza y corteza para un adecuado suministro de oxígeno.

Efectos cruzados: La emisión de NH₃ es considerable [174, Bélgica, 2001].

Datos operativos: El compost producido con la adición de corteza de pino mostró un porcentaje invariable de un 70 % de materia orgánica (en base a la materia seca) al cabo de 90 días. Las pérdidas de nitrógeno fueron de alrededor del 35 % (en base a la materia seca) a los 90 días, aumentando en un 1 – 2% durante los 90 días siguientes. El pH a los 90 días estaba por debajo de 8, y llegó a 7,5 a los 180 días.

Aplicabilidad: La técnica de compostaje es aplicable a granjas nuevas y existentes. Es necesario que haya una disponibilidad suficiente del aditivo requerido, en este caso corteza de pino. La corteza debe secarse y molturarse antes de poder agregarse a la gallinaza.

Costes: Se han calculado los costes para la cantidad de gallinaza producida por 200.000 ponedoras (1997), que se resumen en la tabla siguiente:

Factores de coste	€/tonelada de gallinaza procesada	€/tonelada de compost obtenida
Aditivo	2,4	5,4
Trabajo manual	1,2	2,8
Mantenimiento y reparación	0,8	1,7
Energía	3,7	8,3
Total	8,1	18,2

Tabla 4.35: Datos de costes para el compostaje de la gallinaza de 200.000 ponedoras mediante agitación mecánica

Motivo principal de aplicación: Existía un mercado local para alternativas a los fertilizantes empleados normalmente.

Instalaciones de referencia: No se ha reportado su aplicación más allá del nivel experimental.

Bibliografía: [75, Menoyo et al., 1998]

4.9.6 Tratamiento anaeróbico del estiércol en una instalación de biogás

Descripción: Esa técnica se ha descrito brevemente en la Sección 2.6.4.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Los beneficios pueden expresarse en forma de una reducción de la materia seca (hasta un 30 – 40 % de la cantidad original), la producción de biogás (25 m³ por m³ de gallinaza) y la concentración de metano (65 %). Con estiércol de cerdo, es frecuente calcular una producción específica de metano de unos 200 litros por Kg. de materia seca (o unos 6,5 kWh). El efecto primordial es por lo tanto una reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones de CH₄.

Efectos cruzados: La aplicación de la fermentación anaeróbica en una instalación de biogás tiene una serie de otros efectos:

- Una reducción de patógenos en el estiércol
- Una reducción de las emisiones de olor
- Transformación del N en NH₃
- Características mejoradas para separación y ulterior tratamiento o aplicación
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Se producen emisiones de la combustión del biogás en las calderas o motores.

Datos operativos: Para obtener la temperatura requerida, puede calentarse el estiércol utilizando parte del biogás producido o mediante intercambio de calor con el agua que refrigera los motores a gas. En aplicaciones a escala de producción en granja, el calentamiento del estiércol no siempre se aplica.

La cantidad de calor requerida para los mezcladores y bombas se estima en un 10 – 20 % de la producción de energía bruta de la instalación.

El gas se almacena en un separador de gas antes de su uso en una caldera o un motor a gas. Antes de poder usar el gas, debe eliminarse el azufre que contiene mediante una técnica biológica, de absorción (carbón activo o ferrocianuro), o química (enfriamiento) en instalaciones de mayor tamaño.

Aplicabilidad: No hay restricciones técnicas a su aplicación en granja. La rentabilidad puede ir en aumento al aumentar el volumen de estiércol fermentado. El tamaño de granja mínimo según la bibliografía (ver referencia) es de 50 UG [194, Austria, 2001].

Pueden tratarse distintos tipos de estiércol, pero la gallinaza (arenisca) requiere una frecuente limpieza y retirada del sedimento en el reactor, pese a la limpieza intensiva de la biomasa.

Costes: Los costes de inversión para una planta de tratamiento anaeróbico con una capacidad de 100 UG son del orden de 180.000 a 250.000. Los costes operativos anuales (costes de explotación) son:

- Soporte técnico: 12.500 €
- Mantenimiento y reparación: 1.800 – 2.500 € (1 % de los costes de inversión)
- Seguro: 450 – 650 € (0,25 % de los costes de inversión)

Los beneficios anuales son:

- Producción de energía: 42.400 €
- Producción de calor: 13.300 €
- Una mejora del valor del Estiércol orgánico (contenido en N): 7.000 € [194, Austria, 2001]

Motivo principal de aplicación: Los altos precios de la energía y la disponibilidad de programas de ayuda financiera para la producción de energías sostenibles han sido la causa de la aplicación de esta técnica. En algunos Estados Miembros existen incentivos económicos que estimulan el uso del biogás en conexión con la aplicación de cubiertas a los depósitos de purines (Ej. Italia).

Instalaciones de referencia: Alemania tiene el mayor número de instalaciones de biogás en granjas (unas 650 en 1998), pero la mayoría de los otros países tienen <100, y algunos sólo tienen unas pocas. Italia ha instalado unos 50 digestores de bajo coste utilizando el gas que se produce bajo las cubiertas de los depósitos de purines que funcionan a bajas temperaturas. Algunos digestores anaeróbicos centralizados, que aprovechan el estiércol del ganado y otros residuos, han sido construidos en algunos países, como Dinamarca y Alemania.

Bibliografía: [17, ETSU, 1998] [124, Alemania, 2001] [144, UK, 2000], y: Amon Th.; Boxberger J.; Jeremic D., 2001, “Neue Entwicklungen bei der Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdüngern, Energiepflanzen und organischen Reststoffen”, Die 5 Internationale Tagung, “Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung”, 6-7 March 2001, Universität Stuttgart/Hohenheim, ISBN 3-9805559-5-X, pp 140-145.

4.9.7 Sistema de balsas anaeróbicas

Descripción: Esta técnica se ha descrito en la Sección 2.6.5. El tratamiento anaeróbico puede ir seguido de una etapa anaeróbica final antes de aplicar o evacuar la fracción líquida.

Beneficios medioambientales que se consiguen: El beneficio medioambiental del tratamiento anaeróbico depende de la calidad del líquido y de su aplicación tras el tratamiento. La finalidad es mejorar la calidad de las fracciones tanto sólida como líquida del estiércol de modo que puedan usarse como fertilizante.

La información sobre balsas anaeróbicas hace también referencia a la opción de evacuación o a la aplicación en situaciones en las que de lo contrario esto habría tenido un impacto medioambiental no deseado. Es discutible si, en estos casos, las lagunas anaeróbicas resuelven o complican el problema de aplicación del estiércol.

Efectos cruzados: Puede desprenderse olor de estas balsas, así como NH₃ y N₂O [174, Bélgica, 2001]. Tras separar la fracción líquida, queda una fracción sólida, que debe tratarse (por ejemplo, mediante compostaje).

Se requiere energía para la separación de la fracción sólida y para bombear el líquido de una balsa a otra. En algunos Estados Miembros se aprovechan las diferencias naturales de elevación existentes en el campo para hacer que el líquido fluya por gravedad de una balsa a otra. Al final de la separación queda una fracción líquida que debe desecharse.

Datos operativos: El sistema de balsas se considera relativamente fácil de utilizar. Generalmente, una instalación separa la fracción sólida mecánicamente. El purín líquido que queda puede permanecer en las distintas balsas durante un periodo de hasta un año. El paso aeróbico final es opcional, por lo que algunas instalaciones tienen una instalación de aireación, y otras no.

Pueden realizarse análisis del líquido durante las distintas etapas de tratamiento.

Aplicabilidad: Las balsas anaeróbicas se aplican en granjas con gran número de animales y con suficiente terreno para permitir la aplicación de una serie de balsas que cubran los distintos pasos de tratamiento. Las balsas o lagunas son particularmente adecuadas para grandes capacidades. No obstante, hay que señalar que los requisitos de temperatura del proceso anaeróbico hacen que la técnica sea menos adecuada para zonas con inviernos fríos.

Costes: Los costes varían, según las características geofísicas del terreno y el tamaño de la instalación.

Motivo principal de aplicación: La legislación sobre aguas residuales a aplicar en el suelo o a evacuar a las aguas superficiales ha contribuido a la aplicación de balsas anaeróbicas en algunos Estados Miembros, como en Portugal y Grecia.

Instalaciones de referencia: Granjas en Portugal, Grecia e Italia.

Bibliografía: [145, Grecia, 2001]

4.9.8 Evaporación y secado de estiércol porcino

Descripción: El estiércol se tritura y mezcla primero. Mediante un intercambiador de calor, se calienta el estiércol a 100 °C mediante condensado caliente, y se mantienen a esta temperatura durante unas 4 horas, mientras se produce el desgasado. La espuma que pueda haberse formado se degrada. Los gases son procesados para producir subproductos.

En el siguiente paso, el estiércol se pasa a una máquina de desecación y se comprime (1,4 bares). El vapor de agua que se forma se comprime, lo que eleva la temperatura a 110 °C. Este vapor caliente se utiliza luego en un intercambiador de calor, desecando con ello el estiércol al aprovechar el calor del vapor. Hay una pared de tubos delgados entre el estiércol y el vapor, en la que el vapor condensa antes de ser evacuado.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Permite la desecación del estiércol porcino con un bajo nivel de energía y con emisiones reducidas a la atmósfera y al agua.

Efectos cruzados: La aplicación de compresión mecánica del vapor tiene un consumo de energía de unos 30 kWh por tonelada de agua evaporada.

Datos operativos: Los productos de esta técnica son estiércol pulverizado con un contenido de un 85 % de materia seca, y un efluente, que es el condensado residual. Este condensado es bajo en N y P y tiene una DQO de menos de 120 mg/l.

El sistema se ve afectado por la heterogeneidad del estiércol, la formación de espuma y la corrosión.

Aplicabilidad: Este sistema ha sido desarrollado para ser usado en explotaciones grandes. La capacidad máxima es de 15 – 20 m³ al día. Su aplicación es posible para instalaciones nuevas y existentes.

Costes: Los costes de una instalación (excluidas naves) se han estimado en 160.000 – 200.000 € (1994). Los costes operativos se han calculado en 2,3 € por m³.

Factor de coste	Base de coste	€/m ³ (1994)
Inversión	Instalación de 15 – 20 m ³	10.000
Energía	30 kWh	1,3
Componentes adicionales		0,6
Asistencia técnica		0,4

Tabla 4.36: Costes para una instalación de evaporación y desecación de estiércol porcino con una capacidad de 15 - 20 m³ por día
[3, Vito, 1998]

Bibliografía: [3, Vito, 1998]

4.9.9 Incineración de gallinaza

Descripción: La instalación descrita tiene una capacidad de 0,5 toneladas de estiércol (55 % de materia seca) por hora y funciona 5.000 horas al año.

La gallinaza de broilers entra automáticamente desde un estercolero a una cámara de combustión a una temperatura de 400 °C. Desde esta cámara, la mezcla de gas / ceniza entra en una segunda cámara de combustión. En esta cámara, la mezcla se calienta rápidamente, en unos tres segundos, hasta una temperatura de 1.000 a 1.200 °C con un aporte controlado de oxígeno. Gracias a la elevada temperatura, todos los componentes olorosos son eliminados. Los gases de combustión calientes que salen de la segunda cámara pasan a través de un intercambiador de calor en el que el agua se calienta a una temperatura de unos 70 °C. El agua caliente se utiliza para la calefacción por el suelo de dos naves de pollos, con una superficie total de unos 5.000 m².

Beneficios medioambientales conseguidos: El beneficio de esta técnica es la producción de una ceniza que puede utilizarse como fertilizante, así como de agua caliente que se utiliza para calentar las naves, y que por lo tanto produce un ahorro de combustibles fósiles.

Efectos cruzados: Una vez iniciada la instalación, no es necesario combustible adicional para incinerar el estiércol, dado su contenido de materia seca del 55 %.

Los gases de combustión se emiten a la atmósfera a través de un filtro de polvo de Teflón. El filtro de polvo reduce la concentración de polvo en el gas de combustión desde 1.000 a 30 mg/m³. El polvo separado se agrega al resto de ceniza de las cámaras de combustión.

Las emisiones de olor son bajas debido a la alta temperatura. La emisión de SO₂ es limitada, gracias a la adición de yeso.

Datos operativos: La materia prima empleada es gallinaza de pollo con un contenido de materia seca del 55 % y un bajo contenido de yacija. En cada ciclo de producción se esparce alrededor de 1 tonelada de aserrín en la superficie de la nave, de 5.000 m². Para fijar los componentes de azufre, se agregan pequeñas cantidades de yeso al estiércol.

De esta mezcla sólo queda un 10 % tras la incineración. Este residuo puede venderse como fertilizante.

En el ejemplo reportado, se construyó una instalación con una capacidad potencial para la gallinaza de 200.000 pollos de carne. Si la instalación funcionara a plena capacidad, podría incinerar 500 Kg. de estiércol por hora. No obstante, la instalación funciona a capacidad reducida, con la gallinaza de 130.000 plazas, tratando de 6 a 7 toneladas diarias, lo que también atiende la demanda energética para calefacción.

Aplicabilidad: La instalación puede aplicarse en granjas nuevas y existentes. Su capacidad puede ajustarse a la producción de estiércol existente. No se han reportado limitaciones técnicas de su aplicación a escala productiva.

Costes: Los costes se resumen en la tabla siguiente.

Factor de coste	Costes (€ /tonelada)
Inversión (incluidos filtros)	205.751
Filtro de polvo sólo	76.847
Operación (capital, mantenimiento, etc.)	45.860
Beneficios (ahorro de energía y estiércol)	-59.494

Tabla 4.36: Datos de costes para la incineración de gallinaza in situ [3, Vito, 1998]

Los costes dependen del material empleado y pueden ser mucho mayores si se aplican materiales más duraderos. Los costes operativos y los beneficios se calculan sobre una base anual y dan un balance positivo. Para una instalación que funcione durante unas 5.000 horas al año y con una entrada anual de 2.500 toneladas de gallinaza, los costes brutos serían de unos 18 €/tonelada de gallinaza sobre la base de los costes arriba indicados. Los costes dependen mucho de si se aplica tratamiento de los gases de combustión. Este puede ser demasiado costoso para su aplicación a escala productiva.

Instalaciones de referencia: Se aplica en Alemania

Bibliografía: [3, Vito, 1998]

4.9.10 Aditivos para purines

Fuente: [196, España, 2002]

Descripción: De todos los aditivos descritos en la Sección 2.6.6., sólo los que cambian las propiedades físicas del estiércol para hacerlo más fácil de manipular, como los agentes biológicos, se utilizan comúnmente a nivel de granja, y en la mayor parte de los casos su efecto es positivo. Estos aditivos no son peligrosos, y no se han reportado efectos significativos sobre otros medios.

Su uso produce aumento en la fluencia del purín, eliminación de las costras superficiales, reducción de los sólidos solubles y en suspensión y reducción de la estratificación del estiércol. No obstante, estos efectos no han sido demostrados en todos los casos comparables.

Su aplicación puede hacer que la limpieza de los estercoleros sea más fácil y rápida, y producir ahorros en el consumo de agua y energía. Además, dado que el estiércol es más homogéneo, facilita su aplicación en agricultura (es decir, permite una mejor dosificación).

Beneficios medioambientales que se consiguen: Puede conseguirse un mejor uso y manipulación del estiércol en la granja con un estiércol más homogéneo, especialmente debido a que una mayor homogeneidad facilita la dosificación del estiércol en el esparcimiento en la tierra. Se producirá un menor volumen de estiércol debido al uso de menos agua, al ser más fácil la limpieza de los estercoleros. En algunos casos, podría conseguirse una reducción en las emisiones de amoníaco.

Costes: Los costes pueden variar ampliamente, pero la mayoría de productos comerciales vendidos en la actualidad están entre 0,5 y 1 € por cerdo.

Efectos cruzados: Es posible un ahorro de energía debido a un menor uso de máquinas de limpieza, y también se consigue un ahorro de agua.

Instalaciones de referencia: Hay muchos productos comerciales registrados en la UE. Muchas granjas de la UE los utilizan rutinariamente.

Bibliografía: [202, Institute of Grassland and Environmental Research, 2000]

4.10 Técnicas para la reducción de las emisiones de la aplicación del estiércol a la tierra

El esparcimiento del estiércol líquido y sólido en el suelo y el riego con aguas sucias, son técnicas comúnmente aplicadas. Esencialmente, las cantidades de elementos emitidos, como N, P y K, están en función de la cantidad de estiércol y de su concentración en nutrientes. La cantidad y las concentraciones pueden reducirse mediante la aplicación de técnicas de nutrición y mediante un uso eficaz del agua (Secciones 4.2 y 4.3). Estas cantidades aumentan debido a la aplicación de técnicas en los sistemas de recolección y almacenamiento del estiércol, que reducen las emisiones a la atmósfera (Secciones 4.5, 4.6 y 4.8). Se han desarrollado técnicas para tratar estos residuos orgánicos antes de su aplicación al suelo. La finalidad de estas técnicas es la reducción de la cantidad de residuos orgánicos a aplicar, la reducción del impacto medioambiental durante su aplicación y tras la misma, o la producción de un fertilizante de buena calidad (Sección 4.9).

Las técnicas para reducir las emisiones del esparcimiento en el suelo pueden dividirse en dos categorías:

1. Técnicas para reducir las emisiones tras el esparcimiento o a consecuencia de la misma; esto afecta a las emisiones al suelo y a las aguas superficiales y subterráneas (N, P, etc.) y en cierta medida a la atmósfera.
2. Técnicas que reducen las emisiones que ocurren durante la actividad de diseminación del estiércol; se trata predominantemente de emisiones a la atmósfera (amoníaco y olor) y ruido.

En la práctica, la distinción entre estos dos tipos de técnicas no es tan clara, ya que la aplicación de una técnica de reducción en una categoría tiene también efectos reductores en la otra.

4.10.1 Equilibrado del esparcimiento de estiércol con el terreno disponible

Descripción: Esencialmente, los efectos derivados de la aplicación del estiércol al suelo sobre el terreno y las aguas subterráneas pueden evitarse equilibrando el índice de aplicación con los requisitos del suelo expresados en términos de la capacidad de absorción de nutrientes por parte del suelo y la vegetación. El índice de aplicación es la relación entre la concentración de nutrientes en el estiércol y el volumen de estiércol, y la superficie disponible para el esparcimiento en la tierra (Kg./ha/año). Normalmente, la demanda de P_2O_5 de los cultivos es 3 – 4 veces inferior que la de N, pero su nivel es equivalente en el estiércol porcino y avícola, por lo que una fertilización equilibrada debería incluir ambos aportes, de N y P, con el fin de evitar la saturación progresiva del suelo por fósforo.

La absorción de nutrientes por el suelo y la vegetación es compleja y depende de las condiciones del suelo y del clima durante la aplicación, de la temporada y del tipo de pasto o cultivo que se cultiva. Idealmente, para evitar la aplicación de un exceso de nutrientes, no debe aplicarse más estiércol de lo que permiten los requisitos del suelo o del cultivo. Dada una cierta concentración de nutrientes y volumen de estiércol, debe determinarse una combinación de cultivo y suelo cuyos requisitos correspondan a la cantidad de nutrientes disponibles. En otras palabras, los índices de aplicación máximos de N y P pueden cambiar determinados tipos de uso de la tierra, o determinados tipos de uso de la tierra pueden tener influencia sobre la producción ganadera (incluido el número de animales que pueden criarse).

Las herramientas (ver también Sección 2.7) que pueden aplicarse para equilibrar la aplicación de estiércol con el terreno disponible son:

- Un balance de nutrientes del suelo
- Un sistema para determinar por ejemplo el número de animales para el terreno disponible.

(ver también Sección 2.7). El balance de nutrientes calcula la diferencia entre el aporte total de nutrientes al suelo y la pérdida total de nutrientes. Se ha desarrollado un modelo para calcular este balance a nivel nacional. Este muestra el exceso de nutrientes (N y P) aplicado y da una indicación de la eficiencia del uso de nutrientes en el sector agrícola. El cálculo tiene apartados para el uso de fertilizante mineral, de estiércol y de otros residuos orgánicos, la deposición atmosférica de N y la fijación biológica de N, así como el consumo por parte del cultivo.

A nivel de granja se aplica una versión derivada, que registra todos los minerales que entran y salen del sistema de cría de animales, en conexión con la aplicación de técnicas de gestión nutricional. Esto indica la eficacia del consumo de nutrientes. Otro paso es el uso de los niveles de nutrientes requeridos por el cultivo para calcular la superficie disponible para el esparcimiento del estiércol orgánico.

La determinación del número de animales para el terreno disponible es un enfoque más pragmático, y se aplica, por ejemplo, en Italia, Portugal y Finlandia. La CE ha calculado el balance de N y los Estándares de Producción de Nitrógeno para distintas categorías de animales, y los ha presentado en la referencia indicada: [195, CE, 1999].

Beneficio medioambiental conseguido: Es difícil cuantificar el efecto del uso del balance de nutrientes del suelo. El objetivo es evitar tener un exceso de nutrientes en el suelo como consecuencia de la aplicación de estiércol. En ocasiones es posible provocar deliberadamente un exceso de un nutriente, como P, para que esté disponible para cultivos que se realicen en la misma tierra.

Efectos cruzados: El balance de los nutrientes puede reducir los costes medioambientales de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas como consecuencia de periodos prolongados en los que se ha aplicado niveles excesivos de nutrientes.

Si produce concentraciones de aplicación más bajas, el uso de un balance de nutrientes del suelo afectará también a otras emisiones asociadas con la aplicación del estiércol, como las emisiones a la atmósfera (amoníaco).

Aplicabilidad: El balance de nutrientes se utiliza para calcular los escenarios a nivel nacional sobre las reducciones necesarias de los aportes de nutrientes del estiércol (y de otras fuentes). Puede proporcionar datos para recomendaciones sobre instrumentos de políticas para reducir las cargas de nutrientes. Estas recomendaciones afectan la aplicación de las técnicas utilizadas para reducir las concentraciones de nutrientes y alentarán el desarrollo de nuevas técnicas de aplicación.

La administración de minerales se realiza al menos en un Estado Miembro, y puede considerarse como un sistema derivado del balance de nutrientes, pero que se utiliza a nivel de granja. Su aplicación requiere un conocimiento detallado de las cantidades de pienso, la concentración de los nutrientes, las características de la cría de animales, y un análisis de la producción de estiércol. Este tipo de administración se aplica a nivel de granja, pero uno de sus inconvenientes se considera que es la cantidad de trabajo administrativo y el tiempo requerido para mantener el registro de todos los datos.

La determinación del número de animales para el terreno disponible es una herramienta más práctica.

Costes: Los costes pueden abordarse de dos formas: (1) los costes asociados con las tareas administrativas de la aplicación de un balance de minerales en la granja, y (2) los costes asociados con los efectos de aplicar el balance de minerales, en términos de la cantidad de estiércol a distribuir en el terreno. Se ha estimado que los costes de la segunda categoría aumentan en un 60 % bajo la aplicación del CAP 2000 y del balance de nutrientes.

Motivo principal de aplicación: En Holanda, la aplicación de un balance de minerales ha pasado a ser obligatoria mediante legislación. La designación de una Zona Vulnerable a los Nitratos (ZVN), según la definición de la Directiva sobre Nitratos (91/676/CEE) ha promovido un mayor uso de los balances de nutrientes (balances de N).

Instalaciones de referencia: En Holanda, se aplica un sistema de balance de minerales. La determinación del número de animales para el terreno disponible se aplica, por ejemplo, en Italia, Portugal y Finlandia.

Bibliografía: [7, BBL, 1990], [40, MAFF, 1998], [27, IKC Veehouderij, 1993] [195, EC, 1999]

4.10.2 Programas de protección de las aguas subterráneas

Descripción: Los aspectos que tiene en cuenta un programa de protección de aguas subterráneas como el aplicado en Irlanda son:

- La vulnerabilidad de la zona a la contaminación, es decir, la definición de las fuentes y recursos (acuíferos) de aguas subterráneas, que conjuntamente definen las zonas de protección de aguas subterráneas.
- Las respuestas a un emplazamiento de las actividades potencialmente contaminantes, según factores como el riesgo (peligro) y la categoría del acuífero.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Definiendo la vulnerabilidad de una zona, se previene la contaminación de las aguas subterráneas por N, P, K, contaminantes microbianos o metales. Los programas se consideran herramientas que pueden dirigir la aplicación del estiércol al suelo a zonas menos vulnerables (por ejemplo, informando sobre las distancias con respecto a las zonas vulnerables), y definir una gestión adecuada de la aplicación al suelo.

Efectos cruzados: La aplicación de programas de protección de aguas subterráneas puede restringir la superficie de tierra en la que se permite la aplicación de estiércol, y ello puede hacer que los niveles de producción de estiércol rebasen la cantidad que puede aplicarse. Si se aplican programas de protección de aguas subterráneas, sería oportuno desarrollar un programa en paralelo que detalle las posibles formas de tratar el exceso de estiércol, como su tratamiento en la granja como se describe en la Sección 4.9.

Aplicabilidad: Los programas de protección de aguas subterráneas pueden aplicarse cuando exista un posible riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Motivo principal de aplicación: Los programas se han desarrollado basándose en la legislación europea y nacional para la protección de aguas subterráneas.

Instalaciones de referencia: Los programas de protección de aguas subterráneas se aplican en diversos condados en Irlanda.

Bibliografía: [60, EPA, 1999]

4.10.3 Planificación del esparcimiento en el suelo de estiércol, según se realiza en el Reino Unido e Irlanda

Descripción: La planificación del esparcimiento del estiércol en el suelo tiene en cuenta el balance de nutrientes y los programas de protección de aguas superficiales y subterráneas. Combina los siguientes aspectos:

- Aplicación en zonas adecuadas
- Definición y observación de zonas libres de seguridad
- Momento apropiado de aplicación
- Definición del índice de esparcimiento.

Los códigos de práctica aconsejan establecer un plan de aplicación y distinguir entre distintas etapas de planificación [44, MAFF, 1998]. En la primera etapa, se seleccionan zonas apropiadas. Se excluyen los terrenos en los que no debe esparcirse estiércol nunca o en los que hay un riesgo considerable de escorrentía, como pendientes (muy) pronunciadas y entornos sensibles a olores. Deben definirse y observarse zonas libres de seguridad, en particular para evitar la contaminación de los cursos de agua o de los terrenos de la granja. Se aplican reglas específicas, como distancias mínimas (50 – 100 m) con respecto a fuentes, pozos o perforaciones. Estas distancias aumentan cuando las fuentes o pozos están cuesta abajo.

En la segunda etapa, la cantidad de nutrientes aportada por el estiércol debe equilibrarse con la capacidad de la tierra en la que se aplica y con los requisitos del cultivo a realizar. El índice de esparcimiento (Kg./ha) debe adaptarse en función del terreno disponible y de los requisitos del cultivo (o pasto) a realizar, el estado de nutrientes del cultivo y otros estiércoles orgánicos y fertilizantes químicos aplicados. En la mayoría de informes, se hace referencia a la lixiviación de nitratos y a un máximo de 250 Kg. de N total/ha/año para terrenos fuera de ZVN. Esta cantidad puede ser menor cuando las cantidades de fósforo

sean un factor limitante. La elección del momento de aplicación intenta optimizar al máximo el uso de los nutrientes disponibles en los estiércoles. El estiércol debe esparcirse cerca del momento de máximo crecimiento del cultivo, para que la absorción de nutrientes sea máxima.

La tercera etapa estima el riesgo de contaminación del esparcimiento e intenta minimizar las escorrentías. Deben evitarse los terrenos con elevado riesgo de escorrentía (inundados, con cursos de agua, etc.). Los límites aconsejados para el índice de esparcimiento son de 50 m³/ha para purines y de 50 toneladas/ha para estiércol sólido (Reino Unido) en terrenos de alto riesgo. Para gallinaza, esto normalmente significa 5 – 15 toneladas/ha.

Las condiciones climáticas y la temporada de cultivo deben tenerse en cuenta al planificar la aplicación. La aplicación de estiércol debe evitarse en periodos demasiado secos o ventosos, como los meses de verano. No obstante, en algunas zonas en las que se producen fuertes lluvias en invierno, el suelo tiene una capacidad de absorción limitada y se compacta más rápidamente en estos periodos, por lo que deberá aprovecharse la temporada más seca. El estiércol no debe aplicarse en campos nevados o con fuertes heladas, en campos agrietados, o en campos que hayan sido drenados durante el último año.

Para reducir las pérdidas y aprovechar las cualidades fertilizantes del estiércol, éste debe aplicarse justo antes del comienzo del crecimiento del cultivo. Por ejemplo, en el Reino Unido, se recomienda realizar la aplicación a finales de invierno o comienzos de la primavera para un aprovechamiento máximo del nitrógeno.

De las muchas quejas sobre olores desagradables de granjas, la mayoría guardan relación con el esparcimiento de estiércol en la tierra. Por consiguiente, antes de realizarlo, conviene considerar los siguientes puntos:

- No esparcir por las tardes o en los fines de semana (o festivos), cuando es más probable que la gente esté en casa, excepto si es absolutamente necesario.
- Prestar atención a la dirección del viento en relación a las casas vecinas.
- Evitar esparcir en condiciones de calor y humedad.
- Utilizar sistemas esparcidores que minimicen la producción de polvo o gotitas finas.
- Aplicar un cultivo ligero de la tierra en un plazo de 24 horas tras la aplicación del estiércol.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La planificación de la aplicación de estiércol reduce las emisiones de olor, así como las pérdidas de nutrientes debidas a lixiviación y escorrentía.

Aplicabilidad: La planificación de la aplicación de estiércol puede aplicarse sin limitación o requisito alguno. La planificación de la aplicación de estiércol debe tenerse en consideración al diseñar nuevas explotaciones, debiendo tener en cuenta las limitaciones que puedan existir.

Costes: Se considera que la planificación de la aplicación de estiércol puede ahorrar más que generar costes. Los procedimientos legales de las zonas residenciales vecinas, así como las multas por contaminación de los cursos de agua, pueden evitarse mediante una adecuada planificación de la aplicación.

Instalaciones de referencia: Algunas explotaciones en el Reino Unido e Irlanda aplican “Códigos de Buenas Prácticas” que describen la gestión de residuos de las granjas.

Bibliografía: [1, EPA, 1996; 2, EPA, 1996], [45, MAFF, 1998; 43, MAFF, 1998; 44, MAFF, 1998], [51, MAFF, 1999; 49, MAFF, 1999; 50, MAFF, 1999]

4.10.4 Sistemas de aplicación de estiércol

Descripción: El nitrógeno se preserva mejor durante el almacenamiento y el esparcimiento del estiércol líquido que en la cadena de manejo de estiércol sólido. Para reducir las pérdidas, que son máximas durante el esparcimiento, se aplican los siguientes sistemas de aplicación de estiércol líquido (descritos en la Sección 2.7 excepto para inyección a alta presión):

1. Esparcidor por aspersión a baja presión
2. Esparcidor de bandas
3. Cuña de arrastre
4. Inyector (surco abierto)
5. Inyector (surco cerrado)
6. Inyección a alta presión
7. Irrigadores
8. Incorporación.

Las técnicas 1 a 5 son sistemas de esparcimiento de estiércol líquido que pueden acoplarse en un remolque cisterna de vacío o con bomba, o utilizarse con un sistema umbilical como se describe en la Sección 2.7. Los irrigadores autopropulsados no pueden utilizarse con inyectores.

La inyección a alta presión se menciona aquí, aunque no se ha acumulado mucha experiencia de momento y no se ha aportado información detallada.

La incorporación es una técnica que comporta el arado inmediato del estiércol esparcido mediante las técnicas 1–3, y requiere maquinaria adicional. La incorporación puede realizarse con distintos equipos, como arados de discos o motocultores, según el tipo de suelo y sus condiciones. Normalmente, la incorporación la realiza una segunda persona que trabaja con el arado, pero también puede hacerlo una sola persona: en cuyo caso, el campo con estiércol (carga de una cisterna) se incorpora antes de recargar la cisterna.

La incorporación se realiza asimismo mediante inyección directa o con el equipo de incorporación en la cisterna (ver Figura 2.43).

La Tabla 4.38 presenta un resumen de las características (beneficios medioambientales alcanzables, efectos cruzados, datos operativos, aplicabilidad, costes) de los sistemas de distribución (excluidos los irrigadores por falta de datos), y en el texto se agregan algunas notas.

La Sección 2.7.3 describe los siguientes tres tipos principales de esparcidores utilizados para esparcir estiércol:

- Esparcidor rotatorio
- Esparcidor de descarga posterior
- Esparcidor de doble función.

Los dos últimos presentan una eficacia mucho mayor para conseguir una distribución uniforme del estiércol. No obstante, para reducir las emisiones de amoníaco del esparcimiento de estiércol sólido, el factor importante no es la técnica de esparcimiento, sino la incorporación.

Beneficio medioambiental alcanzable: Las emisiones varían según el contenido de materia seca del estiércol, las condiciones climáticas predominantes, el tipo de suelo y las condiciones del cultivo.

Efectos cruzados: La energía necesaria para las cisternas de transporte dependerá del volumen transportado, así como del estado del suelo y de la inclinación. La reducción de las pérdidas de amoníaco en el esparcimiento de estiércol no sólo reduce las emisiones a la atmósfera y a las aguas subterráneas, sino que al mismo tiempo aumenta la cantidad de nitrógeno disponible para su absorción por los pastos y cultivos. Algunos informes describen una serie de técnicas aplicadas para reducir las emisiones del esparcimiento en el suelo, que se centran en una reducción de las emisiones de N y amoníaco a la atmósfera.

Datos operativos: Ver Tabla 4.38. Las condiciones durante la aplicación afectan mucho la eficiencia de las técnicas. La reducción de las emisiones aumenta al aumentar la infiltración del estiércol en el suelo. Esto se ve potenciado mediante la dilución del estiércol o la eliminación de sólidos. La dilución requiere agua y crea un gran volumen para aplicar, mientras que la eliminación de sólidos requiere la manipulación de una fracción sólida y de una fracción líquida. Cuanto mayor es la precisión de la aplicación, menor puede ser el contenido de materia seca del estiércol, lo que hará necesario un proceso con un cierto grado de trituración o de separación antes de poder aplicar el estiércol.

Aplicabilidad: Hay una serie de factores que deben tenerse en cuenta a la hora de determinar la aplicabilidad de cada técnica. Estos factores son:

- El tipo de suelo y su estado (profundidad, contenido de piedras, humedad, condiciones de movimiento)
- La topografía (inclinación, tamaño del campo, uniformidad del suelo)
- Tipo y composición del estiércol (estiércol líquido o sólido).

Algunas técnicas tienen más amplia aplicación que otras. Dado que en las técnicas 3 – 5 el estiércol se distribuye a través de tubos relativamente estrechos, estas técnicas no son adecuadas para estiércoles muy viscosos o que contienen gran cantidad de materia fibrosa (como paja), aunque la mayoría de máquinas incorporan un dispositivo para triturar y homogeneizar el estiércol. Las técnicas de inyección son potencialmente muy eficaces, pero no funcionan en suelos poco profundos y pedregosos, lo que puede producir daños en el pasto y aumentar el riesgo de erosión del suelo. Todas las técnicas pueden aplicarse a tierra cultivable, pero la incorporación está limitada en pastos permanentes. Asimismo, la incorporación directa a mayor profundidad puede tener el efecto negativo de lixiviar los nitratos hacia la capa freática.

Los resultados de la investigación en términos de rendimiento del cultivo no fueron inequívocos, por lo que no contribuyeron a la selección de técnicas de aplicación.

Datos operativos: Actualmente, en Holanda, la técnica de incorporar el estiércol en 4 horas se aplica más comúnmente. Un buen equilibrio logístico (la capacidad de la cisterna de esparcimiento y la capacidad de incorporación deben corresponderse) es un factor muy importante para conseguir la incorporación en 4 horas. En este caso, mientras una cisterna recarga estiércol, la persona encargada de la incorporación se hace cargo del trabajo. Es práctica común tener un plan logístico, por ejemplo en la época de cosecha, para grano u otros cultivos, es una buena práctica combinar la descarga de la cosechadora mixta u otra maquinaria de cosecha con el transporte del grano o de las otras cosechas a los almacenes en un breve tiempo [197, Holanda, 2002].

En otros Estados Miembros, la incorporación en 4 horas se considera difícil de organizar, dado que los granjeros no poseen toda la maquinaria necesaria y no disponen de suficiente personal. Por lo tanto, los granjeros deben utilizar los servicios de subcontratistas, por lo que la sincronización de operaciones no está totalmente bajo su control.

Costes: Los costes de inversión de los sistemas de esparcimiento de estiércol varían considerablemente según las especificaciones de cada máquina, de si tiene controles hidráulicos o eléctricos, eje simple o doble y otros extras. Los remolques-cisterna diseñados para acoplar accesorios tendrán un chasis más robusto o dispondrán de soportes especiales no incluidos en las cisternas normales.

Los costes de inversión de las técnicas de esparcimiento distintas de la de referencia (esparcidor por aspersión) no incluyen los costes asociados con el sistema de transporte anexo de estiércol. Estos precios varían considerablemente, y debe agregarse un mínimo de 13.000 € o más. Los costes operativos anuales dependen del índice de aplicación por hectárea y están basados en el uso de subcontratistas [9, UNECE, 1999].

Motivo principal de aplicación: La aplicación se encuentra sometida a presiones legislativas. Por ejemplo, en Holanda, se requiere realizar la incorporación durante el esparcimiento (es decir, en 4 horas) [197, Holanda, 2002]

Instalaciones de referencia: Todas las técnicas se aplican en Europa.

Bibliografía: [9, UNECE, 1999] [10, Holanda, 1999] [49, MAFF, 1999; 51, MAFF, 1999] [197, Holanda, 2002]

Características	Esparcidor por aspersión	Esparcidor de bandas (Manguera de arrastre)	Cuña de arrastre	Inyector		Incorporación	
				Surco abierto (poco profundo)	Surco cerrado (profundo)	Inmediata (<4 hrs.)	Dentro del mismo día
Reducción de la emisión de NH ₃ (%)	referencia	30 (pasto; hierba <10 cm) 30 tierra cultivable)	40 (pasto)	60 (pasto)	80 (principalmente tierra cultivable y pasto)	80 (tierra cultivable)	40 (est. líquido) 60-70 (pur. sól.) 90 (gallin. sólida) (tierra cultivable)
Rango de materia seca	hasta un 12 %	hasta un 9 %	hasta un 6 %	hasta un 6 %	hasta un 6 %	estiércol líquido y sólido	estiércol líquido y sólido
Aplicabilidad		inclinación (cisternas umbilical <25 %), estiércol no viscoso o con mucha paja, tamaño y forma del campo, posibilidad de aplicación a cultivo en crecimiento entre hileras	inclinación (cisternas <20 %, umbilical <30 %), estiércol no viscoso, tamaño y forma del campo, la altura de la hierba debe ser de unos 8 cm	inclinación <12 %, mayores limitaciones de tipo de suelo y condiciones, estiércol no viscoso	inclinación <12 %, mayores limitaciones de tipo de suelo y condiciones, estiércol no viscoso	sólo para tierra fácilmente cultivable	sólo para tierra fácilmente cultivable
Requiere separación o trituración	no	hasta 6 % no más de 6 % sí	sí	sí	sí		
Ritmo de trabajo relativo	→ → →	→ →	→ →	→ →	→		
Uniformidad en el ancho de esparcimiento	✓	✓ (simple) ✓✓✓ (avanzado)	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓		
Daño al cultivo	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓		
Indicación de coste de inversión (10 ³ € por 10 m ³)	18,6	11,4 ^a	11,4 ^a	8,6 ^a	21,4 ^a		
Indicación de coste operativo (en € por m ³) ^b	Sin datos	0,7	1,3	2,5	2,5	purín líquido 1,05 estiércol cerdo 1,47 gallinaza poned. 3,19 gallinaza broiler 6.19	id. anterior

a) Sólo el sistema de aplicación, requiere costes adicionales de transporte de estiércol

b) Ver texto para comentarios

Tabla 4.38: Características de cuatro distintos sistemas de distribución de estiércol y técnicas de incorporación [10, Holanda, 1999] [49, MAFF, 1999; 51, MAFF, 1999] [9, UNECE, 1999]

4.10.5 Sistema de irrigación de bajo caudal para agua sucia

Descripción: Por agua sucia se entiende toda el agua de una granja que contiene residuos de limpieza (establos de ordeño) o de otras instalaciones, así como aguas de escorrentía de la granja, y que generalmente tiene un alto nivel de DBO (1.000 – 5.000 mg/l). La irrigación de bajo caudal se aplica en granjas del Reino Unido para aplicar las aguas sucias a la tierra en la medida en que la tierra sea adecuada para ello. Las restricciones de aplicación son las mismas que para la aplicación de estiércol líquido.

Esta técnica utiliza tanques o balsas de sedimentación para recoger el agua sucia antes de su bombeo al suelo. Puede hacerse que las partículas sedimenten para evitar la obstrucción del sistema, o puede realizarse la eliminación de sólidos en la misma máquina. Esta fracción deberá desecharse.

El agua se bombea desde los depósitos y se lleva a una tubería que desemboca en un aspersor o irrigador móvil, que rocía el agua sobre la tierra.

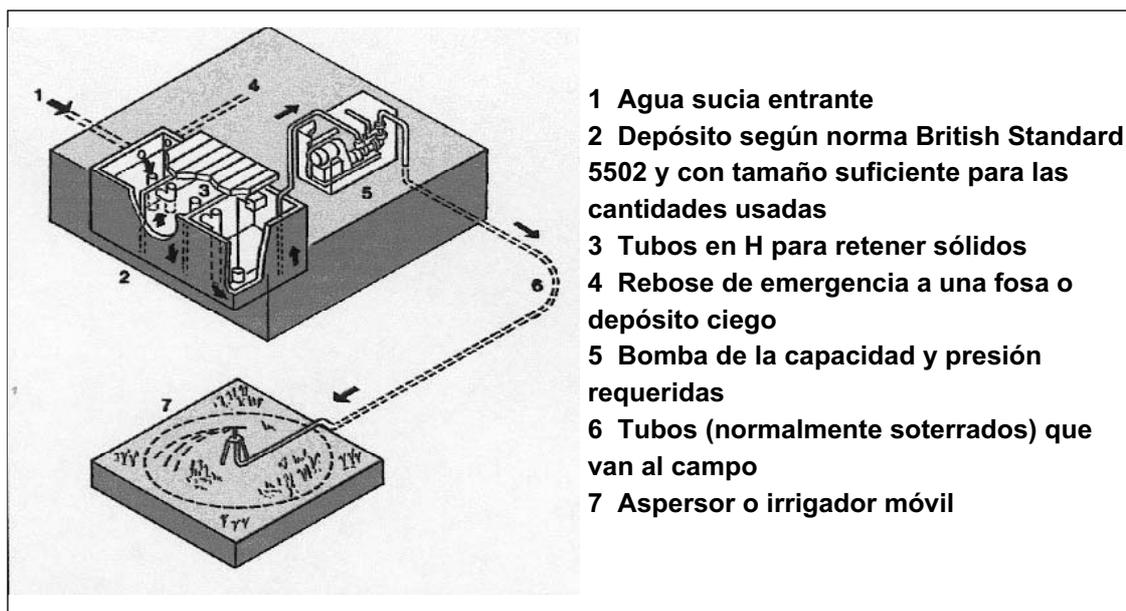


Figura 4.52: Ejemplo de sistema de irrigación de bajo caudal [44, MAFF, 1998]

Beneficio medioambiental: Se considera que presenta el beneficio de evitar que las aguas sucias entren en el sistema de alcantarillado, o que se evacuen en las aguas superficiales próximas. No obstante, la irrigación de bajo caudal debe realizarse dentro de los límites de capacidad del suelo receptor, y debe seguir las reglas generales de una buena planificación del esparcimiento (Sección 4.10.3).

Efectos cruzados : Se requiere energía para operar el sistema. Debe haber suficiente tierra disponible para el esparcimiento. También puede reducir la cantidad de tierra disponible para aplicar estiércol. Pueden producirse olores durante la aplicación, y deben tenerse en cuenta las condiciones climáticas y del suelo.

Datos operativos: El sistema necesita un sistema de rebose de emergencia para almacenar el agua que exceda su capacidad (en caso de fuertes lluvias). La bomba debe estar diseñada para la presión requerida, según la distancia al sistema de aspersión y el tiempo dentro del sistema. La capacidad es variable y adaptada al volumen medio previsto.

Aplicabilidad: Es preferible disponer de tierra suficiente cerca de la granja, ya que evita el uso de tuberías largas que recorran grandes distancias. El sistema requiere mantenimiento regular para evitar que se atasquen las tuberías y para evitar olores de los residuos que se acumulan en el sistema.

Instalaciones de referencia: Se aplica ampliamente en el Reino Unido.

Bibliografía: [44, MAFF, 1998]

4.11 Técnicas para reducir las emisiones de ruido

Se ha facilitado información limitada sobre técnicas para reducir las emisiones de ruido de la cría intensiva. El ruido todavía no se considera como un aspecto de gran importancia medioambiental, pero al irse poblando cada vez más las zonas rurales, el ruido, al igual que el olor, puede ser más relevante. Al mismo tiempo, los niveles reducidos de ruido en la granja se consideran interesantes para la producción animal, que requiere un entorno tranquilo y apacible.

En general, la reducción del ruido puede conseguirse mediante:

- La planificación de las actividades en las instalaciones de la granja
- El uso de barreras naturales
- La aplicación de equipos de bajo ruido
- La aplicación de técnicas de medición en el equipo (limitada)
- La aplicación de técnicas adicionales de reducción de ruido.

El impacto de las actividades con niveles de ruido potencialmente elevados puede reducirse considerablemente, evitando realizarlas por la noche y los fines de semana. También debe evitarse molestar de forma innecesaria a los animales durante la alimentación y las transferencias de un corral a otro, ya que esto origina normalmente mayores niveles de ruido. No obstante, es menos estresante para las aves ser manejadas en la oscuridad, y es por ello que su captura y transporte subsiguiente se suelen realizar durante la noche o a primera hora de la mañana [183, NFU/NPA, 2001].

En los sistemas de ventilación, debe darse preferencia, a ser posible, a ventiladores y extractores de bajo nivel de ruido. El ruido producido aumenta con el diámetro y la velocidad de las palas. Para un diámetro dado, un ventilador de baja velocidad es más silencioso que uno de alta velocidad.

Con el fin de reducir las emisiones de ruido de la maquinaria y accesorios, en ciertos casos es posible adoptar medidas pasivas de reducción de ruido (campanas o pantallas aislantes, como por ejemplo balas de paja, que absorben y desvían el sonido emitido). Los dispositivos silenciadores o amortiguadores de sonido en los conductos de salida de aire no han tenido éxito, ya que pronto se vuelven ineficaces debido a los depósitos de polvo.

En las secciones siguientes se describen las posibles técnicas para controlar o reducir las emisiones de ruido de una serie de actividades en la granja.

4.11.1 Control del ruido de extractores

Descripción: Los extractores pueden ser la causa de quejas de molestias, especialmente por el hecho de que funcionan más o menos continuamente, día y noche, en los meses más cálidos (verano).

Mediante la elección del sistema o equipo:

Un método de eliminar el ruido de los extractores es emplear sistemas de ventilación natural, incluido el sistema VNCA (Ventilación Natural Controlada Automáticamente), que además, presenta la ventaja de ahorrar energía. Hay una amplia gama de factores de bienestar y producción que gobiernan la aplicación de sistemas de ventilación natural, pero estos sistemas no son aplicables universalmente. El problema con los sistemas de VNCA es que no permiten un movimiento preciso del aire en los recintos de estabulación.

Es posible seleccionar extractores que minimicen el ruido. Deben evitarse los extractores de alta velocidad bifásicos, ya que tienden a ser muy ruidosos. Además, las pequeñas dimensiones de estos extractores los asocian con aberturas y salidas de pequeño tamaño, que tienen una mayor resistencia al flujo de aire. Generalmente, como más lento sea el extractor, menos ruido hará. Particularmente para granjas avícolas, las salidas y entradas de aire pueden diseñarse con una superficie suficiente para evitar caídas de presión innecesarias.

En determinadas circunstancias, el ruido de los extractores puede minimizarse mediante silenciadores. La naturaleza del aire de salida de las naves de explotación hace que esta opción sólo sea adecuada para sistemas de ventilación presurizados, que no se aplican comúnmente.

Mediante el diseño y la construcción:

La posición de los extractores es un factor significativo. El empleo de extractores de bajo nivel en las paredes laterales es más eficaz para reducir la propagación del ruido del interior de las naves que las unidades montadas en el tejado, ya que el ruido puede ser absorbido mejor por la estructura del edificio o por la tierra o la vegetación.

Para granjas avícolas, los extractores de bajo nivel también facilitan el control del polvo, aunque tienen menor eficacia para dispersar los olores que los extractores de alto nivel.

La resistencia del sistema afecta la eficiencia de los extractores y del sistema de ventilación. Las instalaciones de extractores deben estar diseñadas con superficies adecuadas de entrada y salida para asegurar su funcionamiento óptimo. Un diseño eficaz permite emplear el mínimo número de extractores para ventilar las naves.

Las bocas y chimeneas de salida de los extractores ofrecen una cierta capacidad de reducción de ruido. Deben tener una construcción rígida de madera o de plástico prefabricado o GRP construido especialmente. Debe evitarse el uso de láminas de metal no rígidas que puedan vibrar.

Las características de la estructura de una nave también tienen efecto sobre el ruido. La acumulación de ruido en el interior de una nave o alrededor de la misma viene determinada por sus propiedades de absorción. Las superficies lisas y reflectantes hacen que los niveles de ruido se eleven, debido a las múltiples reflexiones. En contraste, las superficies rugosas, como las balas de paja, absorben el sonido.

Los bosques y setos absorben el ruido de las explotaciones porcinas. Un cinturón de árboles plantados puede servir para reducir el ruido y para amortiguar el ruido producido por el viento. La reducción del ruido es baja, de unos 2 dB por 30 m de árboles plantados.

Mediante medidas operativas:

Para la ventilación mínima requerida de una nave de producción avícola, el ruido de un pequeño número de extractores que funcionen continuamente es menos perceptible que el de un gran número de extractores que funcionen intermitentemente para conseguir el mismo volumen de extracción. Un aumento de 3 dB debido al funcionamiento del doble de extractores será significativo con niveles de ruido de fondo por debajo de 30 dB.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Ver Tabla 4.39.

Categoría de las medidas	Medida de reducción	Efecto de reducción (dB(A))
Técnicas	Ventilación natural	Variable
	Extractores de bajo ruido	Sin datos .
	Aplicación de silenciadores	Sin datos .
Diseño y construcción	Paredes laterales de bajo nivel	Sin datos
	Barrera de seto/vegetación	2
Operativas	Número bajo/ funcionamiento continuo	3

Tabla 4.39: Efecto reductor de las distintas medidas contra el ruido

Efectos cruzados: La aplicación de extractores, las medidas de diseño para reducir la resistencia al flujo, y las medidas operativas (funcionamiento intermitente) pueden servir para reducir el consumo de energía. No obstante, los extractores de bajo nivel con montaje en las paredes se consideran menos eficaces que los montados en el tejado, por lo que se requerirá una capacidad adicional de extractores. Además, se ha reportado que los extractores de bajo nivel con montaje en paredes crean más olor alrededor de la nave que los extractores montados en el tejado con “anillos para la lluvia”

Aplicabilidad: En las nuevas explotaciones porcinas y avícolas deben tenerse en cuenta, en la fase de diseño, las ventajas de reducción del ruido de los extractores de bajo nivel con montaje mural y de las barreras acústicas. También debe considerarse la aplicabilidad de sistemas de ventilación natural.

Bibliografía: [68, ADAS, 1999] y [69, ADAS, 1999]

4.11.2 Control del ruido de las actividades discontinuas de la granja

Descripción: Muchas de las actividades de la granja se realizan de forma discontinua. Las medidas para reducir las emisiones de ruido de estas actividades están generalmente relacionadas con una correcta programación y la cuidadosa selección del lugar de la instalación donde se realiza la actividad. Las medidas son aplicables a las siguientes actividades:

Preparación de pienso:

La molturación y trituración de las plantas de preparación de pienso situadas en la propia explotación son una fuente de ruido. Se han medido niveles típicos de ruido exterior de 63 dB(A), siendo los molinos la principal causa de preocupación en este aspecto. Los molinos son a menudo automáticos, por lo que pueden usarse durante las horas nocturnas con el fin de reducir los costes operativos aprovechando tarifas eléctricas reducidas durante la noche. Si es probable que haya quejas por el ruido, entonces esta opción deberá reconsiderarse. Puede que sea necesario estudiar la colocación de los molinos y otros equipos ruidosos dentro de un recinto o una nave aislada acústicamente. Los molinos que emplean sistemas de transferencia de harina mecánicos en lugar de neumáticos suelen ser más silenciosos y bastante más eficaces desde el punto de vista energético.

Las principales unidades generadoras de ruido, como martillos neumáticos y transportadores neumáticos, deben utilizarse en horas en las que el ruido de fondo sea más elevado.

Uso de equipo de transporte de pienso:

Los transportadores neumáticos generan un ruido de alta frecuencia. El ruido puede minimizarse, reduciendo al mínimo la longitud de los conductos de suministro, de modo que la potencia instalada sea baja. Los sistemas de baja capacidad, que operan durante más tiempo, suelen generar menos ruido global que las grandes unidades de alta capacidad.

Los transportadores, incluidos los transportadores espirales, son más silenciosos si están llenos de material. Evitar que los transportadores o transportadores espirales funcionen en vacío.

Suministro de pienso:

Muchas explotaciones no preparan el pienso in situ. El pienso suministrado a una explotación suele transportarse neumáticamente a tolvas de almacenamiento. El ruido de los vehículos de suministro procede de:

- el movimiento de vehículos por la explotación
- el equipo de transporte neumático.

El impacto de estas fuentes de ruido puede minimizarse:

1. Situando las tolvas o silos de almacenamiento de pienso lo más lejos posible dentro de lo práctico de zonas residenciales o sensibles.
2. Organizando la situación las tolvas o silos de pienso para reducir el movimiento de los vehículos de suministro.
3. Evitando largas distancias de los transportadores, y minimizando el número de curvas en los conductos fijos, de modo que puedan conseguirse las máximas velocidades de descarga (para minimizar la duración del ruido).

Operaciones de alimentación en explotaciones porcinas:

Los niveles de ruido dentro de las naves de cerdos pueden ser muy elevados. Por ejemplo, se han medido máximos de ruido de 97 dB o más por la excitación del ganado en espera del alimento. Esta excitación está muchas veces asociada con la alimentación manual o sistemas de transporte ruidosos que suministran el pienso a la hora de comer. Estos máximos de ruido de los animales pueden reducirse mediante el uso de sistemas apropiados de transportadores mecánicos. Si la alimentación debe realizarse manualmente, es conveniente que el ganado esté en grupos pequeños (separados de otros grupos) o, si el ruido es inevitable, alimentar al ganado en los momentos de mayores niveles de ruido de fondo.

Puede utilizarse transportadores con tolvas de almacenamiento, que pueden llenarse a horas que no sean las de comida. La tolva se vacía entonces de forma instantánea a la hora de comida programada, de modo que los cerdos no reciben estímulos anteriores a la comida que creen excitación y ruido.

Los alimentadores pasivos a discreción pueden utilizarse para algunas clases de ganado, y reducen enormemente el estrés y reducen el ruido. Para nuevas instalaciones de equipos de alimentación, esta debe considerarse como la opción preferida.

Para explotaciones en las que el ruido de la comida siga causando problemas, es esencial que, si es práctico, todas las puertas y otras aberturas importantes de las naves de estabulación estén cerradas a la hora de la comida.

Suministro de combustible:

Para reducir el efecto del ruido del camión cisterna que suministra el combustible, los depósitos de combustible deben estar situados lo más lejos posible, dentro de lo práctico, de otras propiedades como viviendas residenciales. La colocación de los depósitos de combustible en una posición en la que las naves de cría queden entre los depósitos de gas o fuel-oil y otras propiedades puede reducir la propagación del sonido.

Manejo de estiércol y purines en granjas de cerdos:

1. Los sistemas de que utilizan palas quitaestiércol suelen incluir un gran número de compuertas a lo largo de los conductos con palas. Estas compuertas y otras a las que tienen acceso los cerdos deben estar diseñadas y mantenidas de modo que los cerdos no puedan hacer ruido con las mismas y sus accesorios.
2. Las zonas de deyección interiores en las que se utilizan palas quitaestiércol deben plantear menos problemas, ya que el ruido del tractor quitaestiércol queda contenido dentro de la estructura.
3. Las zonas de que utilicen palas quitaestiércol fuera de las naves deben reducirse al mínimo, para ayudar a reducir el ruido de los tractores quitaestiércol trabajando en el exterior.
4. Las zonas de almacenamiento de purines y estiércol sólido deben estar idealmente situadas al final de la instalación, lo más lejos posible de las viviendas próximas. La disposición de las naves debe organizarse, siempre que sea práctico, de modo que los puntos de llenado de los depósitos de purines estén situados en el lado de las naves más alejado del límite de la propiedad o de las zonas residenciales. Así se aprovecha el efecto de la distancia y las cualidades de atenuación del ruido de propias naves, para absorber y reducir el ruido.
5. Los equipos de lavado a presión y compresores generan un ruido considerable y normalmente deben utilizarse dentro de las naves. Su uso en el exterior, por ejemplo para limpiar vehículos, debe evitarse en zonas sensibles. A ser posible, la maquinaria debe lavarse a cubierto y en lugares alejados de zonas residenciales y otras propiedades sensibles.

Manipulación de estiércol líquido y sólido en granjas avícolas:

1. En la limpieza de las naves avícolas, parte del ruido de las palas cargadoras queda contenido dentro de las naves. El movimiento y las maniobras de las palas cargadoras que llenan camiones fuera de la nave debe organizarse para minimizar la cantidad de movimiento de la maquinaria. Si hay suficiente altura libre, es preferible cargar los camiones dentro de la nave.
2. Asegurarse siempre de que las palas cargadoras y tractores estén bien mantenidos. Debe prestarse especial atención a los sistemas de escape y silenciadores de los vehículos.
3. La instrucción y formación del personal en el uso de las palas cargadoras puede reducir significativamente el ruido de las máquinas.
4. Para naves nuevas, considerar su orientación y posición con respecto al manejo de la gallinaza y de los productos, de modo que, si es práctico, el movimiento de la maquinaria se concentre en los extremos de las naves más alejados de otras propiedades o de zonas residenciales.
5. En algunas explotaciones de producción de huevos, la gallinaza es transportada directamente a una nave de almacenamiento separada. Esto permite cargar los camiones dentro de una nave.
6. Las bandas transportadoras utilizadas para el manejo del estiércol son una fuente de ruido, con chirridos y claqueteos. Deben estar todo lo posible dentro de la estructura de la nave. Cuando pasen de una nave a otra, el recorrido entre las naves debe ser lo más corto posible, y debe considerarse la colocación de barreras que absorban el ruido, como balas de paja o pantallas más permanentes. Los transportadores con carga suelen producir menos vibración y ruido. Evitar que los transportadores funcionen sin carga.
7. Los equipos de lavado a presión y compresores generan un ruido considerable y normalmente deben utilizarse dentro de las naves. Su uso en el exterior, por ejemplo para limpiar vehículos, debe evitarse en zonas sensibles. A ser posible, la maquinaria debe lavarse a cubierto y en lugares alejados de zonas residenciales y otras propiedades sensibles.

Efectos cruzados: Es de esperar que algunas de las medidas reduzcan asimismo el consumo energético.

Aplicabilidad: En granjas nuevas, muchas de las medidas de situación pueden aplicarse como parte del diseño de la granja. En tal caso, deben aprovecharse los contornos naturales. Para instalaciones existentes, es posible que la recolocación de actividades sólo sea posible para algunas actividades, pero la recolocación de las construcciones grandes, como las naves de estabulación, puede verse restringida por requerir inversiones relativamente elevadas.

Las medidas relativas a las operaciones a realizar y el momento en que se realizan pueden aplicarse en cualquier momento, para granjas tanto nuevas como existentes.

Bibliografía: [68, ADAS, 1999] y [69, ADAS, 1999].

4.11.3 Aplicación de barreras acústicas

Descripción: El control del ruido de una instalación puede controlarse mediante barreras acústicas. Estas son muy eficaces contra ruidos de alta frecuencia. El ruido de longitud de onda larga y baja frecuencia pasa alrededor o por encima de las barreras. Las barreras deben absorber el ruido, de lo contrario éste será reflejado.

Pueden usarse terraplenes para combinar el efecto de las barreras con la absorción de ruido de la vegetación, y pueden ser útiles si están situadas en los límites de las explotaciones porcinas. Pueden usarse balas de paja para disponer de una barrera acústica provisional de la altura deseada, gracias a su espesor y peso, así como a sus superficies amortiguantes. No deben usarse balas de paja en las naves de cerdos o en sus proximidades si pueden aumentar el riesgo de incendio, o en lugares donde las consecuencias de un incendio serían un grave peligro para los cerdos o los trabajadores. Las vallas de madera, altas y sólidas, reducen la propagación del ruido. Pueden situarse sobre los terraplenes o bancos de tierra para aumentar la altura global del obstáculo.

Beneficios medioambientales que se consiguen: La reducción alcanzable depende de la barrera.

Aplicabilidad: Las barreras pueden aplicarse en cualquier situación. La situación local determinará si puede aplicarse una barrera estructural, como vallas de madera o terraplenes.

Bibliografía: [68, ADAS, 1999] y [69, ADAS, 1999].

4.12 Técnicas para el tratamiento y desecho de otros residuos aparte del estiércol y los animales muertos

Los tipos de residuos generados por las explotaciones de cría intensiva y las formas en que se tratan estos residuos se han descrito en la Sección 2.10. En varios informes, la gestión de residuos hace referencia a la separación de residuos en categorías para su reutilización, tratamiento in situ o su desecho final. Los residuos que deban desecharse exteriormente pueden ser objeto de una separación adicional, permitiendo su tratamiento externo. Otro requisito importante de un plan de gestión de residuo de este tipo es disponer de una forma eficaz de recoger y eliminar los residuos.

Los residuos pueden dividirse en dos categorías:

- Residuos líquidos
- Residuos sólidos.

4.12.1 Tratamiento de residuos líquidos

Por lo que respecta a los residuos líquidos, la mezcla de agua residual con estiércol líquido seguida de tratamiento ulterior o de tratamiento separado mediante irrigación de bajo caudal es una práctica común. La reducción de las emisiones de estas técnicas se describe en la Sección 4.10.

Hay una serie de acciones que pueden aplicarse que pueden aplicarse para reducir la cantidad y la nocividad del agua residual de una granja. El agua de precipitación de los patios de ejercicio, zonas de alimentación y zonas de deyección exteriores debe recogerse y utilizarse. Al dimensionar la capacidad de almacenamiento para estiércol líquido y agua de deyecciones, el volumen de agua de precipitación a tener en cuenta debe corresponder a los volúmenes de precipitación medios y al tamaño de las superficies en cuestión, descontando las pérdidas por evaporación. El agua de precipitación no contaminada de tejados y zonas pavimentadas puede dejarse secar localmente o puede evacuarse a cunetas de drenaje o a desagües generales. Cualquier posibilidad de reutilización (como limpieza) que comporte la recogida y almacenamiento separado del agua debe ser tenida en consideración.

El agua residual doméstica y el agua residual de saneamiento (agua de lavado y duchas, agua residual de lavabos y cocinas) puede desecharse a través del sistema de alcantarillado local o recogerse y transportarse (Ej. en instalaciones de tratamiento de aguas residuales in situ), y luego evacuarse directamente a las aguas superficiales.

Mediante el uso extenso de métodos de limpieza en seco y el uso posterior de limpiadores a presión, el consumo de agua y la acumulación de aguas residuales pueden reducirse significativamente.

Sólo permitiendo el uso de agentes limpiadores y desinfectantes homologados puede reducirse la nocividad del agua residual.

4.12.2 Tratamiento de residuos sólidos

Descripción: Hay varias formas de desechar los residuos sólidos. En general, la quema de residuos (material de embalaje y plásticos) en el campo, aunque todavía se permite en muchos lugares, no se considera una técnica sana desde el punto de vista medioambiental. La incineración es un proceso difícil de controlar, y las temperaturas pueden no alcanzar los niveles requeridos para una incineración adecuada, produciendo emisiones a la atmósfera asociadas con una combustión incompleta (como sustancias cancerosas). Una opción puede ser quemar los residuos para obtener energía para calefacción, aunque no se han aportado datos que permitan su valoración. La quema de plásticos, caucho, neumáticos y otros materiales al aire libre no debe estar permitida.

El enterramiento in situ o desecho en vertedero de residuos también se practica ampliamente, y puede ser una opción a corto plazo, aunque no es viable a largo plazo. Puede producirse contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, según las características de los residuos que se estén enterrando. El ahorro inicial de costes se volvería luego en una carga financiera, para la limpieza y renovación de los terrenos. Entre los residuos enterrados se incluyen materiales de construcción, como planchas de uralita con amianto.

Existe la convicción de que tanto la quema al aire libre como el enterramiento pueden seguir siendo las únicas opciones para ciertos residuos a falta de medios de desecho alternativos. Se espera que estas prácticas acaben por desaparecer debido a la reglamentación medioambiental.

Se aconseja seguir la denominada Mejor Opción Medioambiental Practicable (MOMP). Este concepto sigue el esquema de la jerarquía de tratamiento de residuos (reducción, reutilización, recuperación, desecho) y aplica los principios de proximidad (tratamiento de residuos lo más cerca posible) y de precaución (aplicación inmediata de económicas rentables para evitar la degradación medioambiental).

Dentro de este esquema se han estudiado las siguientes opciones de tratamiento in situ:

- reutilización de residuos
- compostaje de residuos
- recuperación de energía.

La reutilización se concentra en el uso de envases reutilizables o rellenables. Las posibilidades para el compostaje de residuos que no sean estiércol parece muy limitado, y las mejores oportunidades son para los embalajes de cartón. La recuperación de energía incluye los quemadores de fuel-oil ya aplicados, aunque pueden aplicarse otros materiales con el nuevo desarrollo de las tecnologías de recuperación de energía. No se han reportado técnicas aplicadas normalmente en las explotaciones de cría intensiva de aves y cerdos.

Beneficios medioambientales que se consiguen: Habrá diversos beneficios medioambientales, aunque dependen del tipo de residuo y de la forma en que se trata. Las opciones de reutilización, recogida o tratamiento central reducen la necesidad de quemar o enterrar los residuos, así como de apilar los residuos pendientes de recogida (lo que puede originar problemas como olor y contaminación del suelo por los líquidos de escorrentía).

Aplicabilidad: En la aplicación de las mejores opciones medioambientales practicables, los granjeros dependen de la disponibilidad de una logística de infraestructuras adecuada para desechar los residuos no utilizables que no puedan reutilizarse en la granja.

La falta de información, el bajo nivel de conciencia y los elevados costes de los equipos hacen que actualmente la aplicación de las técnicas sugeridas de tratamiento de residuos in situ sea difícil. Se ha comentado que se requerirá mayor investigación y desarrollo para aumentar la aplicabilidad.

Costes: Hay ciertos costes asociados con las técnicas de tratamiento aplicadas. En particular, la incineración y desecho en vertedero de residuos deberán cumplir requisitos legislativos crecientes que elevarán los costes de la aplicación de estas técnicas.

Los costes de otras formas de desecho o recuperación incluyen:

- Costes de recogida y transporte
- Costes de desecho y recuperación
- Tasas de desecho en vertedero (si se entierran los residuos).

Los costes para el granjero dependen de una serie de factores, como:

- La ubicación de la granja y la distancia a las instalaciones correspondientes
- La cantidad de residuos
- La naturaleza y clasificación de los residuos
- El método de tratamiento final
- La demanda existente en el mercado de materiales secundarios.

Motivo principal de aplicación: Es previsible que los residuos agrícolas sean considerados cada vez más como residuos industriales. Los requisitos establecidos en diversas directivas sobre residuos, como la Directiva de la UE sobre Residuos en Vertederos y la Directiva sobre Incineración de Residuos, serán fuerzas importantes para cambiar el tratamiento de los residuos agrícolas.

Tras fuerzas que impulsan el cambio en el tratamiento de residuos se consideran las demandas de detallistas y consumidores, la conciencia creciente del público acerca de los impactos medioambientales y sanitarios de los productos, los costes crecientes de desecho, y el desarrollo de Directivas de la UE que aplican el principio de “quien contamina paga”.

Bibliografía: La mayoría de la información puede encontrarse en un informe del Reino Unido que presenta vías hacia una gestión sostenible de los residuos agrícolas [147, Bragg S and Davies C, 2000].

5 MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Para la comprensión de este capítulo y de su contenido, se llama la atención del lector al prefacio de este documento, y en particular a su sección quinta: “Cómo entender y usar este documento”. Las técnicas y niveles de emisiones y consumos asociados, o los rangos de niveles, han sido evaluados a través de un proceso iterativo que comporta los pasos siguientes:

- Identificación de los aspectos medioambientales claves para el sector: emisiones de amoníaco a la atmósfera, emisiones de nitrógeno y fósforo al suelo y a las aguas superficiales y subterráneas, y aspectos medioambientales asociados, como emisiones de olor y polvo y el consumo de energía y agua;
- Examen de las técnicas más relevantes para tratar estos aspectos clave;
- Identificación de los mejores niveles de comportamiento medioambiental, sobre la base de los datos disponibles en la Unión Europea y en todo el mundo. Una característica de este sector es que hay pocos parámetros medidos de forma rutinaria con respecto a las emisiones medioambientales. Normalmente se ha utilizado el nivel de amoníaco como indicador medible para evaluar la eficacia de una técnica. No obstante, en la evaluación de las MTD, el GTT ha tenido en consideración muchos otros posibles impactos medioambientales, utilizando su juicio experto cuando no había datos disponibles.
- Examen de las condiciones en las que se consiguen estos niveles de comportamiento, como costes, efectos sobre otros medios o razones principales de la puesta en práctica de estas técnicas.
- Selección de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y de los niveles asociados de emisión y/o consumo para este sector en un sentido general, todo ello de acuerdo con el Artículo 2(11) y el Anexo IV de la Directiva.

La evaluación experta por parte de la Oficina Europea de IPPC (EIPPCB) y el Grupo Técnico de Trabajo (GTT) ha desempeñado un papel clave en cada uno de estos pasos y el modo en que aquí se presenta la información.

Sobre la base de estas técnicas de evaluación, y en la medida de lo posible, en este capítulo se presentan niveles de emisiones y consumos, asociados con el uso de las Mejores Técnicas Disponibles, que se consideran apropiados para el sector en su conjunto y en muchos casos reflejan el funcionamiento real de algunas instalaciones del sector. Cuando se presentan niveles de emisiones o consumos “asociados con las Mejores Técnicas Disponibles”, debe entenderse que ello significa que tales niveles representan el comportamiento medioambiental que podría preverse como resultado de la aplicación, en este sector, de las técnicas descritas, teniendo en cuenta el equilibrio de costes y ventajas inherente a la definición de las MTD. No obstante, no son valores límite de consumo o emisión ni deben entenderse como tales. En algunos casos puede ser técnicamente posible conseguir mejores niveles de emisiones o consumos, pero debido a los costes involucrados o por la consideración de efectos sobre otros medios, no se consideran apropiados como mejor técnica disponible para el sector en su conjunto. No obstante, tales niveles pueden ser considerados justificados en casos más específicos en los que existan motivos especiales de puesta en práctica.

Los niveles de emisiones y consumos asociados con el uso de las Mejores Técnicas Disponibles deben ser contemplados en el contexto de con las condiciones de referencia que se especifiquen (Ej. periodos de promedio).

El concepto de “niveles asociados con las MTD” arriba descrito debe distinguirse del término “nivel obtenible” utilizado en otros lugares de este documento. Cuando un nivel se describe como “obtenible” usando una técnica particular o una combinación de técnicas, debe entenderse que significa que se puede esperar conseguir el nivel a lo largo de un periodo de tiempo sustancial en una instalación o proceso bien mantenido y gestionado mediante tales técnicas.

Cuando se hallan disponibles, se facilitan datos relativos a costes junto con las técnicas presentadas en el capítulo anterior. Estos dan una indicación aproximada de la magnitud de los costes involucrados. No obstante, el coste real de la aplicación de una técnica dependerá mucho de la situación específica relativa, por ejemplo, a los impuestos, tasas y características técnicas de la instalación en cuestión. No es posible evaluar con detalle estos factores específicos de cada centro de producción. En ausencia de datos relativos a costes, las conclusiones sobre la viabilidad económica de las técnicas se extraen a partir de observaciones de las instalaciones existentes.

La intención es que las Mejores Técnicas Disponibles generales de este capítulo sean un punto de referencia en relación al cual se juzgue el comportamiento presente de una instalación o se estudie una propuesta de una nueva instalación. De este modo servirán de ayuda en la determinación de las condiciones apropiadas “basadas en las Mejores Técnicas Disponibles” para la instalación, o en el establecimiento de reglamentos de aplicación general conforme al Artículo 9(8). Está previsto que las nuevas instalaciones puedan diseñarse para tener un comportamiento igual o incluso mejor que los niveles generales para las Mejores Técnicas Disponibles aquí presentados. También se considera que las instalaciones existentes podrían moverse hacia los niveles generales para las Mejores Técnicas Disponibles o incluso mejorarlos, con arreglo a la aplicabilidad técnica y económica de las técnicas en cada caso.

Aunque los BREF no establecen normas de cumplimiento legal, tienen por finalidad facilitar información que sirva de referencia a la industria, los Estados Miembros y el público acerca de los niveles obtenibles de emisiones y consumos al utilizar las técnicas especificadas. Los valores límite apropiados para cualquier caso específico deberán determinarse teniendo en cuenta los objetivos de la Directiva IPPC y las consideraciones locales.

Con el fin de complementar esta introducción general, los párrafos siguientes presentan los aspectos específicos del sector, la evaluación de las MTD, y proporcionan una guía sobre cómo leer este capítulo.

Los principales impactos medioambientales guardan relación con las emisiones de amoníaco a la atmósfera, y las emisiones de nitrógeno y fósforo al suelo y a las aguas superficiales y subterráneas, y se derivan del estiércol de los animales. Las medidas para reducir estas emisiones no se limitan al almacenamiento, tratamiento o aplicación del estiércol una vez producido, sino que incluyen medidas a lo largo de una cadena completa de elementos, incluidos pasos para minimizar la producción de estiércol. Esta comienza con una buena gestión de la explotación y medidas adecuadas de alimentación y estabulación, sigue con el tratamiento y el almacenamiento del estiércol, y por último su esparcimiento en el suelo. Para evitar que los beneficios de una medida tomada al inicio de la cadena sean anulados por una mala manipulación del estiércol más tarde, es importante aplicar el concepto de MTD.

El concepto de MTD para una granja significa aplicar siempre Buenas Prácticas Agrícolas y medidas nutricionales, junto con las MTD en el diseño de las explotaciones. Además, puede ser relevante la aplicación de las MTD en la reducción del consumo de agua y energía. El almacenamiento de estiércol y el procesado in situ son fuentes de emisiones, y la aplicación de las MTD produce una importante reducción de las emisiones. Incluso tras aplicar medidas nutricionales y el proceso de estiércol in situ, quedará todavía estiércol (Ej. estiércol tratado) que normalmente se esparce en el suelo. Para esta actividad, las MTD incluyen herramientas de gestión y la elección de equipos. No obstante, dada la variación de los climas locales en la Comunidad, junto con las preferencias locales de razas y pesos de acabado de los animales en cuestión, hay dudas acerca de si una técnica de estabulación bien desarrollada en un país será igualmente viable o eficaz en otro. Es un hecho cierto en este sector que muchos sistemas de estabulación se han desarrollado y ensayado en un solo país y no han sido probados fuera del mismo. Sería científicamente incorrecto suponer que algunas técnicas podrían conseguir idéntica eficacia en toda la Comunidad.

Una característica de este sector es que el diseño y funcionamiento de un sistema de cría de animales es en sí una técnica fundamental que también contribuye a la eficacia medioambiental global. Al remodelar naves existentes, el sistema de estabulación aplicado actualmente influirá sobre la elección de las nuevas técnicas que pueden aplicarse. El cambio de un sistema de estabulación a otro significa normalmente la completa sustitución del sistema, pero habitualmente sólo se requieren pequeños cambios en la nave en la que está instalado el sistema. Normalmente, el sistema de estabulación es una inversión a largo plazo y esto es algo que debe tenerse en cuenta a la hora de priorizar la aplicación de la MTD en cada caso.

En el marco del intercambio de información, un subgrupo del GTT ideó una metodología para evaluar la MTD para sistemas de cría intensiva (ver Anexo 7.7). Esta metodología debe considerarse como un primer intento de identificar la MTD en un sentido general. La metodología ha sido aplicada en la medida de lo posible para llegar a las conclusiones sobre MTD detalladas en este capítulo.

La evaluación de las técnicas se apoya en las siguientes consideraciones:

- Los datos disponibles son limitados.
- Los aspectos sobre bienestar animal¹ se respetan, aunque el objetivo principal de la evaluación está en la eficacia medioambiental.
- Los costes de inversión sólo tienen un uso limitado en la evaluación; los costes operativos anuales no siempre han sido reportados o justificados. Esta limitación ha impedido una evaluación completa desde el punto de vista económico.
- Los requisitos adicionales en términos de energía y mano de obra para la operación de un sistema deben ser aceptables si una técnica se propone como MTD.

En las tres secciones siguientes (Secciones 5.1 – 5.3) de este capítulo se describen las conclusiones sobre MTD para la cría intensiva de cerdos y aves. La Sección 5.1 se ocupa de las conclusiones genéricas sobre MTD en la Buenas Prácticas Agrícolas que son aplicables generalmente a ambos sectores, cerdos y aves. La Sección 5.2 describe las conclusiones generales sobre MTD para el sector porcino, y la Sección 5.3 describe las conclusiones generales sobre MTD en el sector avícola. Las Secciones 5.2 y 5.3 tienen la misma estructura y describen las conclusiones sobre MTD en:

- Técnicas nutricionales
- Emisiones a la atmósfera de las naves de explotación
- Agua
- Energía
- Almacenamiento de estiércol
- Proceso de estiércol in situ, y
- Técnicas para el esparcimiento en el suelo del estiércol.

5.1 Buenas Prácticas Agrícolas en la cría intensiva de cerdos y aves

Las Buenas Prácticas Agrícolas son una parte esencial de las MTD. Aunque es difícil cuantificar los beneficios medioambientales en términos de reducciones de emisiones o reducción en el consumo de energía y agua, es evidente que una gestión consciente de las explotaciones contribuirá a una mejora en la eficacia medioambiental de una granja de cría intensiva de aves o cerdos.

Para mejorar la eficacia medioambiental general de una granja de cría intensiva, la MTD es hacer lo siguiente:

- Diseñar y aplicar programas educativos y de formación para el personal de las granjas (Sección 4.1.2).
- Mantener registros del consumo de agua y energía, de las cantidades de pienso para el ganado, de la producción de residuos y de las aplicaciones en el campo de fertilizantes inorgánicos y de estiércol. (Sección 4.1.4).
- Disponer de un procedimiento de emergencia para tratar emisiones imprevistas e incidentes (Sección 4.1.5).
- Implementar un programa de reparación y mantenimiento para garantizar que las estructuras y equipos estén en buen estado de funcionamiento y que las instalaciones se mantengan limpias (Sección 4.1.6).
- Efectuar una adecuada planificación de las actividades en el centro, como el suministro de materiales y la eliminación de productos y residuos (Sección 4.1.3), y
- Planear la apropiada aplicación de estiércol al suelo (Sección 4.1.3).

¹ La legislación comunitaria prohíbe en particular mantener a los animales en una oscuridad permanente

Por lo que respecta a la correcta aplicación al suelo del estiércol, las conclusiones sobre MTD se muestran a continuación.

La Directiva sobre Nitratos establece las disposiciones mínimas sobre la aplicación de estiércol al suelo con el fin de proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación por compuestos de nitrógeno, y las disposiciones adicionales para la aplicación de estiércol al suelo en zonas designadas como vulnerables. No todas las disposiciones de esta Directiva se tratan en este documento por falta de datos pero, cuando se tratan, el GTT acordó que la MTD sobre esparcimiento en el suelo es igualmente válida dentro y fuera de estas zonas designadas como vulnerables.

Hay distintas etapas en el proceso, desde la preproducción del estiércol a su postproducción y su esparcimiento final en el terreno, en las que las emisiones pueden reducirse o controlarse. Las distintas técnicas que son MTD y que pueden aplicarse en las distintas fases del proceso se detallan a continuación. No obstante, el principio de MTD se basa en la aplicación de las cuatro acciones siguientes:

- Aplicación de medidas nutricionales.
- Equilibrar el estiércol a esparcir con la cantidad de terreno disponible y los requisitos del cultivo y – si se aplican – con otros fertilizantes.
- Gestionar correctamente la aplicación del estiércol en el suelo, y
- Utilizar sólo las técnicas que son MTD para el esparcimiento del estiércol en el suelo y – si procede – en el acabado.

Estos principios se elaboran con mayor detalle a continuación.

La MTD es aplicar medidas nutricionales en origen alimentando a los cerdos y las aves con menores cantidades de nutrientes; ver Secciones 5.2.1 y 5.3.1.

La MTD es minimizar las emisiones de estiércol al suelo y a las aguas subterráneas equilibrando la cantidad de estiércol con los requisitos previsibles del cultivo (nitrógeno y fósforo, así como el aporte de minerales a la cosecha del suelo y de la fertilización). Hay disponibles distintas herramientas para equilibrar la absorción total de nutrientes por el suelo y la vegetación frente al aporte total de nutrientes del estiércol, como efectuar un balance de nutrientes del suelo o determinar el número de animales en función del terreno disponible.

La MTD es tener en consideración las características del terreno en cuestión al aplicar estiércol; en particular, las condiciones del suelo, el tipo de suelo y su inclinación, las condiciones climáticas, la pluviometría y el riego, el uso de la tierra y las prácticas agrícolas, incluidos los sistemas de rotación de cultivos.

La MTD es reducir la contaminación de las aguas haciendo en particular lo siguiente:

- No aplicar estiércol al suelo si el terreno está:
 - Saturado de agua
 - Inundado
 - Helado
 - Cubierto de nieve
- No aplicar estiércol a terrenos con pendientes muy inclinadas.
- No aplicar estiércol en lugares adyacentes a cualquier curso de agua (dejando una franja de tierra sin tratar), y
- Esparcir el estiércol lo más cerca posible del momento en que se vaya a producir el máximo crecimiento del cultivo y la absorción de nutrientes.

La MTD es gestionar el esparcimiento del estiércol para reducir las molestias por olores cuando puedan verse afectados los vecinos, haciendo en particular lo siguiente:

- Realizar la aplicación en los días en que es menos probable que la gente esté en casa, y evitando los fines de semana y festividades.
- Prestar atención a la dirección del viento en relación con las viviendas vecinas.

El estiércol puede tratarse para minimizar las emisiones de olores, lo que permite mayor flexibilidad para determinar los lugares y condiciones climáticas apropiadas para su aplicación al suelo.

Las MTD sobre el equipo para el esparcimiento en el suelo de estiércol porcino y avícola se discute en las Secciones 5.2.7 y 5.3.7 respectivamente.

5.2 Cría intensiva de cerdos

Las MTD para la mejora de la eficacia medioambiental de una granja de cría intensiva se describe en la Sección 5.1 “Buenas Prácticas Medioambientales en la cría intensiva de cerdos y aves”.

5.2.1 Técnicas nutricionales

Las medidas preventivas reducen las cantidades de nutrientes excretadas por los animales, lo que reducirá la necesidad de medidas correctivas más adelante en el ciclo de producción. Las siguientes MTD nutricionales deben aplicarse por lo tanto preferiblemente antes de las MTD de proceso ulterior.

La gestión nutricional pretende equilibrar los piensos de forma más exacta con los requisitos de los animales en las distintas fases de producción, reduciendo con ello la excreción de nutrientes residuales en el estiércol.

Las medidas de alimentación cubren una amplia variedad de técnicas que pueden aplicarse de forma individual o conjunta para conseguir la máxima reducción de la producción de nutrientes en el estiércol.

Entre las medidas de alimentación se incluyen la alimentación por fases, la formulación de dietas basada en nutrientes digeribles / disponibles, el uso de dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos (ver Sección 4.2.3) y el uso de dietas bajas en fósforo y suplementadas con fitasa (ver Sección 4.2.4) o dietas con fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad (ver Sección 4.2.5). Además, el uso de algunos aditivos en los piensos, descrito en la Sección 4.2.6, puede aumentar la eficacia del pienso, mejorando con ello la retención de nutrientes y reduciendo con ello la cantidad de nutrientes que pasan a los purines.

Actualmente se están investigando otras técnicas (como la alimentación por sexos, la reducción ulterior de la proteína dietética y/o del contenido de fósforo) que pueden estar disponibles en el futuro.

5.2.1.1 Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de nitrógeno

La MTD es aplicar medidas de alimentación.

Por lo que respecta a la producción de nitrógeno, y por consiguiente de nitratos y amoníaco, una base de MTD es alimentar a los animales con dietas sucesivas (alimentación por fases) con un menor contenido de proteína bruta. Estas dietas deben estar apoyadas por un suministro óptimo de aminoácidos de los alimentos adecuados o de aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina, triptófano, ver Sección 4.2.3.).

Puede conseguirse una reducción de la proteína bruta del 2 al 3% (20 a 30 g/Kg. de pienso) según la raza / genotipo y el punto de inicio, que para aves es del 1 al 2% (10 – 20 g/Kg. de pienso). El rango resultante de contenido de proteína bruta dietética que se considera MTD se reporta en la Tabla 5.1. Los valores de la tabla son sólo indicativos, dado que los mismos, entre otros, dependen del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En diversos Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Fases		Contenido de proteína bruta (% en el pienso)	Comentario
Cochinillos destete	<10 Kg.	19 – 21	Con un aporte de aminoácidos bien equilibrado y con óptima digestibilidad
Lechones	<25 Kg.	17,5 – 19,5	
Cerdos engorde	25 – 50 Kg.	15 – 17	
	50 – 110 Kg.	14 – 15	
Cerdas	Gestación	13 – 15	
	Lactación	16 – 17	

Tabla 5.1: Niveles indicativos de proteína bruta en los piensos MTD para cerdos

5.2.1.2 Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de fósforo

La MTD es aplicar medidas de alimentación.

Por lo que respecta al fósforo, una base para las MTD es alimentar a los animales (aves y cerdos) con dietas sucesivas (alimentación por fases) con un menor contenido total en fósforo. En estas dietas deben usarse fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa, con el fin de garantizar un aporte suficiente de fósforo digerible.

Puede conseguirse una reducción total de fósforo de 0,03 a 0,07 % (0,3 a 0,7 g/Kg. de pienso) según las razas /genotipos, el uso de materias primas y el punto de inicio, mediante la aplicación de fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa en el pienso. El rango resultante del contenido de fósforo dietético total se indica en la Tabla 5.2. Los valores asociados con las MTD de la tabla son sólo indicativos, ya que, entre otros, dependen del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En una serie de Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Fases		Contenido total de fósforo (% en el pienso)	Comentario
Cochinillos destete	<10 Kg.	0,75 – 0,85	Con fósforo de adecuada digestibilidad, usando fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa
Lechones	<25 Kg.	0,60 – 0,70	
Cerdos engorde	25 – 50 Kg.	0,45 – 0,55	
	50 – 110 Kg.	0,38 – 0,49	
Cerdas	Gestación	0,43 – 0,51	
	Lactación	0,57 – 0,65	

Tabla 5.2: Niveles indicativos de fósforo total en los piensos MTD para cerdos

5.2.2 Emisiones a la atmósfera de las naves de cría de cerdos

Se establecen una serie de puntos generales sobre instalaciones para cerdos, que van seguidos de una descripción detallada de las técnicas aplicadas y de las MTD para instalaciones para cerdas en apareamiento y gestación, cerdos en engorde/acabado, cerdas parturientas y cochinillos destetados.

Los diseños para la reducción de las emisiones de amoniaco a la atmósfera, presentados en el Capítulo 4, comportan básicamente algunos o todos los principios siguientes:

- Reducción de las superficies que emiten purines.
- Eliminación de los purines de la fosa séptica a un estercolero externo.
- Aplicación de un tratamiento adicional, como aireación, para obtener purines líquidos.
- Enfriamiento de la superficie del estiércol.
- Uso de superficies (por ejemplo en las rejillas y canales estercoleros) que sean lisas y fáciles de limpiar.

En la construcción de los suelos enrejados se utiliza cemento, hierro y plástico. En general, y con rejillas de la misma anchura, el estiércol vertido sobre rejillas de cemento tarda más en caer al foso que con rejillas de hierro y plástico, lo que va asociado con mayores emisiones de amoníaco. Hay que reseñar que las rejillas de hierro no se permiten en algunos Estados Miembros.

La eliminación frecuente del purín mediante lavado con purines puede producir un máximo de las emisiones de olores con cada lavado. El lavado se realiza normalmente dos veces al día, una vez por la mañana y una por la tarde. Estos aumentos de las emisiones de olores pueden causar irritación a los vecinos. Además, el tratamiento de los purines consume asimismo energía. Estos efectos sobre otros medios han sido tenidos en consideración al definir las MTD de los diversos diseños de instalaciones.

Por lo que respecta a la cama o yacija (normalmente de paja), se espera que el uso de camas en las explotaciones porcinas aumente en la Comunidad debido a la mayor concienciación con respecto al bienestar animal. La yacija puede aplicarse en conjunción con sistemas de instalaciones con ventilación natural (controlados automáticamente), en los que la cama protege a los animales de las bajas temperaturas, con lo que se requiere menos energía para ventilación y calefacción. En los sistemas en los que se utiliza yacija, el corral puede dividirse en una zona de deyección (sin yacija) y una zona de suelo sólido con cama de paja. Los cerdos no siempre utilizan estas zonas, es decir, defecan en la zona con cama de paja y/o utilizan la zona de deyección sólida o enrejada para yacer. No obstante, el diseño del corral puede influenciar la conducta de los cerdos, aunque en regiones con un clima cálido esto no será suficiente para evitar que los cerdos defequen o yazcan en zonas equivocadas. El motivo de esto es que, en un sistema de cama de paja, los cerdos no tienen la posibilidad de refrescarse echándose un suelo son cubrir.

Una evaluación integral del uso de la yacija debería incluir los costes adicionales del suministro de yacija y de su retirada, así como las posibles consecuencias en las emisiones del almacenamiento de los purines y en su aplicación al suelo. El uso de yacija produce un estiércol sólido que aumenta las materias orgánicas en el suelo. Por lo tanto, en ciertas circunstancias, este tipo de estiércol es beneficioso para la calidad del suelo; se trata de un efecto cruzado muy positivo.

5.2.2.1 Sistemas de estabulación para cerdas en apareamiento / gestación

Actualmente, las cerdas en apareamiento/gestación pueden estar estabuladas individualmente o en grupo. No obstante, la legislación de la UE sobre el bienestar de los cerdos (91/630/CEE) establece estándares mínimos para la protección de los cerdos y requiere que las cerdas y cerdas jóvenes se mantengan en grupos, desde 4 semanas tras su entrega hasta 1 semana antes de la fecha prevista de parto, a partir del 1 de enero de 2003 para instalaciones nuevas o reconstruidas, y a partir del 1 de enero de 2013 para las granjas existentes.

Los sistemas de alojamiento en grupo requieren sistemas de alimentación distintos (Ej. comederos electrónicos para cerdas) que los sistemas de alojamiento individual, así como un diseño del corral que condicione la conducta de las cerdas (es decir, el uso de áreas para defecar y para yacer). No obstante, desde un punto de vista medioambiental, los datos presentados parecen indicar que los sistemas de alojamiento en grupo presentan niveles de emisiones similares a los sistemas de alojamiento individual, si se aplican técnicas de reducción similares.

En la misma legislación de la UE sobre el bienestar de los cerdos anteriormente citada (Directiva del Consejo 2001/88/CE que enmienda la 91/630/CEE), se incluyen los requisitos para las superficies de los suelos. Para cerdas jóvenes y cerdas preñadas, una parte específica del suelo debe ser suelo sólido continuo con un máximo de un 15% reservado para aberturas de desagüe. Estas nuevas disposiciones se aplican a todas las instalaciones de nueva construcción o reconstruidas a partir del 1 de enero de 2003, y a todas las instalaciones a partir del 1 de enero de 2013. El efecto de estas nuevas normativas de suelos sobre las emisiones en comparación con un suelo enrejado típico (que es el sistema de referencia) no se ha investigado. El máximo vacío del 15% para desagüe en la zona de suelo sólido continuo es inferior al 20% de vacío de la zona de suelo enrejado de cemento de las nuevas disposiciones (un hueco máximo de 20 mm con un ancho de tablilla mínimo de 80 mm para cerdas y cerdas jóvenes). Por consiguiente, el efecto global es reducir el área de vacío.

En la siguiente sección sobre MTD sobre instalaciones, las técnicas se comparan frente al sistema de referencia. El sistema de referencia (descrito en la Sección 4.6.1) utilizado para la estabulación de cerdas en apareamiento y gestación, que es una canal estercolero bajo un suelo totalmente enrejado con rejillas de cemento. El estiércol se retira a intervalos frecuentes o infrecuentes. La ventilación artificial elimina los componentes gaseosos emitidos por los purines acumulados. El sistema ha sido aplicado comúnmente en toda Europa.

La MTD es:

- Suelos total o parcialmente enrejados con un sistema de vacío debajo para eliminación frecuente de los purines (Secciones 4.6.1.1. y 4.6.1.6.), o
- Suelos parcialmente enrejados y un canal estercolero reducido (Sección 4.6.1.4.).

Generalmente se acepta que las rejillas de cemento producen mayores emisiones de amoníaco que las rejillas de metal o plástico. No obstante, para la MTD arriba indicada no se hallan disponible información sobre el efecto de los distintos tipos de rejillas en las emisiones o los costes.

MTD Condicional

“Las instalaciones de nueva construcción con suelo total o parcialmente enrejado y canalones o tubos de desagüe debajo en los que se aplica lavado con purín líquido no aireado (Secciones 4.6.1.3. y 4.6.1.8)” son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que los máximos de olor debido al lavado causen molestias a los vecinos, estas técnicas son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implementada, es MTD (incondicional).

MTD para sistemas de estabulación ya instalados

“Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor (Sección 4.6.1.5)” tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

“Los sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo (Sección 4.6.1.9)” funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, la pala quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

“Los sistemas de suelos total o parcialmente enrejados y canalones o tubos de desagüe debajo que utilizan líquido de lavado con purín líquido no aireado (Secciones 4.6.1.3 y 4.6.1.8)” constituyen, como ya se ha indicado, MTD cuando ya están implementados. La misma técnica utilizada con líquido aireado no es MTD para instalaciones de nueva construcción debido a la generación de olores, el consumo energético y la operatividad. No obstante, en los casos en los que esta técnica ya está implementada, constituye MTD.

Discrepancia de un Estado Miembro

Un Estado Miembro suscribe las conclusiones sobre MTD pero, en su opinión, las siguientes técnicas son también MTD en casos en los que las técnicas ya están implementadas, y son también MTD cuando está prevista una ampliación (mediante una nueva nave) que funcione con el mismo sistema (en lugar de dos sistemas distintos):

- Suelos total o parcialmente enrejados con lavado con una capa permanente de lodo de estiércol en canales inferiores, con purín líquido aireado sin airear (Secciones 4.6.1.2 y 4.6.1.7).

Estos sistemas, que se aplican frecuentemente en dicho Estado Miembro, pueden conseguir una mayor reducción de las emisiones de amoníaco que los sistemas identificados anteriormente como MTD (Secciones 4.6.1.1, 4.6.1.6 y 4.6.1.4) o MTD condicional (Secciones 4.6.1.3 y 4.6.1.8). El argumento que se da es que el elevado coste de modernización de los sistemas existentes con cualquiera de esas MTD no está justificado. Cuando se realiza una ampliación, por ejemplo mediante una nueva nave, en una planta que ya adopta estos sistemas, la aplicación de una MTD o MTD condicional reduciría la operatividad, al obligar a utilizar dos sistemas distintos en la misma granja. Por consiguiente, el Estado Miembro considera que estos sistemas son MTD debido a su buena capacidad de reducción de las emisiones, su operatividad y su menor coste.

Sistemas con yacija

En los sistemas que utilizan yacija se han visto potenciales de reducción de emisiones muy variables hasta la fecha, por lo que es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con cama de paja o yacija. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza yacija, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

5.2.2.2 Sistemas de estabulación para cerdos de engorde/acabado

Los cerdos de engorde/acabado se alojan siempre en grupo, y la mayoría de los sistemas para la estabulación en grupo de cerdas son también aplicables aquí.

En la siguiente sección sobre MTD, las técnicas se comparan con el sistema de referencia utilizado para la estabulación de cerdos de engorde/acabado, que es un suelo totalmente enrejado con un canal estercolero profundo debajo y ventilación mecánica (Sección 2.3.1.4.1).

La MTD es:

- Suelo totalmente enrejado con sistema de vacío para eliminación frecuente (Sección 4.6.1.1), o
- Suelo parcialmente enrejado con canal estercolero reducido con paredes inclinadas y sistema de vacío (Sección 4.6.4.3), o
- Suelo parcialmente enrejado con piso sólido convexo central o con piso sólido inclinado en la parte frontal del corral, canal estercolero con paredes laterales inclinadas, y un canal de purines con inclinación (Sección 4.6.4.2).

En general se acepta que las rejillas de cemento dan mayores emisiones de amoníaco que las rejillas de metal o plástico. No obstante, los datos de emisiones reportados muestran sólo una diferencia del 6 %, aunque los costes son considerablemente mayores. Las rejillas metálicas no están permitidas en todos los Estados Miembros, ya que no son adecuadas para cerdos muy gordos.

MTD condicional:

“Las instalaciones de nueva construcción con suelos total o parcialmente enrejados y canalones o tubos inferiores de desagüe en los que se aplica lavado con líquido sin airear (Secciones 4.6.1.3 y 4.6.1.8)” son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que los máximos de olor debido al lavado causen molestias a los vecinos, estas técnicas son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implementada, es MTD (incondicional).

MTD para sistemas de estabulación ya instalados

“Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor (Sección 4.6.1.5)” tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las palas de refrigeración de la superficie del purín no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente. A destacar que la eficacia energética puede ser menor en situaciones en las que el calor derivado de la refrigeración no se utilice, debido por ejemplo a que no hay cochinitos destetados que mantener calientes.

“Los sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo (Sección 4.6.1.9)” funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, el quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

“Los sistemas de suelos total o parcialmente enrejados y canalones o tubos de desagüe debajo que utilizan líquido de desagüe con líquido no aireado (Secciones 4.6.1.3 y 4.6.1.8)” constituyen, como ya se ha indicado, MTD cuando ya están implantados. La misma técnica utilizada con líquido aireado no es MTD para instalaciones de nueva construcción debido a la generación de olores, el consumo energético y la operatividad. No obstante, en los casos en los que esta técnica ya está implementada, constituye MTD.

Discrepancia de un Estado Miembro

Un Estado Miembro suscribe las conclusiones sobre MTD pero, en su opinión las siguientes técnicas constituyen también MTD cuando las técnicas ya estén implantadas, y también son MTD cuando se prevé realizar una ampliación (mediante una nueva nave) que funcione con el mismo sistema (en lugar de dos sistemas distintos):

- Suelo total o parcialmente enrejado con lavado con una capa de estiércol líquido permanente en canales inferiores con líquido aireado o sin airear (Secciones 4.6.1.2 y 4.6.1.7).

Estos sistemas, aplicados con frecuencia en este Estado Miembro, pueden conseguir una mayor reducción de las emisiones de amoníaco que los sistemas anteriormente identificados como MTD o MTD condicional (Secciones 4.6.1.3 y 4.6.1.8). El argumento es que el elevado coste de modernización de los sistemas existentes por cualquiera de estas MTD no está justificado. Cuando se realiza una ampliación, por ejemplo mediante una nueva nave, a una planta que ya utilice estos sistemas, la implementación de una MTD o MTD condicional reduciría la operatividad, al obligar a utilizar dos sistemas distintos en la misma granja. Por consiguiente, el estado Miembro considera que estos sistemas son MTD debido a su buena capacidad de reducción de emisiones, su operatividad y consideraciones sobre costes.

Sistemas con yacija

En los sistemas que utilizan yacija se han reportado potenciales de reducción de emisiones muy variables hasta la fecha, por lo que es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con yacija. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza yacija, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, no pueden ser excluidas como MTD.

El siguiente sistema es un ejemplo de qué puede ser MTD:

- Suelos de cemento sólidos con un pasillo de servicio con paja y un sistema de circulación de paja (Sección 4.6.4.8).

5.2.2.3 Sistemas de estabulación para cerdas parturientas (incluidos lechones)

Las cerdas parturientas en Europa se alojan normalmente en jaulas con suelos enrejados de hierro y/o plástico. En la mayoría de instalaciones, las cerdas están restringidas en su movimiento, y los lechones se mueven libremente. La mayoría de instalaciones tienen ventilación controlada y a menudo una zona con calefacción para los lechones durante los primeros días. Este sistema con un canal estercolero profundo debajo es el sistema de referencia (Sección 2.3.1.2.1).

La diferencia entre los suelos total y parcialmente enrejados no es tan clara en el caso de cerdas parturientas, dado que la cerda está restringida en su movimiento. En ambos casos, la deyección se produce en la misma zona enrejada. Las técnicas de reducción se centran por consiguiente en las modificaciones en el canal estercolero.

La MTD es una jaula con suelo totalmente enrejado de hierro o plástico y con:

- Un canal combinado de agua y purines (Sección 4.6.2.2), o
- Un sistema de desagüe con canalones de purines (Sección 4.6.2.3), o
- Un colector de purines debajo (Sección 4.6.2.4).

MTD para instalaciones ya existentes:

“Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor (Sección 4.6.2.5)” tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

“Las jaulas con sistemas con suelo parcialmente enrejado con una pala quitaestiércol debajo (Sección 4.6.2.7)” funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, la pala quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Para instalaciones nuevas, las siguientes técnicas no son MTD:

- Jaulas con suelo parcialmente enrejado y canal estercolero reducido (Sección 4.6.2.6), y
- Jaulas con suelo totalmente enrejado y una plancha inclinada debajo (Sección 4.6.2.1).

No obstante, cuando estas técnicas están ya aplicadas, constituyen MTD. A destacar que con este último sistema pueden desarrollarse fácilmente moscas si no se toman medidas de control.

Sistemas con yacija

Es necesario obtener más datos para tener una mejor idea de qué constituye MTD para sistemas con yacija. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza yacija, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente y diseñar adecuadamente el suelo del corral, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

5.2.2.4 Sistemas de estabulación para cochinitos destetados

Los cochinitos destetados se alojan en grupo en corrales o superficies planas. En principio, la eliminación del estiércol es idéntica para un corral que para una plataforma elevada. El sistema de referencia es un corral o plataforma elevada con un suelo totalmente enrejado con rejillas de metal o plástico y un canal estercolero profundo (Sección 2.3.1.3).

Se supone que, en principio, las medidas de reducción aplicables a los corrales convencionales para cochinitos destetados pueden también aplicarse al corral de plataforma elevada, pero no se han reportado experiencias con cambios de este tipo.

La MTD es un corral:

- o plataforma elevada con suelo total o parcialmente enrejado con un sistema de vacío para la extracción frecuente de estiércol (Secciones 4.6.1.1 y 4.6.1.6), o
- o plataforma elevada con suelo totalmente enrejado bajo el cual hay un suelo inclinado de cemento para separar las heces y los orines (Sección 4.6.3.1), o
- con suelo parcialmente enrejado (sistema de dos ambientes) (Sección 4.6.3.4), o
- con suelo parcialmente enrejado de hierro o plástico y un suelo sólido inclinado o convexo, (Sección 4.6.3.5), o
- con suelo parcialmente enrejado con rejillas de metal o plástico y un canal estercolero poco profundo y un canal para agua de bebida vertida (Sección 4.6.3.6), o
- con suelo parcialmente enrejado con rejillas triangulares de metal y un canal de purines con paredes laterales inclinadas (Sección 4.6.3.9).

MTD condicional:

“Las instalaciones de nueva construcción con suelo total o parcialmente enrejado y canalones o tubos de desagüe debajo en los que se aplica lavado con líquido no aireado (Sección 4.6.3.3)” son MTD condicional. En casos en los que no es previsible que los máximos de olor debido al lavado causen molestias a los vecinos, estas técnicas son MTD para los sistemas de nueva construcción. En los casos en los que esta técnica ya esté implementada, es MTD (incondicional).

MTD para instalaciones ya existentes:

“Las instalaciones con aletas de refrigeración de la superficie del estiércol que utilizan un sistema cerrado con bombas de calor (Sección 4.6.3.10)” tienen un buen comportamiento, pero el sistema es muy caro. Por consiguiente, las aletas de refrigeración de la superficie del estiércol no constituyen MTD para instalaciones de nueva construcción pero, si ya están instaladas, son MTD. En situaciones de modernización de instalaciones, esta técnica puede ser económicamente viable y por lo tanto puede ser también MTD, aunque esto debe decidirse en cada caso individualmente.

“Los sistemas con suelos total y parcialmente enrejados con una pala quitaestiércol debajo (Secciones 4.6.3.2 y 4.6.3.8)” funcionan generalmente bien, pero su operatividad es difícil. Por consiguiente, la pala quitaestiércol no es MTD para instalaciones de nueva construcción, pero constituye MTD si la técnica ya está aplicada.

Sistemas con yacija

Los cochinitos destetados se mantienen asimismo en suelos de cemento sólidos con yacija total o parcial. No se han reportado datos de emisiones de amoníaco para estos sistemas. No obstante, el GTT concluyó que, cuando se utiliza yacija, junto con buenas prácticas como disponer de bastante paja, cambiar la paja frecuentemente, diseñar adecuadamente el suelo del corral y crear zonas funcionales, esta técnica no puede ser excluida como MTD.

Es siguiente sistema es un ejemplo de qué puede ser MTD:

5.2.3 Agua

La reducción del consumo de agua de los animales no se considera práctica. Varía de acuerdo con la dieta y, aunque algunas estrategias de producción incluyen un acceso restringido al agua, el acceso permanente al agua se considera generalmente como una obligación. La reducción del consumo de agua es un asunto de tener conciencia y ante todo un asunto de gestión de la explotación.

La MTD reducir el consumo de agua haciendo lo siguiente:

- Limpiar las instalaciones y el equipo con limpiadores de alta presión tras cada ciclo de producción o cada lote. Normalmente, el agua de lavado entra en el sistema de purines, por lo que es importante encontrar un equilibrio entre la limpieza y el uso de la menor cantidad de agua posible.
- Realizar una calibración regular de la instalación de agua de abrevado para evitar vertidos.
- Mantener un registro del consumo de agua realizando mediciones, y
- Detectar y reparar las fugas.

En principio se aplican tres tipos de sistemas de abrevado de animales: bebederos de boquilla en un caño o taza, abrevaderos o boquillas de mordida. Todos ellos tienen ventajas y desventajas. No obstante, no hay bastantes datos para llegar a una conclusión sobre MTD.

5.2.4 Energía

La MTD es la reducción del consumo de energía mediante la aplicación de unas Buenas Prácticas Agrícolas, comenzando por el diseño de las instalaciones de cría y con una adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones y del equipo.

Hay muchas acciones que pueden realizarse como parte de la rutina diaria para reducir la cantidad de energía requerida para calefacción y ventilación. Muchos de estos puntos se mencionan en la Sección 4.4.2. A continuación se mencionan algunas medidas específicas de MTD:

Las MTD para instalaciones de cría de cerdos es reducir el consumo de energía son las siguientes medidas:

- Aplicación de ventilación natural cuando sea posible; esto requiere un adecuado diseño de la instalación y de los corrales (es decir, microclima en los corrales) y una planificación espacial con respecto a las direcciones prevalentes del viento con el fin de facilitar la circulación de aire; esto es sólo aplicable a instalaciones nuevas.
- Para instalaciones con ventilación mecánica: Optimización del diseño del sistema de ventilación en cada nave para proporcionar un buen control de temperatura y conseguir caudales de ventilación mínimos en invierno.
- Para instalaciones con ventilación mecánica: Evitar la resistencia en los sistemas de ventilación mediante una inspección frecuente y la limpieza de los conductos y ventiladores, y
- Aplicar una iluminación de bajo consumo.

5.2.5 Almacenamiento de estiércol

Generalidades

La Directiva sobre Nitratos establece las disposiciones mínimas sobre el almacenamiento de estiércol en general con el fin de proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación, y disposiciones adicionales sobre el almacenamiento de estiércol en Zonas Vulnerables a los Nitratos. No todas las disposiciones de esta Directiva se tratan en este documento debido a la falta de datos, pero cuando se tratan, el GTT acordó que la MTD para depósitos de almacenamiento de estiércol, montones de estiércol sólido o balsas de oxidación es igualmente válida dentro y fuera de las Zonas Vulnerables a Nitratos designadas.

La MTD es diseñar canales estercoleros para purines con suficiente capacidad hasta que pueda realizarse su ulterior tratamiento o aplicación al suelo. La capacidad requerida depende del clima y de los periodos en los que no es posible su aplicación al suelo. Para purines, por ejemplo, la capacidad puede diferir con respecto al estiércol que se produce en una granja a lo largo de un periodo de 4–5 meses en clima mediterráneo, un periodo de 7–8 meses en condiciones de clima atlántico o continental, hasta un periodo de 9–12 meses en zonas boreales.

Montones de estiércol

Para un montón de estiércol de cerdo que esté siempre situado en el mismo lugar, en la instalación o en el campo, la MTD es:

- Aplicar un suelo de cemento, con un sistema de recogida y un depósito para el líquido de escorrentía.
- Localizar zonas de almacenamiento de estiércol de nueva construcción en las que sea más improbable que se causen molestias a receptores sensibles al olor, teniendo en cuenta la distancia hasta los receptores y la dirección predominante del viento.

Para un montón temporal de estiércol de cerdos en el campo, la MTD es situar el montón de estiércol lejos de receptores sensibles como vecinos y cursos de agua (incluidos arroyos del campo) en los que pueda entrar líquido de escorrentía.

Depósitos de almacenamiento

La MTD para el almacenamiento de purines en un depósito de cemento o acero incluye lo siguiente:

- Un depósito estable capaz de soportar las tensiones mecánicas, térmicas y químicas.
- La base y las paredes del depósito deben ser impermeables y estar protegidas contra la corrosión.
- El depósito debe vaciarse regularmente para inspección y mantenimiento, preferiblemente cada año.
- Deben usarse válvulas dobles en todas las salidas con válvula del depósito.
- El purín debe agitarse sólo justo antes de vaciar el depósito, por ejemplo para su aplicación al suelo.

Es MTD cubrir los depósitos de purines con una de las siguientes opciones:

- Una cubierta rígida, o una estructura en forma de tienda, o
- Una cubierta flotante, por ejemplo de paja triturada, corteza natural, lona, papel metálico, turba, aglomerado de arcilla expandida ligero (LECA) o poliestireno expandido (EPS).

Todos estos tipos de cubiertas se aplican, aunque tienen sus limitaciones técnicas y operativas. Esto significa que la decisión sobre el tipo de cubierta preferida sólo puede tomarse caso por caso.

Balsas de almacenamiento

Las balsas de almacenamiento de purines son también una opción tan viable como los depósitos de purines, siempre que tenga una base y paredes impermeables (suficiente contenido de arcilla o revestimiento con plástico) en combinación con detección de fugas y previsión de cubierta.

Es MTD cubrir las balsas de almacenamiento de purines con una de las siguientes opciones:

- Una cubierta de plástico, o
- Una cubierta flotante, como por ejemplo de paja triturada, LECA o corteza natural.

Todos estos tipos de cubiertas se aplican, aunque tienen sus limitaciones técnicas y operativas. Esto significa que la decisión sobre el tipo de cubierta preferida sólo puede tomarse caso por caso. En algunas situaciones puede ser muy costoso, o puede que incluso no sea técnicamente posible instalar una cubierta en una balsa existente. El coste de instalación de una cubierta para balsas muy grandes o balsas con formas inusuales puede ser muy elevado. Puede que resulte técnicamente imposible instalar una cubierta cuando, por ejemplo, los perfiles de las orillas no sean adecuados para fijar la cubierta en los mismos.

5.2.6 Proceso de estiércol in situ

En general, el proceso in situ del estiércol es MTD sólo en ciertas condiciones (es decir, es una MTD condicional). Las condiciones del proceso in situ del estiércol que determinan si una técnica es MTD hacen relación a condiciones como la disponibilidad de terreno, exceso o demanda local de nutrientes, asistencia técnica, posibilidades de comercialización de energía verde, y reglamentación local.

La Tabla 5.3 siguiente da algunos ejemplos de las condiciones de MTD para el proceso de purines. La lista no es exhaustiva, y hay otras técnicas que pueden ser MTD en determinadas condiciones. También es posible que las técnicas escogidas sean también MTD en otras condiciones.

En las siguientes condiciones	Ejemplo de MTD:
<ul style="list-style-type: none"> La granja está situada en una zona con exceso de nutrientes pero con suficiente terreno en los alrededores de la granja para el esparcimiento de la fracción líquida (con un contenido de nutrientes reducido), y la fracción sólida puede esparcirse en zonas remotas con demanda de nutrientes o puede aplicarse en otros procesos. 	Separación mecánica de los purines con un sistema cerrado (Ej. centrífuga o prensa espiral) para minimizar las emisiones de amoníaco (Sección 4.9.1)
<ul style="list-style-type: none"> La granja está situada en una zona con exceso de nutrientes pero con suficiente terreno en los alrededores de la granja para el esparcimiento de la fracción líquida La fracción sólida puede esparcirse en zonas remotas con demanda de nutrientes, y Se dispone de asistencia técnica para operar la instalación de tratamiento aeróbico de forma adecuada. 	Separación mecánica de los purines con un sistema cerrado (Ej. centrífuga o prensa espiral) para minimizar las emisiones de amoníaco seguida de tratamiento aeróbico de la fracción líquida (Sección 4.9.3), y en la que el tratamiento aeróbico está bien controlado de modo que se minimizan las emisiones de amoníaco y N ₂ O
<ul style="list-style-type: none"> Hay mercado para la energía verde, y Los reglamentos locales permiten la cofermentación de (otros) productos orgánicos residuales y el esparcimiento en el suelo de productos digeridos. 	Tratamiento anaeróbico de los purines en una instalación de biogás (Sección 4.9.6.)

Tabla 5.3: Ejemplos de MTD condicional en el proceso in situ de purines

Además de ser tratado in situ, el estiércol puede también tratarse en otros lugares, como por ejemplo en instalaciones industriales. La evaluación de este tipo de tratamiento está fuera del ámbito de este BREF.

5.2.7 Técnicas para el esparcimiento en el suelo de purines

Las emisiones de amoníaco a la atmósfera causadas por el esparcimiento en el terreno pueden reducirse mediante la selección del equipo adecuado. La Tabla 4.38 muestra que las alternativas a la referencia para el proceso de purines consiguen distintas reducciones en las emisiones de amoníaco. La técnica de referencia es un esparcidor por aspersión convencional, no seguida de incorporación rápida, como se describe en la Sección 2.7.2.1. Generalmente, las técnicas de esparcimiento en suelo que reducen las emisiones de amoníaco reducen asimismo las emisiones de olores.

Las MTD para el manejo del esparcimiento de estiércol se discute en la Sección 5.1.

Cada técnica tiene sus limitaciones y no es aplicable en todas las circunstancias y/o tipos de terreno. Las técnicas que inyectan el purín son las que consiguen una mayor reducción, aunque las técnicas que esparcen el estiércol encima del terreno seguido de incorporación poco después pueden conseguir la misma reducción. No obstante, esto genera costes adicionales de mano de obra y energía y sólo es aplicable a tierra que sea fácilmente cultivable. Las conclusiones sobre MTD se presentan en la Tabla 5.4. Los niveles alcanzados son muy específicos de cada lugar y sólo sirven como ilustración de las reducciones potenciales.

No se han propuesto técnicas de reducción para el esparcimiento de estiércol porcino sólido. No obstante, para reducir las emisiones de amoníaco del esparcimiento en el suelo de estiércol sólido, la incorporación es el factor importante, no la técnica de esparcimiento. Para terrenos de pasto, la incorporación no es posible.

La mayoría del GTT acordó que tanto la inyección como el esparcimiento en bandas e incorporación (si la tierra puede cultivarse fácilmente) antes de 4 horas es MTD para la aplicación de purines a tierra cultivable, aunque se produjo una discrepancia con respecto a esta conclusión (ver abajo).

El GTT también acordó que, para la aplicación de los purines al suelo, el esparcidor por aspersión convencional no es MTD. No obstante, cuatro Estados Miembros propusieron que si la difusión se utiliza con una baja trayectoria de esparcimiento, y a baja presión (para crear gotas grandes, evitando con ello la atomización y la deriva con el viento), y el estiércol se incorpora al suelo lo antes posible (por lo menos antes de 6 horas), o se aplica a un terreno cultivable en fase de crecimiento, estas combinaciones constituyen MTD. El GTT no ha alcanzado el consenso con respecto a esta última propuesta.

Discrepancias:

1. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que el manejo en bandas de purines en terreno cultivable seguida de incorporación sea MTD. En su opinión, la aplicación del manejo en bandas por sí misma, que tiene asociada una reducción de las emisiones del 30–40%, es MTD para el esparcimiento de purines en terreno cultivable. Argumentan que el manejo en bandas ya consigue una reducción razonable de las emisiones y que la manipulación adicional requerida para la incorporación es difícil de organizar, así como que la reducción adicional que puede conseguirse no compensa los costes adicionales.
2. Otra discrepancia sobre la incorporación hace referencia al estiércol sólido. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que la incorporación del estiércol sólido lo antes posible (en menos de 12 horas) es MTD. En su opinión, la incorporación en 24 horas, que tiene asociada una reducción de emisiones de amoníaco de alrededor del 50%, es MTD. Argumentan que la reducción adicional de las emisiones de amoníaco que puede conseguirse no compensa los costes adicionales y dificultades que comporta la organización de la logística para una incorporación en un tiempo más corto.

Uso de el suelo	MTD	Reducción de las emisiones	Tipo de estiércol	Aplicabilidad
Pastos y cultivos con una <u>altura de cultivo</u> de menos de 30 cm	Arrastre con manguera (manejo en bandas)	30 % puede ser menos si se aplica con una altura de pasto >10 cm	Líquido	pendiente (<15 % para cisternas; <25 % para sistemas umbilicales); no utilizable para estiércol viscoso o con mucha paja, el tamaño y forma del campo son importantes,
Principalmente pastos	Arrastre con cuñas (manejo en bandas)	40 %	Líquido	pendiente (<20 % para cisternas; <30 % para sistemas umbilicales); no estiércol viscoso, tamaño y forma del campo, hierba de menos de 8 cm de altura.
Pastos	Inyección superficial (surco abierto)	60 %	Líquido	pendiente <12 %, grandes limitaciones de tipo de suelo y condiciones, no estiércol viscoso.
Principalmente pastos, tierra cultivable	Inyección profunda (surco cerrado)	80 %	Líquido	pendiente <12 %, grandes limitaciones de tipo de suelo y condiciones, no estiércol viscoso.
Tierra cultivable	Manejo en bandas e incorporación en 4 horas	80 %	Líquido	Incorporación sólo aplicable para tierra fácilmente cultivable, en otras situaciones la MTD es difusión de bandas sin incorporación.
Tierra cultivable	Incorporación lo antes posible, pero al menos en 12 horas	en: 4 horas: 80 % 12 horas: 60–70 %	Sólido	Sólo para tierra que pueda ser cultivada fácilmente.

Tabla 5.4: MTD para equipo de esparcimiento de estiércol en el suelo

5.3 Cría intensiva de aves

Las MTD para mejorar la eficacia medioambiental general de una granja de cría intensiva de describen en la Sección 5.1 “Buenas Prácticas Agrícolas en la cría intensiva de cerdos y aves”.

5.3.1 Técnicas nutricionales

Las medidas preventivas reducen las cantidades de nutrientes excretadas por los animales, lo que reducirá la necesidad de medidas correctivas más adelante en el ciclo de producción. Las siguientes MTD nutricionales deben aplicarse por lo tanto preferiblemente antes de las MTD de proceso ulterior.

La gestión nutricional pretende equilibrar los piensos de forma más exacta con los requisitos de los animales en las distintas fases de producción, reduciendo con ello la excreción de nutrientes residuales en el estiércol.

Las medidas de alimentación cubren una amplia variedad de técnicas que pueden aplicarse de forma individual o conjunta para conseguir la máxima reducción de la producción de nutrientes en el estiércol.

Entre las medidas de alimentación se incluyen la alimentación por fases, la formulación de dietas basada en nutrientes digeribles/disponibles, el uso de dietas bajas en proteínas suplementadas con aminoácidos (ver Sección 4.2.3) y el uso de dietas bajas en fósforo y suplementadas con fitasa (ver Sección 4.2.4) o dietas con fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad (ver Sección 4.2.5). Además, el uso de algunos aditivos en los piensos, descrito en la Sección 4.2.6, puede aumentar la eficacia del pienso, mejorando con ello la retención de nutrientes y reduciendo con ello la cantidad de nutrientes que pasan al estiércol.

Actualmente se están investigando otras técnicas (como la alimentación por sexos, la reducción ulterior de la proteína dietética y/o del contenido de fósforo) que pueden estar disponibles en el futuro.

5.3.1.1 Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de nitrógeno

La MTD es aplicar medidas de alimentación.

Por lo que respecta a la producción de nitrógeno, y por consiguiente de nitratos y amoníaco, una base de MTD es alimentar a los animales con dietas sucesivas (alimentación por fases) con un menor contenido de proteína bruta. Estas dietas deben estar apoyadas por un suministro óptimo de aminoácidos de los alimentos adecuados o de aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina, triptófano, ver Sección 4.2.3).

Puede conseguirse una reducción de la proteína bruta del 2 al 3% (20 a 30 g/Kg. de pienso) según la raza/genotipo y el punto de inicio, que para aves es del 1 al 2% (10 – 20 g/Kg. de pienso). El rango resultante de contenido de proteína bruta dietética que se considera MTD se indica en la Tabla 5.5. Los valores de la tabla son sólo indicativos, dado que los mismos, entre otros, dependen del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En diversos Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Fases		Proteína bruta (% en pienso) ¹⁾	Comentarios
Pollos de carne (Broilers)	inicio	20 – 22	Con un aporte de aminoácidos bien equilibrado y con óptima digestibilidad
	engorde	19 – 21	
	acabado	18 – 20	
Pavos	<4 semanas	24 – 27	
	5 – 8 semanas	22 – 24	
	9 – 12 semanas	19 – 21	
	13+ semanas	16 – 19	
	16+ semanas	14 – 17	
Ponedoras	18 – 40 semanas	15,5 – 16,5	
	40+ semanas	14,5 – 15,5	

Tabla 5.5: Niveles indicativos de proteína bruta en piensos de MTD para aves y cerdos

5.3.1.2 Técnicas nutricionales aplicadas a la excreción de fósforo

La MTD es aplicar medidas de alimentación.

Por lo que respecta al fósforo, una base para las MTD es alimentar a los animales con dietas sucesivas (alimentación por fases) con un menor contenido total en fósforo. En estas dietas deben usarse fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa, con el fin de garantizar un aporte suficiente de fósforo digerible.

Puede conseguirse una reducción total de fósforo de 0,05 a 0,1 % (0,5 a 1 g/Kg. de pienso) según las razas/genotipos, el uso de materias primas y el punto de inicio, mediante la aplicación de fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa en el pienso. El rango resultante del contenido de fósforo dietético total se indica en la Tabla 5.6. Los valores asociados con las MTD de la tabla son sólo indicativos, ya que, entre otros, dependen del contenido energético del pienso. Por consiguiente, es posible que haya que adaptar los niveles a las condiciones locales. En una serie de Estados Miembros se están realizando investigaciones sobre nutrición aplicada, por lo que en el futuro pueden producirse ulteriores reducciones, según los efectos de los cambios en los genotipos.

Fases		Contenido de fósforo total (% en el pienso)	Comentarios
Pollos de carne (Broilers)	inicio	0,65 – 0,75	Con fósforo de adecuada digestibilidad, usando fosfatos alimentarios inorgánicos de alta digestibilidad o fitasa
	engorde	0,60 – 0,70	
	acabado	0,57 – 0,67	
Pavos	<4 semanas	1,00 – 1,10	
	5 – 8 semanas	0,95 – 1,05	
	9 – 12 semanas	0,85 – 0,95	
	13+ semanas	0,80 – 0,90	
	16+ semanas	0,75 – 0,85	
Ponedoras	18 – 40 semanas	0,45 – 0,55	
	40+ semanas	0,41 – 0,51	

Tabla 5.6: Niveles indicativos de fósforo total en piensos de MTD para aves y cerdos

5.3.2 Emisiones a la atmósfera de las naves de cría de aves

5.3.2.1 Sistemas de explotación para ponedoras

La evaluación de los sistemas de explotación para ponedoras debe tener en consideración los requisitos establecidos por la Directiva 1999/74/CE sobre la protección de las gallinas ponedoras. Estos requisitos prohibirán la instalación de nuevos sistemas de jaulas convencionales en 2003 y llevará a una prohibición total del uso de dichos sistemas de jaulas en 2012. No obstante, en 2005 se decidirá si la citada Directiva debe revisarse. Esta decisión depende del resultado de diversos estudios y de negociaciones en curso. Un estudio específico en curso se centra en los diversos sistemas de cría de gallinas ponedoras, y en

particular los cubiertos por esa Directiva, teniendo en cuenta, entre otros, el impacto sobre la salud y el medio ambiente de los diversos sistemas.

La prohibición de los sistemas de jaulas convencionales obligará a los granjeros a utilizar las denominadas jaulas acondicionadas, o sistemas sin jaulas (sistemas alternativos). Esto tiene consecuencias a la hora de evaluar las inversiones en la remodelación de los sistemas de jaulas convencionales y en la instalación de nuevos sistemas. Para cualquier inversión en sistemas que serán prohibidos por la Directiva, sería aconsejable calcular un periodo de amortización de los costes asociados de 10 años.

Estabulación en jaulas

La mayoría de gallinas ponedoras se siguen explotando en jaulas, por lo que la mayoría de la información sobre reducción de las emisiones de amoníaco se refiere a este tipo de estabulación. En esta sección sobre explotación en jaulas, las técnicas se comparan en relación a un sistema de referencia específico. El sistema de referencia utilizado para la explotación de gallinas ponedoras en sistemas de jaulas es el almacenamiento abierto de gallinaza bajo las jaulas (Sección 4.5.1).

La MTD es:

- Un sistema de jaula con eliminación de gallinaza, al menos dos veces por semana, mediante cintas de gallinaza, a un almacén cerrado (Sección 4.5.1.4), o
- Jaulas verticales de pisos con cinta de gallinaza y con desecación por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto (Sección 4.5.1.5.1), o
- Jaulas verticales de pisos con cinta de gallinaza y con desecación centrífuga por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto (Sección 4.5.1.5.2), o
- Jaulas verticales de pisos con cinta de gallinaza y con desecación mejorada por aire a presión, en las que la gallinaza se elimina al menos una vez a la semana a un estercolero cubierto (Sección 4.5.1.5.3), o
- Jaulas verticales de pisos con cinta de gallinaza y con túnel de desecación sobre las jaulas; la gallinaza se elimina a un almacén cubierto cada 24 – 36 horas (Sección 4.5.1.5.4).

La desecación de la gallinaza en las cintas transportadoras requiere energía. Aunque no se han reportado los consumos energéticos para todas las técnicas, una mayor reducción de emisiones requiere generalmente un mayor aporte energético (en kWh/ ave/ año). Una excepción es la desecación forzada por palas (Sección 4.5.1.5.2), que consigue, con un menor consumo energético, una reducción de emisiones similar a la desecación forzada (Sección 4.5.1.5.1).

MTD condicional

El sistema de fosa de estiércol (Sección 4.5.1.1.) es MTD condicional. En regiones en las que predomina el clima mediterráneo, este sistema es MTD. En regiones con temperaturas medias mucho más bajas, esta técnica puede presentar emisiones de amoníaco considerablemente mayores, por lo que no es MTD a menos que se incorpore un sistema de desecación de la gallinaza en la fosa.

Concepto de jaulas acondicionadas

Hay diversas técnicas en desarrollo que aplican el concepto de jaulas acondicionadas, y todavía hay poca información disponible para permitir la evaluación de MTD. No obstante, estos sistemas constituirán el único sistema de jaulas alternativo permitido para instalaciones nuevas a partir de 2003 (si la Directiva no es modificada en este aspecto).

Estabulación sin jaulas

En la UE, la estabulación de gallinas ponedoras en sistemas sin jaulas se espera que sea objeto de mayor atención, debido a las consideraciones sobre bienestar animal. En esta sección de estabulación sin jaulas. Las técnicas se comparan frente a un sistema de referencia específico (Sección 4.5.2.1.1). El sistema de referencia utilizado para la estabulación de gallinas ponedoras en sistemas sin jaulas es el sistema de parque con yacija sin aireación.

La MTD es:

- Un sistema de corral con yacija y desecación forzada por aire (Sección 4.5.2.1.2), o
- Un sistema de corral con yacija con suelo perforado y desecación forzada por aire (Sección 4.5.2.1.3), o
- Un sistema de aviario con o sin salida libre al exterior y/o zona de exterior para escarbar (Sección 4.5.2.2.).

Un inconveniente del sistema de aviario es el elevado nivel de polvo, que puede producir elevadas emisiones de polvo de la nave. Los niveles elevados de polvo dentro de la nave producen una serie de problemas de salud animal y tienen un efecto negativo sobre las condiciones de trabajo.

Sobre la base de la información sobre sistemas de estabulación de ponedoras actualmente disponibles, la evaluación de las MTD muestra que la mejora del bienestar de los animales tendría el efecto negativo de limitar la reducción alcanzable de las emisiones de amoniaco de las naves de explotación.

5.3.2.2 Sistemas de estabulación para pollos de carne

La MTD es:

- Naves con ventilación natural con suelo totalmente recubierto con yacija y equipadas con sistemas de abrevadero sin vertidos (Secciones 2.2.2. y 4.5.3), o
- Naves bien aisladas con ventilación por extractores con suelo totalmente recubierto con yacija y equipadas con sistemas de abrevadero sin vertidos (sistema VEA) (Sección 4.5.3).

MTD condicional

El sistema Combideck (Sección 4.4.1.4), también propuesto como técnica para reducir energía, es MTD condicional. Puede aplicarse si las condiciones locales lo permiten; por ejemplo, si las condiciones del suelo permiten la instalación de depósitos subterráneos cerrados del agua circulada. El sistema sólo se aplica en Holanda y en Alemania a una profundidad de 2 – 4 metros. Todavía se desconoce si este sistema funciona igualmente bien en lugares donde las heladas son más prolongadas y fuertes y penetran en el suelo, o en lugares donde el clima es mucho más caluroso y la capacidad de refrigeración del suelo puede no ser suficiente.

MTD para instalaciones ya existentes

Aunque las siguientes técnicas pueden conseguir reducciones muy elevadas de las emisiones de amoniaco, no se consideran MTD debido a que son muy caras. No obstante, estas técnicas son MTD si ya están instaladas. Las técnicas son:

- Un sistema de suelo perforado con sistema de desecación por aire a presión (Sección 4.5.3.1), o
- Un suelo de pisos con sistema de desecación por aire a presión (Sección 4.5.3.2), o
- Un sistema de jaulas de pisos con paredes removibles y la desecación de la gallinaza por aire a presión (Sección 4.5.3.3).

5.3.3 Agua

La reducción del consumo de agua de los animales no se considera práctica. Varía de acuerdo con la dieta y, aunque algunas estrategias de producción incluyen un acceso restringido al agua, el acceso permanente al agua se considera generalmente como una obligación. La reducción del consumo de agua es un asunto de tener conciencia y ante todo un asunto de gestión de la explotación.

La MTD reducir el consumo de agua haciendo lo siguiente:

- Limpiar las instalaciones y el equipo con limpiadores de alta presión tras cada ciclo de producción o cada lote. Es importante encontrar un equilibrio entre la limpieza y el uso de la menor cantidad de agua posible.
- Realizar una calibración regular de la instalación de agua de abrevado para evitar vertidos.
- Mantener un registro del consumo de agua realizando mediciones, y
- Detectar y reparar las fugas.

En principio se aplican tres tipos de sistemas de abrevado de animales: bebederos de boquilla de baja capacidad o bebederos de boquilla de gran capacidad con taza, abrevaderos o y bebederos circulares. Todos ellos tienen ventajas y desventajas. No obstante, no hay bastantes datos para llegar a una conclusión sobre MTD.

5.3.4 Energía

La MTD es la reducción del consumo de energía mediante la aplicación de una buena práctica pecuaria, comenzando por el diseño de las instalaciones de cría y con una adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones y del equipo.

Hay muchas acciones que pueden realizarse como parte de la rutina diaria para reducir la cantidad de energía requerida para calefacción y ventilación. Muchos de estos puntos se mencionan en la Sección 4.4.1. A continuación se mencionan algunas medidas específicas de MTD:

La MTD para instalaciones de cría de aves es reducir el consumo de energía con las siguientes medidas:

- Aislamiento de las naves en regiones con temperaturas ambiente bajas (valor U 0,4 $W/m^2/^{\circ}C$ o mejor).
- Optimización del diseño del sistema de ventilación en cada nave para proporcionar un buen control de temperatura y conseguir caudales de ventilación mínimos en invierno.
- Evitar la resistencia en los sistemas de ventilación mediante una inspección frecuente y la limpieza de los conductos y ventiladores, y
- Aplicar una iluminación de bajo consumo.

5.3.5 Almacenamiento de estiércol

Generalidades

La Directiva sobre Nitratos establece las disposiciones mínimas sobre el almacenamiento de estiércol en general con el fin de proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación, y disposiciones adicionales sobre el almacenamiento de estiércol en Zonas Vulnerables a los Nitratos. No todas las disposiciones de esta Directiva se tratan en este documento debido a la falta de datos, pero cuando se tratan, el GTT acordó que la MTD para depósitos de almacenamiento de estiércol, montones de estiércol sólido o balsas de oxidación es igualmente válida dentro y fuera de las Zonas Vulnerables a Nitratos designadas.

La MTD es diseñar instalaciones de almacenamiento de gallinaza con capacidad suficiente hasta poder efectuar el tratamiento o la aplicación en el suelo. La capacidad requerida dependerá del clima y de los periodos en los que la aplicación en el suelo no sea posible.

Montones de estiércol

Si debe almacenarse gallinaza, la MTD es almacenar la gallinaza seca en un granero o cobertizo con suelo impermeable y suficiente ventilación.

Para un montón temporal de gallinaza en el campo, la MTD es situar el montón de estiércol lejos de receptores sensibles como vecinos y cursos de agua (incluidos arroyos del campo) en los que pueda entrar líquido de escorrentía.

5.3.6 Procesado de gallinaza in situ

En general, el proceso in situ de la gallinaza es MTD sólo en ciertas condiciones (es decir, es una MTD condicional). Las condiciones del proceso in situ del estiércol que determinan si una técnica es MTD hacen relación a condiciones como la disponibilidad de terreno, exceso o demanda local de nutrientes, asistencia técnica, posibilidades de comercialización de energía verde, reglamentación local, y la presencia de técnicas de eliminación.

Un ejemplo de MTD condicional es:

- La aplicación de un túnel de desecación externo con cintas de estiércol perforadas (Sección 4.5.5.2), cuando el sistema de explotación de las gallinas ponedoras no incorpore un sistema de desecación de gallinaza u otra técnica para reducir las emisiones de amoníaco (Sección 5.3.2.1).

Además de ser tratado in situ, el estiércol puede también tratarse en otros lugares, como por ejemplo en instalaciones industriales. La evaluación de este tipo de tratamiento está fuera del ámbito de este BREF.

5.3.7 Técnicas para el esparcimiento en el suelo de gallinaza

La gallinaza tiene un elevado contenido de nitrógeno disponible, por lo que es importante conseguir una distribución de esparcimiento uniforme y una velocidad de aplicación precisa. A este respecto, el esparcidor rotatorio es insuficiente. El esparcidor de descarga posterior y el esparcidor de doble función son mucho mejores. Para gallinaza húmeda (<20 % de materia seca) de sistemas de jaula como los descritos en la Sección 4.5.1.4, la aspersion con una trayectoria baja a baja presión es la única técnica de esparcimiento aplicable. No obstante, no se ha llegado a ninguna conclusión sobre qué técnica de esparcimiento es la MTD.

Las MTD para el manejo del esparcimiento de estiércol se discute en la Sección 5.1.

Para reducir las emisiones de amoníaco del esparcimiento en el suelo de estiércol sólido, la incorporación es el factor importante, no la técnica de esparcimiento. Para terrenos de pasto, la incorporación no es posible.

La MTD para el esparcimiento –húmedo o seco– de gallinaza sólida es la incorporación en el plazo de 12 horas. La incorporación sólo puede aplicarse a tierra cultivable o tierra que pueda ser fácilmente cultivable. La reducción de las emisiones alcanzable es del 90 %, pero esto es muy específico de cada lugar y sirve sólo como ilustración de una posible reducción.

Discrepancia:

Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que la incorporación del estiércol sólido en menos de 12 horas es MTD. En su opinión, la incorporación en 24 horas, que tiene asociada una reducción de emisiones de amoníaco de alrededor del 60 – 70%, es MTD. Argumentan que la reducción adicional de las emisiones de amoníaco que puede conseguirse no compensa los costes adicionales y dificultades que comporta la organización de la logística para una incorporación en un tiempo más corto

6 CONCLUSIONES FINALES

Una característica de este trabajo es que el potencial de reducción de las emisiones de amoníaco, asociado con las técnicas descritas en el Capítulo 4, se indica como reducciones relativas (en %) respecto a una técnica de referencia. Esto se hace debido a que los niveles de emisiones y consumos del ganado dependen de muchos factores distintos, como la raza de los animales, la variación en la formulación de los piensos, la fase de producción y el sistema de gestión aplicado, pero también de otros factores como el clima y las características del suelo. La consecuencia de ello es que las emisiones absolutas de amoníaco de las técnicas aplicadas, en las naves de explotación, el almacenamiento de estiércol y la aplicación de estiércol a la tierra, cubren una gama muy amplia de valores y hacen difícil la interpretación de niveles absolutos. Por consiguiente, se ha preferido el uso de niveles de reducción de amoníaco expresados en porcentajes.

6.1 Plazos de ejecución del trabajo

El trabajo en este documento de referencia BREF comenzó con una reunión inicial los días 27 y 28 de mayo de 1999. Se presentaron dos borradores al Grupo de Trabajo Técnico (GTT) para consulta. El primer borrador de este BREF fue enviado para consulta en octubre de 2000. El segundo borrador se publicó en julio de 2001, y en esta fase hubo un cambio del autor del BREF. Los días 10 y 11 de enero de 2002 se organizó una reunión intermedia. Esto se hizo principalmente por dos motivos: primero, debido a las quejas de falta de transparencia sobre el segundo borrador del GTT, y en segundo lugar debido al cambio de autor. La segunda reunión del GTT tuvo lugar los días 25 y 27 de febrero de 2002. Después de esta reunión se establecieron periodos de consulta cortos sobre los capítulos 1 al 5 revisados, así como sobre el nuevo capítulo 6, las conclusiones finales, y el resumen ejecutivo. Después de esto se procedió a la redacción del borrador final, que fue presentado a la DG de Medio Ambiente en la reunión del Foro de Intercambio de Información (EIF) los días 12 y 13 de noviembre de 2002.

6.2 Fuentes de información

Para la redacción de este BREF se han utilizado muchos informes, principalmente de autoridades y también de centros de investigación, como fuentes de información. En las técnicas de estabulación de cerdos y aves, los documentos presentados por Italia y Holanda pueden considerarse como los pilares básicos de la información. Sobre el esparcimiento de estiércol en la tierra, hay documentos del Reino Unido, pero el principal contribuyente por lo que respecta al tratamiento de estiércol es Bélgica. El grupo industrial FEFANA aportó valiosa información sobre la gestión nutricional.

La mayor parte de la información presentada se centraba en la reducción de las emisiones de amoníaco, especialmente de la estabulación de cerdos y aves y del esparcimiento en la tierra de estiércol. La gestión nutricional, como método de prevenir las emisiones de amoníaco, está también bien tratada. Sin embargo, se aportó poca información sobre ruido, agua y aguas residuales. Asimismo, apenas se presentó información sobre monitorización.

6.3 Nivel de consenso

Este BREF cuenta con el apoyo de la mayoría de miembros del GTT, aunque en cinco conclusiones sobre MTD hubo que registrar las siguientes discrepancias:

- 1 y 2 La totalidad del GTT estuvo de acuerdo en las conclusiones sobre MTD para los sistemas de estabulación para cerdas en apareamiento/gestación y para cerdos de engorde/acabado. No obstante, la opinión de los expertos representantes de un Estado Miembro fue que otro sistema descrito en el Capítulo 4 es MTD en casos en los que las técnicas ya estén aplicadas, y también es MTD cuando se planee una ampliación de la explotación que funcione con el mismo sistema.

3. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que el esparcimiento con bandas de purines sobre terreno cultivable seguido de incorporación sea MTD. En su opinión, la aplicación del esparcimiento con bandas por sí sola ya es MTD.
- 4 y 5. Otra discrepancia estuvo en el plazo de incorporación del estiércol sólido de aves y cerdos. Dos Estados Miembros no suscriben la conclusión de que la incorporación del estiércol sólido de cerdos lo antes posible (en menos de 12 horas) es MTD. En su opinión, la incorporación en 24 horas es MTD. Los mismos Estados Miembros no están de acuerdo en que la incorporación de la gallinaza en 12 horas sea MTD; en su opinión es en 24 horas.

6.4 Recomendaciones para trabajos futuros

Se facilitaron datos limitados sobre los niveles actuales de emisiones y consumos, así como sobre la eficiencia de las técnicas a considerar en la determinación de las MTD, especialmente sobre los niveles de emisiones y consumo conseguibles y los aspectos económicos asociados. Cuando se han facilitado datos, por ejemplo sobre las emisiones de amoníaco, deben ser interpretados con precaución, dado que las circunstancias en las que se recogieron los datos fueron distintas o no se conocen. En el Anexo 7.6 se incluyen recomendaciones para el suministro futuro de datos de costes comparables.

El trabajo de este GTT observó asimismo que la calidad y cantidad de información presentada por los Estados Miembros con el fin de describir los procesos de producción relevantes era muy diversa, con la consecuencia de que la información no era comparable o sólo lo era parcialmente. Por consiguiente, para conseguir una actualización eficaz de este BREF en el futuro, se recomienda desarrollar un enfoque armonizado para la descripción y evaluación de las técnicas aplicadas en la cría intensiva de animales.

Por lo que respecta a las áreas específicas en las que se facilitó muy poca información, debe mencionarse en particular la monitorización, que se considera que es un aspecto clave en la revisión futura del BREF. Un subgrupo de este GTT elaboró un documento que identifica las áreas en las que falta información. Este documento de trabajo también aborda las actividades sujetas a monitorización y propone técnicas de monitorización. Este documento, junto con [200, ILF, 2002], podría ser un buen punto inicial para reunir información sobre monitorización que pueda usarse en revisiones futuras del BREF. Un documento con la referencia [218, República Checa, 2002] describe el modo en que pueden medirse las concentraciones de amoníaco en corrales. La referencia [219, Dinamarca, 2002] es una réplica al anterior documento de la República Checa. Ambas referencias deben ser consideradas en el futuro del BREF. Otras áreas específicas en las que faltan datos e información son las siguientes:

- En los sistemas de estabulación para gallinas ponedoras, se ha propuesto la jaula acondicionada como técnica MTD, dado que será el único diseño de jaula permitido a partir del 2003 para sistemas nuevos (si la Directiva sobre bienestar animal no se modifica en este aspecto). Este sistema está todavía en desarrollo y se está adquiriendo experiencia práctica respecto al mismo. De momento sólo se ha presentado un diseño, pero se ha reportado que más adelante habrá diseños alternativos. La información sobre este punto será útil para revisiones futuras del BREF.
- La estabulación de pavos con un manejo mejorado, tiene el potencial de la reducción de emisiones, pero se requiere de un trabajo ulterior para validar su eficacia medioambiental. Un análisis ulterior de, por ejemplo, los costes de mano de obra que comporta sería útil a la hora de evaluar los costes operativos frente a los beneficios medioambientales.
- Para aves, se facilitó mucha información sobre gallinas ponedoras y pollos de carne, aunque se presentó muy poca información sobre patos y pintadas, y sólo información limitada sobre pavos; debe recopilarse más información para revisiones futuras.

- Se espera que el uso de yacija en la estabulación de cerdos aumentará en la Comunidad, debido a la mayor conciencia sobre el bienestar animal. No obstante, el efecto sobre, por ejemplo, las emisiones (de amoníaco) no es bien conocido de momento, aunque se están obteniendo datos prácticos. Es necesario disponer de más información para una ulterior evaluación en una futura revisión del BREF.
- La alimentación en multifases para cerdos y aves se considera un método mejorado para reducir el contenido de nitrógeno del estiércol. Los costes asociados y los requisitos de equipo de alimentación no han sido reportados. Estos datos serían necesarios para su ulterior evaluación en una futura revisión del BREF.
- Las técnicas para el proceso in situ de estiércol requieren ulterior cualificación y cuantificación para permitir una mejor evaluación de las consideraciones sobre MTD.
- El uso de aditivos en el estiércol se aplica comúnmente, aunque es necesario disponer de mayor información, por ejemplo, sobre plantas de referencia y datos reales de eficacia, para poder llegar a conclusiones sobre si es MTD.
- En los aspectos de ruido, energía, aguas residuales y residuos se requiere más información para permitir una evaluación completa de las MTD.
- El esparcimiento de estiércol en el suelo se considera un aspecto importante, y en este documento se reportan algunas conclusiones detalladas sobre MTD. No obstante, aspectos como (la reducción de) el contenido de materia seca del estiércol y la irrigación no han sido tratados suficientemente, por lo que deberán considerarse en una futura revisión del BREF.
- En este BREF se acepta el principio de no esparcir estiércol cerca de cursos de agua, aunque las distancias no han podido ser cuantificadas. Lo mismo para el principio de no aplicar estiércol en campos fuertemente inclinados: la pendiente no ha podido ser cuantificada. Será necesario disponer de información sobre estos aspectos, teniendo en cuenta las condiciones del suelo (Ej. tierra cultivable o cultivo en crecimiento) y el tipo de estiércol (líquido o sólido) para permitir una evaluación de estos aspectos en una futura revisión del BREF.
- Las técnicas de drenaje sostenible (ver referencia [217, UK, 2002]) deben ser objeto de evaluación en una futura revisión del BREF.

En este documento se ha tenido en consideración el bienestar animal. No obstante, sería útil desarrollar criterios de evaluación relativos a los aspectos de bienestar animal de los sistemas de estabulación.

6.5 Temas sugeridos para futuros proyectos de I+D

Los siguientes temas pueden considerarse para futuros proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D):

- Investigación sobre qué técnicas hay disponibles y cuáles son más fiables para la medición de las concentraciones de gases en las naves con sistemas de estabulación para cerdos y aves.
- Investigación sobre la medición de índices de emisión, especialmente en las naves con ventilación natural (lo que hasta la fecha ha demostrado ser difícil).
- Investigación sobre la cubierta del estiércol sólido, incluidos distintos tipos de materiales de cubierta, reducción de emisiones asociada, costes y aplicabilidad.
- Investigación sobre el efecto de la aplicación de yacija en la eficacia de los sistemas de estabulación (existentes) para cerdos.
- En muchos casos, se desconocen los efectos sobre la salud de las personas y los animales u otros efectos medioambientales del uso de aditivos para purines; sería interesante investigar sobre este tema.
- Investigación sobre la medición de las emisiones de amoníaco y de olores de los sistemas de estabulación biológicos (uso de paja, espacio libre para ejercicio).
- Desarrollo de sistemas y estrategias de medición para fuentes complejas de emisiones gaseosas a nivel de granja (naves, almacenamiento de estiércol).

- Desarrollo de una técnica de medición para las emisiones de N_2 de los sistemas con yacija.
- Investigación sobre la medición de las emisiones gaseosas de los sistemas de explotación con gestión nutricional mejorada o avanzada.
- Cuando haya almacenamiento de estiércol sólido, determinar los niveles de liberación de metano y de óxido nítrico. En la cría de cerdos, las medidas más eficaces desde el punto de vista económico para reducir los niveles de liberación de amoníaco y las emisiones de olores son en forma de cubiertas artificiales flotantes. Aquí, de nuevo, se requiere más información del comportamiento de los gases en función del clima.
- Desarrollo de un sistema basado en trazas de gases para la medición de las emisiones gaseosas de los depósitos de purines cubiertos.
- Evaluación de las emisiones gaseosas, incluidas opciones de mitigación, de almacenamiento y manipulación de residuos sólidos/estiércol de granja.
- Investigación y desarrollo para la reducción de emisiones de amoníaco y metano durante el almacenamiento, transporte y aplicación de estiércoles líquidos.
- Análisis del Ciclo Vital de las pérdidas gaseosas de N en los sistemas de explotación “tradicionales” y “futuros”.
- Investigación sobre explotación sostenible (herramientas de monitorización y gestión).
- Investigación sobre la eliminación de olores mediante gestión de la explotación (dietas, climatización, etc.)
- Investigación del impacto de los árboles que rodean a la granja en la percepción de las molestias de olor por parte de los residentes en la zona.
- Investigación del componente del polvo en las molestias por olor.
- Investigación de la distribución del polvo emitido por los sistemas de estabulación a base de yacija, incluidas opciones para la reducción mediante gestión de explotación y tecnología.
- Investigación y desarrollo de los modelos de proceso para emisiones de amoníaco (estabulación, almacenamiento de estiércol, aplicación en el suelo) como base para la evaluación de las emisiones de amoníaco, concentración y deposición.
- Investigaciones sobre control de la nutrición de los animales (Ej. composición del estiércol) para reducir las emisiones de amoníaco.
- Investigación sobre el tratamiento del estiércol sólido (Ej. compostaje, adición de paja, digestión anaeróbica) y los índices de emisión asociados de NH_3 , N_2O y CH_4 .
- Investigación sobre el tratamiento de purines (Ej. separación, cubierta de paja, digestión anaeróbica) y los índices de emisión asociados de NH_3 , N_2O y CH_4 .
- Investigación del efecto de la yacija sobre el rendimiento de los sistemas de explotación (existentes) para cerdos, optimización del diseño y la eficiencia de los sistemas con yacija para cerdos (nivel de emisiones, ritmo de trabajo, costes).
- Investigación sobre el uso de yacija en explotaciones de cría, especialmente materiales nuevos u otros para la mejora de la eficiencia medioambiental de los sistemas de cama.
- Optimización del diseño y la eficiencia de sistemas alternativos para aves (nivel de emisiones, ritmo de trabajo, costes).
- Investigación sobre la aplicabilidad de técnicas de esparcimiento de estiércol de bajo nivel de emisiones en distintas circunstancias.
- Investigación sobre los efectos sobre otros medios y la aplicabilidad de la inyección de estiércol (emisiones de N_2O , consumo de combustible, impacto sobre el suelo y la vegetación).
- Investigación sobre los niveles de emisiones, no sólo de amoníaco sino de olor, gases con efecto sobre el clima (metano y óxido nítrico), y sobre las influencias recíprocas que pueden ejercer bajo diversas medidas de reducción de emisiones, así como sobre el tema de las emisiones de polvo y gérmenes (bioaerosoles).
- En lo que respecta a los requisitos relativos a los regímenes de explotación de cerdos y de gallinas ponedoras compatibles con las necesidades naturales de los animales, deben investigarse más sistemas de reducción de emisiones en las naves, debiendo mejorarse el desarrollo tecnológico para la reducción de los niveles de emisiones, de modo que pueda resolverse el posible conflicto entre la protección de los animales y el medio ambiente.

La CE, a través de sus programas RTD, realiza y subvenciona una serie de proyectos relacionados con tecnologías más limpias, tratamientos de efluentes y tecnologías de reciclaje emergentes, y estrategias de gestión. Estos proyectos tienen el potencial de aportar una contribución útil a futuras revisiones del BREF. Por ello, se invita a los lectores a que informen al CEPCIC de los resultados de investigaciones que sean relevantes para el ámbito de este documento (ver también el prefacio de este documento).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 EPA (1996). "Batneec Guidance Note for the Pig Production Sector".
- 2 EPA (1996). "Batneec Guidance Note for the Poultry Production Sector".
- 3 Vito (1998). "Beste beschikbare technieken voor het be- en verwerken van dierlijke mest", 90-382-0161-3.
- 5 VMM (1996). "Landbouw, Par. 1.3 of Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 1996: Leren om te keren".
- 7 BBL (1990). "De mineralenboekhouding in de landbouwbedrijfsvoering. Hoofdstuk 3. Mineralen en milieu-effecten."
- 8 Technologisch Instituut, (1999). "Krachtlijnen en uitdagingen van het nieuwe meststoffen-decreet".
- 9 UNECE, (1999). "Control techniques for preventing and abating emissions of ammonia", EB.AIR/WG.5/1999/8/Rev.1.
- 10 Holanda, t., (1999). "Dutch notes on BAT for pig- and poultry intensive livestock farms".
- 11 Italia, (1999). "Italian contribution to BATs Reference Document (draft April 1999)".
- 13 EC, D. A. u. B. (1996). "Report on the welfare of laying hens, Chapter 3.6 Environment".
- 14 BGBI.II 349/97 (1997). "Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung; (AEV Massentierhaltung)".
- 15 Austria, (1997). "Gesetzliche Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung".
- 17 ETSU, (1998). "Energy savings in industrial water pumping systems", Good practice guide 249.
- 21 VROM (1998). "Wet bodembescherming: Besluit gebruik dierlijke meststoffen (BgdM) Besluit Overige Organische Meststoffen".
- 23 VROM/LNV (1996). "Uitvoeringsregeling Interimwet Ammoniak en Veehouderij".
- 24 VROM/LNV (1996). "Richtlijn Veehouderij en Stankhinder".
- 26 LNV (1994). "Handboek voor de pluimveehouderij", 90-800999-4-5.
- 27 IKC Veehouderij (1993). "Handboek voor de varkenshouderij", 90-800999-3-7.
- 28 CORPEN, (1996). "Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs (Impact des modifications de conduite alimentaire)/Estimation of nitrogen and phosphorus outputs in the environment from pig farms (Impact of the modifications of feeding practices and technical performances)".
- 29 CORPEN, (1996). "Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles/Estimation of nitrogen outputs in the environment from poultry farms".
- 30 CORPEN, (1997). "Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles/ Estimation of phosphorous output in the environment from poultry farms".
- 31 EAAP, (1998). "Pig housing systems in Europe: current trends" 49th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 26.
- 32 Vito, (1999). "Environmental aspects of antimicrobial growth promoters in feed".

- 33 Provincie Antwerpen, (1999). "Invloed van klimaat op de groei van vleeskuikens" Studienamiddagen Pluimveehouderij.
- 35 Berckmans et al. (1998). "Emissie en impact van ammoniak in varkensstallen, Hoofdstuk III. Reductietechnieken".
- 36 EC, (1999). "Opinion of the steering committee on antimicrobial resistance".
- 37 Bodemkundige Dienst, (1999). "Bijdrage tot de uitbouw van beleidsmaatregelen voor de reductie van de ammoniakuitstoot door de landbouw in Vlaanderen".
- 39 Vito (1999). "Overview of regulatory material".
- 40 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Guidelines for farmers in nitrate vulnerable zones".
- 43 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of air".
- 44 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of water".
- 45 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of soil".
- 49 MAFF (1999). "Making better use of livestock manures on arable land".
- 50 MAFF (1999). "Making better use of livestock manures on grassland".
- 51 MAFF (1999). "Spreading systems for slurries and solid manures".
- 59 Italia, (1999). "Italian Contribution to BATs Reference Document (BREF) (draft June 1999)".
- 60 EPA, a. o., (1999). "Groundwater protection schemes", ISBN 1-899702-22-9.
- 61 EPA, (1997). "Environmental quality objectives and environmental quality standards, The aquatic environment (Discussion document).", ISBN 1-899965-51-3.
- 62 LNV, (1992). "Afvalwater in de Veehouderij", 28.
- 63 Commissie van Deskundigen, (1999). "Beoordelingsprotocol emissies uit stalsystemen, Bijlage landbouwkundige randvoorwaarden en te registreren gegevens (draft)".
- 68 ADAS, (1999). "Guidance on the control of noise on poultry units".
- 69 ADAS, (1999). "Guidance on the control of noise on pig units".
- 70 K.U. Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde, (1999). "Nieuwe stalconcepten voor een rendabele veeteelt in de context van de huidige milieuregelgeving".
- 71 Smith et al., (1999). "Nitrogen excretion by farm livestock with respect to landspreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part 2: pigs and poultry" Bioresource Technology, , pp. 183-194.
- 72 ADAS, (1999). "Guidance on the control of energy on pig units".
- 73 Peirson, (1999). "Guidance on the control of energy on poultry units".
- 74 EC (1999). "Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens".
- 75 Menoyo et al., (1998). "Compostaje de gallinaza para su uso como abono orgánico (Composting of poultry manure to be applied as organic fertiliser)".

- 76 BMU (1995). "Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen".
- 77 LEI, (1999). "Managing nitrogen pollution from intensive livestock production in the EU", 2.99.04.
- 81 Adams/Röser, (1998). "Digestion of feed and absorption of nutrients influence animal performance and the environment" Feed Magazine.
- 82 Gill, B. P., (1999). "Phase-feeding. Converting science into commercial practice." Feed Compounder, pp. 4.
- 83 Italia, (2000). "Description of the candidate BATs for pig intensive farming".
- 85 Oele, (1999). "The Dutch mineral policy 1984-2008/2010" Regulation of animal production in Europe (KTBL).
- 86 CEEP, (1998). "Recovery of phosphates for recycling from sewage and animal wastes - summary and conclusions" Recovery of phosphates for recycling from sewage and animal wastes.
- 87 Dinamarca, (2000). "Danish BAT notes concerning intensive pig production".
- 89 España, (2000). "Information exchange on Intensive Livestock Farming. Spanish contribution to BATs Reference Document."
- 91 Dodd, V. A., (1996). "The pig production cycle (a concise report, July 1996)".
- 92 Portugal, (1999). "Overview of intensive livestock farming in Portugal".
- 98 FORUM, (1999). "Pigs, pollution and solutions".
- 99 Ajinomoto Animal Nutrition, (2000). "Prevention of nitrogen pollution from pig husbandry through feeding measures", 22.
- 100 MLC, (1998). "Phase-feeding. Matching the protein requirements of growing and finishing pigs for lean growth at least cost."
- 101 KTBL, (1995). "Schwermetalle in der Landwirtschaft (Heavy metals in agriculture)", 217.
- 102 ID-Lelystad, (2000). "De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren (The standardised excretion of nitrogen by livestock)", 00-2040,
- 105 UK (1999). "Text proposal for good practice for environmental management.
- 106 Portugal (2000). "Code of good agricultural practices for the protection of water against pollution by nitrates of agricultural origin (Draft)".
- 107 Alemania, (2001). "Good Agricultural practice: Possibilities for avoiding and reducing emissions and immissions/Animal disease and farm hygiene (Comment to 1st Draft of BREF document)".
- 108 FEFANA, (2001). "FEFANA "Amino Acid Working Party" Input to the BREF Document (Comment to 1st Draft of BREF document)".
- 109 VDI (2000). "VDI 3474 - Emission control livestock farming - Odorants (draft 09)".
- 110 MAFF, (1999). "Phase feeding pigs to reduce nutrient pollution - N in pig slurry.", Scientific report WA0309.
- 111 MAFF, (1999). "Phase feeding pigs to reduce nutrient pollution - ammonium-N emission from application", WA0317.
- 112 Middelkoop/Harn, (1996).

- 113 R&R Systems BV, (1999). "Kombideksysteem (Combidecksystem)".
- 115 Rademacher, M., (2000). "How can diets be modified to minimise the impact of pig production on the environment?" AminoNews.
- 116 MAFF, (1999). "Update on available knowledge of pig diets to reduce pollution and estimate of costs of reducing ammonia emissions by changing diets.", WA310,
- 117 IPC Livestock Barneveld College (1998). "Broiler Nutrition".
- 118 IPC Livestock Barneveld College (1999). "Layer Nutrition".
- 119 Elson, A., (1998). "Poultry buildings" Poultry Producers' Study Days.
- 120 ADAS, (1999). "An assessment of the feasibility of a range control measures intended to minimise ammonia emissions from pig housing".
- 121 EC (2001). "Proposal for a Council directive amending Directive 91/630/EEC laying down minimum standards for the protection of pigs".
- 122 Holanda, (2001). "Comments Holanda to first draft".
- 123 Bélgica, (2001). "Standaardomstandigheden in Vlaanderen (Standard conditions in Flanders) - Comment B7 to first draft".
- 124 Alemania, (2001). "Comments Alemania to first draft".
- 125 Finlandia, (2001). "BAT report. Methods and techniques for reducing the environmental load due to intensive rearing of pigs and poultry".
- 126 NFU, (2001). "Comments UK National Farmers' Union to first draft".
- 127 Italia, (2001). "Comments Italia to first draft".
- 128 Holanda, (2000). "Technical descriptions of systems for the housing of different poultry species. Prepared for the exchange of information on BAT".
- 129 Silsoe Research Institute, B., England, (1997). "Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses." British Poultry Science, pp. 14-28.
- 130 Portugal, (2001). "Comments Portugal to first draft".
- 131 FORUM (2001). "Comments Forum to first draft".
- 132 EC (1991). "Council Directive 91/630/EEC of 19 November 1991 laying down minimum standards for the protection of pigs".
- 133 Peirson/Brade, (2001). "Flatdeck pig housing - a summary description".
- 134 España, (2001). "Comments España to first draft".
- 135 Nicholson et al., (1996). "Nutrient composition of poultry manures in England and Wales" Bioresource Technology, pp. 279-284.
- 137 Irlanda, (2001). "Comments Irlanda to first draft".
- 138 Holanda, (1999). "Nitrogen and phosphorous consumption, utilisation and losses in pig production".
- 139 Reino Unido (2001). "Comments UK-MAFF to first draft".

Referencias Bibliográficas

- 140 Hartung E. and G.J. Monteny, (2000). "Methane (CH₄ and Nitrous Oxide (N₂O) emissions from animal husbandry" *Agrartechnische Forschung*, pp. E 62 - E 69.
- 141 ADAS, (2000). "Guidance on construction, repair and maintenance - Farm waste structures", CGN 100 and CGN 001 - 009.
- 142 ADAS, (2000). "The practicability of fitting various types of emission control cover to above-ground prefabricated and earth-banked slurry stores".
- 143 ADAS, (2000). "Low-cost covers to abate gaseous emissions from slurry stores", WA0641.
- 144 UK (2000). "Text proposal - Activities applicable to all farms".
- 145 Grecia, (2001). "Comments Grecia to first draft".
- 146 ADAS, (2000). "Disposal of waste materials arising on farms".
- 147 Bragg S and Davies C, (2000). "Towards sustainable agricultural waste management (Final draft)".
- 150 SCOPE, (1997). "SCOPE Newsletter 21 - Agricultural phosphorus", 21.
- 152 Pahl, (1999). "Environmental factors in pig production - Description of potential emissions, causes, abatement and legislation".
- 153 Eurostat, (2001). "Eurostat: Agriculture and Fisheries, Yearbook 2001".
- 154 Alemania, (2001). "Legal framework in Alemania".
- 159 Alemania, (2001). "Good agricultural practice - Comment to first draft".
- 161 MAFF, (2000). "Calculating the cost of best available techniques for the intensive rearing of poultry and pigs (draft)".
- 166 Fabricante de depósitos, (2000). "Pollution control - Slurry management".
- 169 FEFAC (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".
- 170 FEFANA, (2002). "FEFANA WP Enzymes proposal for the part Phytase (Chapter 4 of BREF document draft 2, on the intensive farming of poultry and pigs)".
- 171 FEFANA (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".
- 172 Dinamarca (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".
- 173 España (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".
- 174 Bélgica (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".
- 175 IMAG-DLO, (1999). "Environmental aspect of a group housing system for sows with feeding stations and straw".
- 176 Reino Unido, (2002). "Thoughts on ventilation and air control".
- 177 Holanda, (2002). "Energy saving by a frequency-converter".
- 178 Holanda (2002). "Additional information about Combideck system in broiler houses".
- 179 Holanda (2001). "Comments on the second draft of the ILF BREF (poultry)".
- 180 ASEPRHU, (2001). "Comments on 2nd draft ILF BREF".
- 181 Holanda (2002). "(additional) Comments on the 2nd draft ILF BREF".

- 182 TWG, (2002). "Proposal for conditional BAT poultry (laying hens)".
- 183 NFU/NPA, (2001). "Comments on 2nd draft of the ILF BREF".
- 184 TWG ILF (2002). "Emission control measure assessment matrices".
- 185 Italia, (2001). "Appendix to Description of the candidate BATs for pig intensive farming", 2nd version.
- 186 DK/NL, (2002). "Manure surface cooling channel in combination with a closed heat exchanger".
- 187 IMAG-DLO, (2001). "Nürtinger system", 2001-09.
- 188 Finlandia, (2001). "Comments draft 2 ILF BREF".
- 189 Italia/UK, (2002). "Pens with straw bedded floor; natural ventilation".
- 190 BEIC (2001). "Comments on 2nd draft ILF BREF".
- 191 EC (1999). "Storage vessels for manure (5)".
- 192 Alemania (2001). "Comments on 2nd draft BREF".
- 193 Italia (2001). "Comments on 2nd draft BREF".
- 194 Austria (2001). "Comments on 2nd draft BREF".
- 195 EC (1999). "Livestock Manures - Nitrogen Equivalents".
- 196 España, (2002). "Manure additives".
- 197 Holanda, (2002). "Remarks on landspreading".
- 198 CEFIC, (2002). "Highly digestible inorganic feed phosphates".
- 199 FEFANA, (2002). "Addition of specific feed additives".
- 200 ILF, T. (2002). "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Intensive livestock farming; Monitoring of Emissions".
- 201 Portugal (2001). "Comments on 2nd draft BREF".
- 202 Institute of Grassland and Environmental Research, (2000). "Treatment of livestock wastes through the use of additives", CSG 15 (rev. 12/99).
- 203 EC (2001). "Comments on draft 2 BREF".
- 204 ASPHERU (2002). "Enriched cage for laying hens".
- 205 EC, (2001). "Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources".
- 206 Holanda, (2002). "Drinker systems".
- 207 Bélgica (2000). "Comments on first draft BREF".
- 208 UK (2001). "Comments on 2nd draft BREF".
- 209 DG Medio Ambiente, (2002). "report on Nitrates Directive".
- 216 Reino Unido, (2002). "Integrated Pollution Prevention and Control, Intensive Livestock BREF, Assessing the Affordability of Best Available Techniques".

Referencias Bibliográficas

- 217 Reino Unido (2002). "Sustainable surface water drainage techniques".
- 218 República Checa (2002). "Methodology for continual measuring of ammonia concentrations in stables".
- 219 Dinamarca (2002). "Comments on monitoring ammonia concentrations in stables; reference number 218".
- 220 Reino Unido (2002). "Slurry spreading".

GLOSARIO

Antibiótico	Sustancia producida o derivada de un microorganismo, que destruye o inhibe el crecimiento de otros microorganismos.
Antimicrobiano	Fármaco que, a bajas concentraciones, ejerce una acción contra los patógenos microbianos, mostrando una toxicidad selectiva hacia ellos.
Aplicación de estiércol	Esparcimiento del estiércol sólido o líquido en la tierra (si no se indica lo contrario).
Aves	Término general que se emplea para indicar al sector que produce huevos o carne, de gallinas, pavos, patos y pintadas. Cuando sólo se refiere a gallinas ponedoras o pollos de carne, se utilizará el término de ponedora o broiler.
Cerda	Hembra del cerdo desde el principio del primer periodo de monta, o desde el primer momento de la primera gestación. Incluye las cerdas de reposición (cerdas jóvenes).
Cerdas de reposición	Cerdas que sustituyen a cerdas en la piara de cría, a fin de mantener el material genético necesario.
Cerdos de engorde/acabado	Categoría que se refiere a los cerdos desde 25-30 Kg. aprox. de peso vivo, hasta 170 Kg. de peso vivo; también llamados cerdos de recría.
Cochinillos destetados	Lechones separados de la cerda tras el destete, con un peso de unos 7 Kg. y hasta 25 - 30 Kg. aprox.
Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVnm)	Todos los compuestos, a excepción del metano, que pueden producir oxidantes fotoquímicos como consecuencia de la reacción con óxidos de nitrógeno, en presencia de radiación solar.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Medida de la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos en la descomposición de materias orgánicas.
Densidad de población/estabulación	Número de animales por área (m ² o km ²).
Desecación	Proceso de volverse completamente seco; como en el consumo excesivo de aguas subterráneas en relación con el abastecimiento natural.
Estiércol sólido	Incluye el estiércol de granja y comprende el material de los pajares cubiertos, las excreciones que contienen mucha paja, o los sólidos de los separadores mecánicos de purines. Generalmente, el estiércol sólido puede ser apilado.

Índice de aplicación	Índice entre el volumen de estiércol y las hectáreas disponibles para el esparcimiento en el suelo.
Índice de conversión del pienso (ICP)	Índice que indica la cantidad de pienso (Kg.) necesaria para el crecimiento de 1 Kg. de peso vivo; cuanto más pequeño sea el índice, más eficiente es convertido el pienso en producto o crecimiento; el ICP depende del pienso, de la especie animal y del tipo de producción. En Finlandia, el índice indica la cantidad de pienso necesario por Kg. de peso sacrificado.
Plaza/cabeza (de animal)	Unidad que se refiere a un animal en producción. Ambas unidades se refieren a la misma unidad de producción, que se utiliza generalmente para indicar los niveles expresos de consumos y emisiones en este documento.
Porcentaje de materia seca (% ms)	Índice entre el peso inicial de una determinada sustancia y el peso final (constante), que se obtiene tras secarlo a 110 °C.
Producción de huevos de gallina	Término que se utiliza para indicar la producción de huevos de gallina y distinguirlos de otras especies ponedoras (Ej. patos).
Purines/estiércol líquido	Excreciones producidas por el ganado en el patio o en la nave, mezcladas con agua de lluvia y, en algunos casos, mezcladas con restos de cama y pienso. En general, los purines pueden ser bombeados o evacuados por gravedad.
Tratamiento de estiércol	Todas las formas de tratamiento de estiércol posibles, incluida la aplicación de estiércol
Vitamina H (Biotina)	Sustancia bioquímica corriente (C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₃ S) que actúa como encima en la reducción de aminoácidos y la formación de hidratos de carbono de cadena larga, y como coenzima en la formación de hidratos de carbono de grasas y proteínas en ausencia de una ingestión suficiente de hidratos de carbono.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Definición
VNCN	Ventilación natural controlada naturalmente
MTD	Mejor Técnica Disponible
MOMP	Mejor opción medioambiental practicable
BREF	Documento de Referencia MTD
PAC	Política Agraria Común
CAPEX	Costes de inversión
PB	Proteína bruta
SCE	Suelos de cemento enrejados
Ms o ms	Materia seca
CEE	Comisión Económica para Europa
EPS	Poliestireno Expandido
UE	Unión Europea
UE-15	15 Estados Miembros de la Unión Europea
€	Euro – Moneda europea
FAO	Organización Mundial de Agricultura y Alimentación
ICP	Índice de Conversión de Piensos
STE	Suelos Totalmente Enrejados
EG	Estiércol de Granja
IPPC	Prevención y Control Integrados de la Contaminación, relativa a la Directiva Europea 96/61 EC
LECA	Agregado de arcilla ligera expandida
PV	Peso Vivo
µg	Microgramo (10 ⁻⁶ gramos)
MAP	Indicación belga para pienso para cerdos con niveles reducidos de proteína y fósforo
MLC (CCG)	Comisión Cárnica y Ganadera del Reino Unido
EM	Estados Miembros de la Unión Europea
Mt	Megatoneladas
ZVN	Zonas vulnerables a los nitratos
MO (o mo)	Contenido de Materia Orgánica
OPEX	Costes Operativos
Pa	Pascal, medida de presión, también Newton/m ²
SPE	Suelos Parcialmente Enrejados
RAM	Indicación alemana para pienso para cerdos con niveles reducidos de proteína y fósforo
HR	Humedad relativa
GTT	Grupo técnico de trabajo europeo para intercambio de información en el marco de la Directiva IPPC
AAU	Área agrícola utilizada
USDA	Departamento de Agricultura de los EE.UU.

7 ANEXOS

7.1 Especie animal y unidades ganaderas (UG)

En la evaluación del impacto medioambiental de las explotaciones de cría intensiva, el término “plaza” puede llevar a confusión. Una plaza puede considerarse equivalente a un animal, pero existe una diferencia en el alcance de los efectos medioambientales cuando se crían distintos tipos de animales pertenecientes a la misma especie pero con en diversos tipos y fases de producción. Por ejemplo, los pollos de carne, patos y pavos pertenecen todos a la especie de las “aves”, pero el impacto medioambiental de las explotaciones con este tipo de animales y el mismo número de plazas, es considerablemente distinto. Además, hay una diferencia entre la cría de animales jóvenes y el engorde de animales mayores.

A fin de superar estos problemas, las plazas de animales pueden expresarse en términos de masa animal (unidades ganaderas – UG, donde 1UG = 500 Kg. de masa animal), dado que el impacto medioambiental depende fuertemente de la masa media animal durante el período de producción. La masa animal se corresponde aproximadamente con la producción y las emisiones de estiércol. Puede definirse como la masa animal media a lo largo del tiempo para un período o ciclo productivo basado en la función de crecimiento específica del animal, que está disponible para cada tipo de animal (Tabla 7.1). Esto permite tomar en cuenta los distintos tipos (cría, engorde) y fases (destete, engorde/acabado) de producción, periodos de estabulación y procesos de cambio de producción.

Especie Animal	Masa animal (UG)
Cerdos	
- verraco o cerdas gestantes	0,3
- cerdas con lechones (≤ 10 Kg.)	0,4
- cerdas con lechones (≤ 20 Kg.)	0,5
- cría de lechones (7 – 35 Kg.)	0,03
- cerdas jóvenes (30 – 90 Kg.)	0,12
- cerdos de engorde (20 – 105 Kg.)	0,13
- cerdos de engorde (35 – 120 Kg.)	0,16
Aves	
- gallinas ponedoras (masa media 2 Kg.)	0,004
- gallinas ponedoras (masa media 1.7 Kg.)	0,0034
- pollitas (masa media 1.1 Kg.)	0,0022
- broiler (período de engorde 25 días, masa media 0,41 Kg.)	0,0008
- broiler (período de engorde 36 días, masa media 0,7 Kg.)	0,0014
- patos jóvenes (masa media 0,65 Kg.)	0,0013
- patos (masa media 1.1 Kg.)	0,0022
- patos (masa media 1.9 Kg.)	0,0038
- cría de pavos (masa media 1.1 Kg.)	0,0022
- pavos (hembra, masa media 3.9 Kg.)	0,0079
- pavos (macho, masa media 8.2 Kg.)	0,0164

Tabla 7.1: Especie animal indicada en unidades ganaderas [124, Alemania, 2001]

7.2 Referencias a la legislación europea

Si no se gestionan y controlan correctamente, las explotaciones de cría intensiva de aves y cerdos pueden conducir a un deterioro del medio ambiente y causar contaminación medioambiental. La gama de los contaminantes potenciales incluye desde emisiones directas hasta accidentales, al agua, al suelo y a la atmósfera, así como los residuos generados y, en menor medida a las emisiones de ruido. Existe un grupo completo de legislación en la UE diseñadas para reducir y evitar la contaminación de diversos sectores. La legislación va generalmente dirigida a la protección del agua, del suelo y del medio ambiente, en lugar de limitar las emisiones de las distintas fuentes. Deben tomarse en cuenta también las legislaciones existentes sobre la salud y el bienestar de los animales.

Muchas de las directivas europeas imponen requisitos, directa o indirectamente, sobre las actividades agrarias, que se pueden consultar en las siguientes páginas Web:

- http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/ind/en_analytical_index_15.html
- <http://europa.eu.int/comm/environment/agriculture/index.htm>
- http://europa.eu.int/comm/food/index_en.html

7.3 Legislación nacional de Estados Miembros Europeos

En la legislación nacional de Estados Miembros individuales, un gran número de directivas europeas y sus requisitos se traducen en valores límite de emisión, normas de calidad y medidas a nivel nacional o de granja. El Reglamento de las actividades agrarias a nivel de granja, es relativamente reciente. En algunos países se aplican normas de cumplimiento generales, pero la concesión de licencia para una explotación individual no es práctica común más que en muy pocos Estados Miembros.

El presente Anexo presenta una vista general de algunas de las legislaciones nacionales sobre medio ambiente, que se aplican actualmente a las explotaciones ganaderas.

Austria

En la cría intensiva, las emisiones controladas de aguas residuales a las aguas superficiales, están reglamentadas. No está permitida la evacuación de purines o estiércol líquido en las aguas superficiales [15, Austria, 1997; 14, BGB1.II 349/97, 1997].

Las emisiones de olor proveniente de las explotaciones de cría intensiva están reglamentadas y afectan al diseño del espacio de las explotaciones. La distancia necesaria entre una nave y un objeto sensible al olor, se calcula incluyendo los siguientes factores:

- Un factor de olor asociado con el tipo de animal y su fase de producción
- Un factor ventilación, que combina la técnica de ventilación, la velocidad del aire y la posición del punto de emisión.
- Un factor asociado con el sistema de retirada de estiércol.
- Un factor asociado con el tipo de sistema de alimentación.
- Un factor meteorológico que represente las características de la zona circundante, tales como colinas y montañas, y el efecto sobre la velocidad y dirección del viento.
- Un factor que represente el uso de la zona circundante. [76, BMU, 1995]

Bélgica

Un Plan Nacional de Acción Medioambiental forma el marco de la legislación sobre cría intensiva. Dentro de este marco, se han desarrollado los planes de reducción del amoníaco.

En Flandes, el VLAREM es el reglamento flamenco sobre permisos medioambientales, que incluye actividades como la cría intensiva; sigue a la definición de la Directiva IPPC. El VLAREM consta de requisitos generales y sectoriales para el funcionamiento de explotaciones. Para las explotaciones de cría intensiva, los requisitos sectoriales se refieren al reglamento para la construcción de naves y estercoleros, así como al tratamiento del estiércol.

Flandes es la región más importante de ganadería intensiva del país, con una concentración de animales por hectárea comparable a la de Holanda. Se ha promulgado un decreto, relacionado con la protección medioambiental contra la contaminación por estiércol, que requiere la aplicación de estiércol de baja emisión. Se trata de reducir el exceso de minerales y lograr que el nitrato tenga el estándar de calidad de 50 mg NO₃ por litro de aguas superficiales o subterráneas. Bélgica tiene que reducir sus emisiones de amoníaco en un 31%. Flandes tiene que acogerse al programa nacional de reducción del amoníaco y reducir un 42,4% de las emisiones nacionales de amoníaco, y Valonia un 1,2%.

Una mezcla de medidas fue propuesta: Medidas en origen, como medidas de alimentación (25 %), esparcimiento de estiércol en tierras adecuadas, o tratamiento previo para conseguir el índice necesario (25%), y eliminación ulterior con el uso de medidas de final de proceso (end-of-pipe), sin causar problemas sobre otros medios (50%) [8, Technologisch Instituut, 1999].

Las emisiones a la atmósfera están reglamentadas por el VLAREM en lo que respecta al amoníaco procedente de las naves y de estercoleros, las emisiones de polvo procedentes de otros equipos de almacenaje y de las instalaciones de desecación de estiércol, y las emisiones de NH₃, NO_x y H₂S de las instalaciones de incineración in situ [39, Vito, 1999].

La planificación de las explotaciones porcinas, en lo que concierne a las emisiones de olores, evalúa tanto la situación existente como la futura, utilizando un sistema que valora el sistema de estabulación empleado y el número de animales estabulados, o la instalación de estercoleros. La clasificación se realiza en función de la distancia mínima necesaria entre la granja (o explotación de emisión) y la zona residencial más próxima, reserva natural u otro objeto sensible. Para las explotaciones avícolas, se emplea el mismo sistema, combinando el diseño de estabulaciones e instalaciones de estercoleros con el número de plazas [39, Vito, 1999].

Dinamarca

En Dinamarca, todas las explotaciones de cría, incluidas las granjas porcinas, están sujetas a una amplia gama de normas, como los sistemas de tratamiento del estiércol en las naves de cría, las instalaciones de almacenamiento y la ubicación de las unidades de producción.

Las naves porcinas e instalaciones similares, como por ejemplo los patios exteriores, deben ser diseñadas para que no haya escorrentía de aguas subterráneas y superficiales. Los suelos y los canales estercoleros deben ser fabricados con materiales que dificulten la penetración de la humedad. Deben incluir también un sistema de evacuación. En la práctica, esto significa que todas las naves porcinas tienen el suelo de hormigón moldeado.

Los depósitos de estiércol, como estercoleros, depósitos de estiércol líquido y silos de purines así como las instalaciones de almacenamiento en silos, están sujetos a normas similares a las aplicables a las naves de cría, y los granjeros deben vigilar que no se produzca escorrentía en los alrededores. De forma paralela, la capacidad de almacenamiento deberá ser lo suficientemente amplia para cumplir las normas para el esparcimiento y la utilización de nutrientes. Para las granjas porcinas, esto significa normalmente una capacidad de almacenamiento para más de 9 meses.

En Dinamarca, la ubicación de las explotaciones de cría está sujeta a muchas restricciones. Generalmente, no están permitidas las explotaciones de cría en zonas urbanas o cerca de casas de campo. Las granjas situadas en zonas rurales deben cumplir las normas con respecto a la distancia con el vecindario, zona urbana, etc. Estas distancias aumentan con el incremento del volumen de producción. Por ejemplo, las explotaciones porcinas con más de 120 UGs deben ubicarse a más de 300 m de las zonas urbanas. La distancia para las granjas de menos de 120 UGs es de 100 m.

El objetivo de estas normas de distancia, está dirigido a reducir las molestias hacia los vecinos, principalmente las molestias en cuanto a ruido y olor, que deben ser reducidas. Para las granjas exentas de las reglas generales sobre distancia, el municipio puede endurecer las normas para las explotaciones de cría y el diseño de las instalaciones de estabulación, estercoleros, etc.

Las explotaciones de cría con más de 250 UGs (más de 210 UGs para pollos de carne) están sujetas a normas especiales. Las granjas deben ser aprobadas según la Ley de Protección Medioambiental y a este efecto deber efectuarse una evaluación sobre el impacto ambiental (EIA), antes de establecer o ampliar las instalaciones.

Las normas de evaluación de impacto ambiental conllevan una evaluación más a fondo del emplazamiento y del diseño de las instalaciones de producción en relación con el paisaje, la historia cultural y la biología, en comparación con la aprobación medioambiental. Las normas de evaluación sobre el impacto ambiental van dirigidas básicamente a un no endurecimiento de las medidas de control, y hacia la evaluación de la contaminación de la explotación conjuntamente con otros efectos sobre el medioambiente. Todo esto se realiza en un proceso en el que el condado proporciona un anexo especial al plan regional con una declaración de la evaluación sobre el impacto medioambiental, y paralelamente, el municipio elabora una aprobación medioambiental. [87, Dinamarca, 2000]

Alemania

[154, Alemania, 2001]

Alemania tiene una gran cantidad de leyes, decretos y directrices administrativas y técnicas, relacionadas con el funcionamiento de las explotaciones de cría intensiva.

A fin de controlar los problemas medioambientales relacionados con la producción pecuaria, en Alemania, las actividades como la construcción, la ampliación o modificación sustancial y el funcionamiento de las instalaciones de producción pecuaria (Ej. naves y estercoleros) necesitan un permiso. Por “modificación sustancial” se entiende el cambio de uso (Ej. cría de cerdos en lugar de ganado), el cambio del sistema de retirada del estiércol o de ventilación (Ej. purines en vez de estiércol) o cualquier otra modificación que pudiera tener un serio impacto sobre el medio ambiente. La aprobación depende del emplazamiento, tipo y número de animales estabulados y del impacto medioambiental. Con respecto al impacto medioambiental, las molestias por olores son el tema clave.

Según el tipo y el número de animales estabulados, se requiere un permiso de acuerdo con el Código Federal de la Construcción (Baugesetzbuch - BauGB) facilitado por las autoridades regionales, o de acuerdo con la Ley Federal de Control de la Contaminación Medioambiental y de Emisiones (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) facilitado por las autoridades intermedias del estado (gobierno regional). Esta última es más severa y obligatoria para las explotaciones de más de 750 cerdas y 2.000 cerdos de engorde.

La participación del público es posible. Las cifras de capacidad están incluidas en la Cuarta Orden de Implantación de la Ley Federal de Control de la Contaminación Medioambiental y de Emisiones – sobre Instalaciones que Requieren un Permiso - 4 BImSchV. Esta Orden fue enmendada en marzo 1997 según la Directiva UE (96/61/CE) para la Prevención y el Control Integrados de la Contaminación (IPPC). Estas cifras IPPC aun no han sido transferidas a la ley nacional.

Además, las instalaciones para el almacenamiento de estiércol con una capacidad de más de 2.500 m³, están sujetas a permiso según la BImSchG, mediante un procedimiento simplificado sin la participación del público.

Durante los procedimientos de concesión de permisos, las autoridades comprobarán si el granjero ha cumplido con las obligaciones cruciales según la BImSchG. Además las instalaciones y las actividades no deben estar en conflicto con ninguna otra disposición de ley pública (Ej. protección de los recursos hídricos, conservación de la naturaleza, ley de la construcción) y asuntos de protección laboral. Si se dan los prerequisites, existe la obligación legal de conceder el permiso.

En los casos de procedimiento de concesión de permisos según la BImSchG, se incluye la solicitud según el Código de la Construcción Federal. Las hojas de solicitud incluyen especialmente información general sobre el diseño y funcionamiento, así como una descripción detallada del proyecto (Ej. tipo y número de animales, sistemas de estabulación y gestión de ganado, cantidad de residuos de ganado a almacenar), el proyecto y los planos, evidencia de estudios de ingeniería estructurales válidos, un cálculo de costes, una descripción del sistema de alcantarillado, información relativa al tipo y la cantidad de emisiones, y la ubicación y dimensión de sus fuentes. Deberán especificarse las medidas para reducir las emisiones y prevenir los efectos medioambientales. Generalmente se lleva a cabo un estudio de emisiones de olores. En cuanto a la gestión de residuos de ganado, debe proporcionarse evaluaciones de la cantidad y composición (contenido en nitrógeno) del estiércol sólido y líquido, así como un inventario detallado de la tierra agrícola para la aplicación de estiércoles, incluidos mapas catastrales. Debe indicarse también el tipo de suelo.

Durante el proceso de concesión de licencias, las autoridades competentes recurrirán a otras autoridades, como las de conservación de la naturaleza, conservación de los monumentos históricos, el control de la atmósfera y la prevención de la contaminación del agua. Sus dictámenes son parte integrante del permiso. En caso que se prevean efectos graves sobre el medio ambiente, no sólo se tendrá que informar a las otras autoridades implicadas, sino también al público. Los documentos deben ser abiertos al público. Se convocará una reunión para ofrecer la oportunidad al público de discutir el tema. Al decidir su aprobación, se tomarán en consideración los dictámenes de las autoridades y del público. Este procedimiento de concesión dura de 4 a 6 meses, y en algunos casos (problemáticos), incluso hasta un año o más.

Las concesiones de licencias según el BimSchG son muy amplias, pero proporcionan la certeza legal. Dado que los vecinos tienen la posibilidad de velar por sus intereses durante el procedimiento de concesión de permiso, nadie podrá exigir el cierre de una explotación de cría intensiva, mediante un procedimiento legal de carácter privado, una vez el permiso ha sido concedido de forma definitiva. Incluso si las emisiones perjudican a alguien, sólo podrá insistir sobre las medidas necesarias para prevenir sus efectos. Si estas medidas son técnicamente inviables según el estado de la técnica actual, o económicamente inviables, sólo se podrá exigir una compensación por los daños ocasionados.

El coste de los procedimientos de concesión de licencias (cargos, preparación de los documentos de aplicación) alcanza el 1 % del gasto (3.000 – 8.000 €). Unos costes adicionales son previsibles en caso de requerir un informe pericial, Ej. para pronosticar o valorar las inmisiones de olores (2.000 – 5.000 €). Cuando se requiere una evaluación del impacto medioambiental, el coste del permiso puede aumentar hasta 15.000 €. Aunque existan normas detalladas, los requisitos durante los procedimientos de concesión de licencias difieren de un estado federal a otro, dado que son responsables de su aplicación.

Legislación relativa a emisiones a la atmósfera

Las explotaciones sujetas a permisos según la BimSchG, deberán ser construidas y gestionadas de manera que:

- No supongan efectos nocivos para el medio ambiente, ni otros riesgos, inconvenientes considerables o molestias notables para el vecindario y el público en general (principio de protección). En lo que se refiere a la cría de animales, el vecindario deberá estar a salvo de olores molestos. Esto se garantizará mediante una distancia de seguridad entre la explotación y las viviendas más cercanas. Las granjas avícolas deberán asimismo guardar esta distancia respecto a los bosques. Estas distancias se reconocen como normas de inmisión.
- Se toman las debidas precauciones para prevenir los efectos nocivos sobre el medio ambiente, especialmente mediante las medidas de control de emisiones necesarias de acuerdo con el estado actual de la técnica (Stand der Technik). Según los principios de precaución, las emisiones peligrosas deben ser reducidas por medios técnicos a niveles inferiores a un determinado nivel. Los límites dependerán de la peligrosidad de las emisiones, la viabilidad de las técnicas y su eficacia económica. En este contexto, las emisiones por olor se consideran normalmente menos peligrosas. En la práctica, será necesaria una evaluación, si las distancias mencionadas anteriormente son demasiado cortas, y si es posible que dichas emisiones afecten al medio ambiente. Deberán tomarse probablemente medidas adicionales para reducir las emisiones y las inmisiones.
- Se evitan los residuos, a menos que haya previsiones para su reutilización de forma segura y ordenada, así como su reciclaje o, en caso de no ser técnicamente viable su prevención y reutilización o reciclaje, se desecha sin perjudicar el bienestar público. El almacenamiento y la aplicación del estiércol están afectados por esta norma. El estiércol no está calificado como residuo, mientras su aplicación cumpla con la Ley de Fertilizantes (Düngemittelgesetz) y la Orden sobre Fertilizantes (Düngeverordnung) respectivamente. Esta última está basada en la Directiva del Consejo (91/676/CEE) de 12 de Diciembre 1991 sobre la Protección del Agua contra la Contaminación Causada por Nitratos de Fuentes Agrícolas. El estiércol debe ser aplicado según las condiciones del lugar y las necesidades de los cultivos, a fin de reducir la lixiviación y la escorrentía de nitratos. Por esta razón, la cantidad de estiércol aplicada anualmente al suelo no debe superar los 170 Kg. N/ha. Es obligatoria una capacidad de almacenamiento de 6 meses o más. Mediante medidas técnicas y/u organizativas, deben reducirse las emisiones de amoníaco (mediante esparcimiento manual, labrando directamente después del esparcimiento, o esperando condiciones climatológicas favorables al esparcimiento). La pérdida máxima de amoníaco del estiércol líquido no deberá superar el 20% durante su aplicación. Otras normas se refieren a la necesidad de evaluar la demanda de fertilizantes en el suelo y de emitir un cálculo de nutrientes. Las normas adicionales pueden incluir la obligatoriedad de mantener una distancia mínima con las aguas superficiales, reservas naturales o embalses, para el esparcimiento. Los Estados están autorizados a regular la aplicación detallada mediante reglamentos administrativos.

Durante el procedimiento de concesión de permisos, las autoridades comprobarán si el proyecto cumple las normas anteriores. Para las explotaciones a gran escala sujetas a permisos según la BimSchG, se establecen los requisitos correspondientes (distancia, reglamentos, normas técnicas) en la Primera Directriz Administrativa General Relativa a la Ley Federal de Control de la Contaminación Ambiental y de Emisiones – Instrucciones Técnicas sobre el Control de la Contaminación Atmosférica (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft). Además, las directrices especiales sobre la eliminación de olores en explotaciones ganaderas publicadas por la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) (VDI 3471 - Control de Emisiones en la Gestión de Explotaciones Porcinas, VDI 3472 – Control de Emisiones en la Gestión de Explotaciones Avícolas) describen las técnicas de cría en general, las fuentes de emisiones de olor, la viabilidad para reducir las emisiones e inmisiones y un método para la evaluación de olores, mediante la norma de distancia. Estas directrices están aceptadas por las autoridades y los tribunales como un "peritaje anticipado", dado que peritos de diversos campos colaboran en su establecimiento.

Normas de distancia

Olor

Tanto la TA Luft como las Directrices VDI prescriben normas de distancia para prevenir las molestias por olor. El Reglamento de la TA Luft está basado en las Directrices VDI. Sin embargo, a diferencia de las Directrices VDI, la distancia mínima sólo está en función del número de plazas de animales, y las distancias solamente son válidas entre explotaciones ganaderas y viviendas en condiciones óptimas de emisiones y esparcimiento. Ni siquiera se presta especial atención al hecho de que los vecinos de pueblos soportan niveles de molestias más elevados que los de las zonas residenciales, ni a que las emisiones de la cría porcina son sólo la mitad de las de los cerdos de engorde. Además, ni siquiera se consideran los sistemas de explotación con ventilación natural. Aunque las normas de distancia han sido establecidas teniendo en cuenta los olores, son también aplicables a distancias entre naves avícolas y bosques. Si las distancias son demasiado reducidas, los gases residuales deben ser tratados con biofiltros y biolavadores. Dado que estas instalaciones son bastante caras, debe efectuarse una evaluación especial del olor.

Las normas de distancia de las Directrices VDI permiten una evaluación más detallada que las de la TA Luft. Se llevó a cabo con éxito en miles de casos. La distancia se determina en tres pasos:

1. Cálculo de la masa animal media (unidades ganaderas UG, donde 1 UG = 500 Kg.; Ej. cerdos 0,12 UG) correspondiente al número de animales estabulados. Si existen distintos tipos de animales en una explotación, la masa animal puede ser multiplicada por un factor equivalente de olor específico del animal (Ej. $f_{eq} = 0,5$ para cerdas, 0,17 para ganado vacuno, 0,39 para pavos y 0,94 para patos). Este factor depende de las emisiones de olor específico del animal en relación con los cerdos de engorde ($f_{eq} = 1$).
2. Se utiliza un sistema de puntuación para calcular el potencial de emisiones de varios parámetros pecuarios, como la retirada y almacenamiento del estiércol, el sistema de ventilación y otros criterios (alimentación, capacidad de almacenamiento de purines, influencias del lugar de la explotación). Los parámetros que conllevan emisiones más bajas reciben mejor puntuación que los que causan emisiones más altas. La puntuación máxima es 100.
3. Con un diagrama de distancias, se puede determinar la distancia mínima entre una explotación de cría y el vecindario.

Requisitos técnicos en práctica

Aparte del reglamento de distancia, la TA Luft dictamina unos requisitos técnicos para explotaciones de cría intensiva. Estos son los mismos que las condiciones previas para el uso de las reglas de distancia de las Directrices VDI. Se aplicarán generalmente las siguientes medidas:

- Las naves de cría deben estar lo más limpias y secas posibles. Esto proporciona un nivel especialmente alto de higiene, usando siempre suficiente yacija de alta calidad, mediante la retirada regular del estiércol, aplicando una densidad que no sea excesiva y una ventilación suficiente.
- El sistema de ventilación debe estar diseñado según la Norma alemana de "Aislamiento Térmico para naves de cría cerradas; Aislamiento Térmico y ventilación; Principios de planificación y diseño" (DIN 18910) para garantizar el nivel de intercambio de aire adecuado a las necesidades de los animales. Las naves con ventilación no están afectadas por este requisito.
- Si se desaguan los purines de las naves, se debe contar con los dispositivos necesarios para prevenir la migración de gases nocivos y olores.
- El estiércol debe ser almacenado en una base de cemento impermeable. En el caso de un sistema de purines, la zona donde se rellena la cisterna debe ser impermeable. En ambos casos, se debe recoger y drenar el precipitado en depósitos cerrados apropiadamente para evitar la contaminación del agua.
- Los purines deben almacenarse en el exterior de las naves, sólo en depósitos cerrados, o deben tomarse medidas similares para reducir las emisiones.
- Una capacidad de almacenamiento de 6 meses es suficiente si los purines se tratan (Ej. tratamiento aeróbico por compostaje, desecación o digestión anaeróbica).

A veces se discute sobre el término "medidas equivalentes para reducir las emisiones" de los depósitos de almacenamiento. En la práctica, aparte de las cubiertas de cemento o de material ligero, se utilizan cubiertas flotantes naturales de cortezas naturales, de paja, pellets de arcilla ligera y plástico. La construcción de una cubierta flotante artificial se aguanta con la mezcla de paja cortada (7 Kg./m² de área en la superficie) en los purines. Varias investigaciones han revelado que incluso cuando las cubiertas flotantes están hechas de paja, las emisiones pueden ser reducidas hasta en un 90%. Por esta razón, las cubiertas flotantes hechas de paja no sólo son equivalentes a los depósitos cerrados, sino que también son más económicas. Los costes anuales son un 30-50 % más bajos que para las cubiertas hechas de pellets de arcilla o de plástico, y un 60-70 % más bajos que para los techos de construcción ligera.

Reglamento sobre conservación del entorno acuático

Al hablar de los requisitos de la legislación sobre el agua, es necesario distinguir entre los requisitos que dependen:

- del lugar de la explotación que afecta a la condición estructural de las naves de cría y los depósitos de estiércol
- de la gestión pecuaria, especialmente en zonas sensibles relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, tales como zonas hídricas protegidas, zonas de aguas termales y manantiales mineromedicinales, o zonas propensas a inundación.

La legislación medioambiental vigente en Europa, que está principalmente codificada en Directivas y que incluye las leyes que regulan el agua, sólo está parcialmente regulada de forma uniforme en los distintos Estados del sistema federal legal de Alemania. Los Estados están autorizados a añadir detalles en el sistema de normas según la ley federal, que está diseñada como una ley marco, para poder incluir distintos requisitos sobre la producción agropecuaria en los distintos estados federales.

Reglamentos de protección del agua bajo la ley federal

A escala federal, la Ley de Gestión de los Recursos Hídricos (WHG) incluye normas tanto sobre la naturaleza de las instalaciones de almacenamiento y llenado de estiércol líquido, purines y efluentes de silos (§ 19 g WHG) como sobre la obligación de ejercitar la precaución necesaria según las circunstancias, para prevenir la contaminación del agua, o cualquier otro cambio negativo de sus propiedades al introducir medidas que puedan estar asociadas con efectos en acuíferos (§ 1 a WHG). En zonas de conservación del agua, puede además ser necesario, por razones de precaución o peligro, prohibir determinadas acciones o permitir su uso de forma restringida cuando los acuíferos deben ser protegidos contra efectos negativos, en interés de suministros públicos de agua existentes o futuros, o cuando deba prevenirse la escorrentía por agua de lluvia o la evacuación de fertilizantes a los acuíferos (§ 19 WHG).

Además, en los procedimientos de concesión de licencias para explotaciones porcinas y avícolas a gran escala, la Ley Federal de Control de la Contaminación Ambiental y de Emisiones, (BImSchG), establece que estas instalaciones deben ser construidas y gestionadas de forma que los residuos, que incluyen también purines, estiércol líquido y efluentes de los silos, se utilizan de forma correcta y segura (§ 5 BImSchG). Los detalles para su uso correcto están incluidos en la Ley de Fertilizantes (§ 1 a) y en la Orden de Fertilizantes emitida sobre la base de la Ley de Fertilizantes, descritos a continuación.

Reglamento bajo la ley estatal

Los requisitos según la ley federal se establecen en términos más específicos a nivel de la ley de los estados. Por lo tanto, la obligación comprendida en el párrafo 19 de la ley WHG, para la construcción y el mantenimiento de las instalaciones de almacenamiento y llenado de estiércol líquido, purines y efluentes de los silos, de manera que los acuíferos estén protegidos lo mejor posible contra la contaminación, está detallada en los decretos del estado. Dichos decretos, que son similares en principio, pero difieren en los detalles, se basan en los requisitos fundamentales de que las instalaciones deben ser impermeables, estables y lo bastante resistentes a incidentes térmicos, mecánicos y químicos. Las fugas y cualquier vertido de sustancias peligrosas para el agua, deben ser determinadas con rapidez y fiabilidad. Las normas generales de construcción de depósitos de purines y silos de fermentación, están comprendidas en la Norma alemana de "Contenedores de estiércol líquido y silos" (DIN 11622), aplicable a nivel federal. Los requisitos generales para las instalaciones de recogida y llenado determinan que:

- Las tuberías deben ser de un material resistente a la corrosión. La línea de retorno del depósito de almacenamiento al estercolero preliminar o estación de bombeo, deben estar provista de dos válvulas de compuertas para asegurar su cierre. Una de éstas deberá ser una válvula de compuerta de accionamiento rápido.
- Las válvulas de compuerta y las bombas deberán ser fácilmente accesibles. Deben disponerse sobre una zona impermeable.
- Los fosos, conductos y canales deben ser construidos de forma que sean impermeables.
- Las estaciones de llenado de estiércol líquido o purines en contenedores, deben tener un pavimento impermeable. El agua de lluvia debe evacuarse al estercolero preliminar, canal estercolero o estación de bombeo de las instalaciones de llenado.
- Las instalaciones para almacenamiento de estiércol sólido deben estar provistas de una base estanca e impermeable. Para la evacuación de estiércol líquido, la base debe tener contención lateral y estar protegida contra la entrada de aguas superficiales de los terrenos colindantes.
- Si no fuera posible evacuar el estiércol líquido a un depósito existente de estiércol líquido o de purines, debe ser recogido por separado.
- La capacidad de las instalaciones debe ajustarse a los requisitos de la explotación en cuestión y de la conservación de agua. La capacidad debe ser mayor que la capacidad necesaria durante el periodo más largo de prohibición de aplicación en suelo agrario, salvo que pueda probarse a las autoridades competentes que la cantidad que excede a la indicada será evacuada de manera medioambientalmente segura. Debe garantizarse el uso agrícola correcto o esparcimiento del contenido. En el caso de depósitos abiertos, debe mantenerse un margen libre mínimo de seguridad para el agua de lluvia.
- Las instalaciones en zonas hídricas protegidas y zonas de aguas termales deben estar provistas además con un dispositivo antifugas.

Sin embargo, existen diferencias entre los estados, con respecto a: la determinación de la capacidad de almacenamiento necesaria. Por ejemplo, en el caso de canales estercoleros, unas veces es necesario acreditar el volumen total del espacio de almacenamiento, mientras en otras se ignora por completo el volumen de los canales estercoleros. Se aplican distintos sistemas de determinación de fugas para la precisión de la monitorización. Por ejemplo, en algunos estados se requieren estudios de muestras de tierra y de agua subterránea además de una inspección visual. Estos distintos requisitos representan una variación considerable de costes para las granjas, sin una justificación objetiva específica de la construcción en cada caso de aplicación.

Normas especiales en zonas hídricas protegidas

En zonas que requieran una protección especial, como las zonas de conservación del agua y zonas de conservación de aguas termales, la producción pecuaria está sujeta a restricciones de largo alcance. Así, por una parte los requisitos que se extienden más allá de la técnica actual son aplicables para las condiciones estructurales de los depósitos de almacenamiento. En zonas de conservación de agua, los depósitos enterrados de estiércol líquido, sin capas de cobertura suficientes, son tan inadmisibles (Tribunal de Contencioso Administrativos de Lüneburg, ZfW 93, 117) como los depósitos enterrados que llevan bandas sellantes de plástico (Tribunal de Contencioso Administrativos de Lüneburg, ZfW 97, 249). En la misma zona cubierta y en la zona protegida interior, se prohíben terminantemente las instalaciones de almacenamiento y llenado de estiércol líquido, purines y efluentes de silos y del almacenamiento de estiércol sólido; y, en la zona protegida ampliada, solamente son admisibles si están provistos con dispositivos especiales de detección de fugas.

En algunos reglamentos sobre las zonas de conservación, el pastoreo está también prohibido en la zona protegida interior, y hay una prohibición sobre el esparcimiento de purines no tratados higiénicamente en las zonas protegidas interiores y ampliadas.

Dado que estas restricciones sobre el uso en la tierra producen cargas económicas adicionales sustanciales para las granjas afectadas, en 1987 los legisladores incluyeron una regla en la Ley de Gestión de Recursos Hídricos (§ 19 Para. 4 WHG) según la cual debe pagarse una compensación razonable por los inconvenientes económicos causados por los requisitos más estrictos. La regla refleja el principio de “partición de cargas”, que se aplica en la legislación medioambiental junto con el principio de “quien contamina paga”, según el cual las reglas promulgadas en interés del público general para la protección de los recursos hídricos no pueden ser únicamente por cuenta de un grupo ocupacional particularmente afectado por las mismas. La naturaleza y el grado de la obligación de pagar una compensación varían ampliamente en la legislación estatal sobre el agua. No obstante, la prohibición del almacenamiento de fertilizantes que entrañe riesgos para las aguas o de ensilajes en el campo con líquidos de fermentación, así como la prohibición de esparcimiento de estiércol líquido o fertilizantes nitrogenados fuera del periodo de crecimiento, no representa mayores cargas para las explotaciones que puedan dar origen a compensación obligatoria, dado que estas prohibiciones se aplican de forma general y no sólo en las zonas protegidas. Los costes adicionales de construcción para almacenamiento de estiércol líquido y de estiércol de granja derivados de órdenes de protección del agua tampoco dan derecho a compensación económica, dado que sólo el uso agrícola directo está cubierto por la obligación de pagar compensaciones bajo el § 19 Para. 4 WHG, pero no las condiciones de construcción no recurrentes (Tribunal Superior Federal de Justicia, NJW 1998, 2450 ff.).

Ley de gestión de fertilizantes y residuos

La ley alemana de fertilizantes limita la cantidad de fertilizantes de granja y de recursos secundarios que puedan esparcirse, basándose en el contenido en nutrientes de los fertilizantes. Cuando se utilizan recursos secundarios, como por ejemplo los residuos de fermentación de la cofermentación agrícola (fermentación simultánea de estiércoles de granja de origen animal, con residuos orgánicos), entran también en juego las disposiciones de la Orden Alemana sobre Residuos Orgánicos (Bioabfallverordnung, BioAbfV) además de las normas sobre fertilizantes.

El siguiente estudio proporciona una vista general sobre las disposiciones estatutarias que se deben observar en el esparcimiento de estiércol orgánico y fertilizantes de recursos secundarios.

Ley de gestión de residuos

A consecuencia de la Ley de Gestión de Residuos de 27 de Septiembre de 1994 (Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen), se promulgó un nuevo conjunto de reglamentos acerca de la gestión de residuos y áreas relacionadas contempladas en la ley.

El Artículo 1 contiene el Decreto Alemán sobre Materiales Reciclables y Gestión de Residuos (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, KrW-/AbfG), que obliga a promover el reciclaje con el fin de conservar los recursos naturales y asegurar el desecho de residuos seguro medioambientalmente. El decreto KrW-/AbfG delega poderes para promulgar una serie de órdenes estatutarias (Arts. 7 and 8; reglamentos subestatutarios 1996, BioAbfV 1998).

El Artículo 4 cubre las enmiendas simultáneas requeridas en la legislación alemana sobre fertilizantes: la Orden sobre Fertilizantes de 1999 (Düngemittel-verordnung), la Orden sobre Fertilización de 1996 (Düngeverordnung), y la Orden de Fondos de Compensación por Fangos de Clarificación en Alcantarillado (Klärschlamm-Entschädigungsfondsverordnung).

Si se utilizan exclusivamente estiércoles de granja, las disposiciones de la ley de gestión de residuos sólo entran en acción cuando la aplicación se realiza contrariamente a las disposiciones de la Orden sobre Fertilizantes, es decir, sin tener en cuenta la idoneidad del lugar y los requisitos de nutrientes de los cultivos, sino con la finalidad primaria de desechar el estiércol de granja. La ley de gestión de residuos también incide sobre el tratamiento biológico y uso agrícola de mezclas de estiércoles de granja y residuos orgánicos, como los originados en forma de residuos de proceso de instalaciones de cofermentación agrícola.

La Orden sobre Reciclaje de Residuos Orgánicos en Suelos Agrícolas, Silvícolas y Hortícolas (BioAbfV) regula el uso agrícola, silvícola y hortícola de residuos orgánicos (incluidos los mezclados con estiércoles de granja). El Anexo 1 de la BioAbfV detalla los residuos orgánicos que pueden tratarse en una planta de biogás. Además, las autoridades responsables sobre residuos pueden permitir otros materiales si son adecuados para tratamiento biológico y uso agrícola.

La BioAbfV detalla asimismo la documentación obligatoria que deben obtener los propietarios de explotaciones (Ej. higiene, autorización, bajo nivel de contaminantes). La cantidad de residuo orgánico que puede esparcirse por hectárea en un periodo de tres años es limitada y depende del contenido de metales pesados del suelo. Debe realizarse un análisis de metales pesados y pH del suelo antes de la primera aplicación. La aplicación reiterada de residuos orgánicos está prohibida si se encuentra que los niveles en el suelo rebasan los límites prescritos en la Orden.

Decreto sobre Fertilizantes

La Ley sobre Fertilizantes especifica que los fertilizantes sólo podrán aplicarse en línea con una “buena práctica” agrícola (Art. 1a: gute fachliche Praxis). Esto comporta criterios de fertilización, incluido el ajuste del tipo, la cantidad y el periodo de aplicación de nutrientes según las necesidades de los cultivos y del suelo, teniendo en cuenta los nutrientes y materias orgánicas disponibles en el suelo y las condiciones de cultivo. Los requisitos de nutrientes de los cultivos vienen determinados por sus rendimientos potenciales en el lugar en cuestión, por las condiciones de cultivo y por los estándares de calidad de producción esperados (Art. 1a, para 2).

Los fertilizantes permitidos están regulados en el Artículo 2, según el cual los fertilizantes sólo pueden ser puestos en circulación si corresponden a un tipo de fertilizante permitido por una disposición reglamentaria. Según la Orden sobre Buenas Prácticas en la Fertilización (Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen – Düngeverordnung), los fertilizantes deben esparcirse en periodos y en cantidades que permitan a los cultivos un máximo aprovechamiento de los nutrientes, y de forma que se asegure que las pérdidas de nutrientes del cultivo y las emisiones nocivas a los recursos hídricos se eviten al máximo. Los fertilizantes nitrogenados sólo pueden aplicarse de modo que los nutrientes que contienen puedan ser aprovechados por las plantas, esencialmente durante el periodo de crecimiento, y en cantidades correspondientes a sus requisitos. Deben evitarse todas las emisiones directas a las aguas superficiales, manteniendo una distancia de seguridad adecuada, entre otras medidas. Los fertilizantes nitrogenados sólo pueden ser aplicados cuando el suelo es receptivo para los mismos. Un suelo no es receptivo si está inundado, helado o tiene una capa gruesa de nieve.

Para calcular la cantidad de fertilizante nitrogenado a aplicar deben observarse los principios de establecimiento de los requisitos de fertilización. Esto comporta tener en cuenta:

- Los nutrientes que requieren algunos cultivos para alcanzar sus rendimientos y calidades esperados, en función de las condiciones del lugar y del cultivo.
- Las cantidades de nutrientes disponibles en la tierra y cantidades adicionales de nutrientes que pudieran pasar a los cultivos durante la estación de crecimiento.
- La fijación de los nutrientes.

En el caso de los estiércoles de origen animal de las granjas, y tomando en consideración otros principios de la Orden, la aplicación media por explotación no deberá superar los 210 Kg. anuales de nitrógeno total/hectárea en pastos, y los 170 Kg. de nitrógeno total/hectárea en suelo cultivable (valores netos, Ej. después de deducir pérdidas de almacenamiento y esparcimiento permitidos); las tierras en barbecho serán excluidas con el propósito de calcular la media para la explotación. Además, los estiércoles de origen animal de las granjas, con un alto contenido en fosfatos o potasio, solo podrán ser esparcidos hasta el nivel de absorción neto de fosfatos o potasio del cultivo, tomando en consideración el rendimiento y la calidad esperados, y solamente si no se prevé un impacto nocivo sobre los recursos hídricos.

En la misma línea que la Orden, generalmente no están permitidas, en las tierras de barbecho, las aportaciones de nitrógeno después del cultivo, en otoño o a principios de invierno. La Orden sobre Fertilizantes (Düngemittelverordnung) regula la concesión de permisos y la puesta en circulación de los fertilizantes. Si se pretende poner en circulación residuos de fermentación que contienen residuos orgánicos (incluso sin cargo), deberán corresponder a un tipo permitido de fertilizante de recursos secundarios. A este respecto, deberán cumplirse las restricciones pertenecientes a las sustancias de alimentación permitidas para la producción de fertilizantes de recursos secundarios, Ej. en este caso, no se podrán incluir grasas animales, residuos alimenticios, etc., en el proceso de fermentación.

Bajo la Ley Alemana de Protección del Suelo (Bundesbodenschutzgesetz, BBodSchG) el uso agrícola de la tierra debe respetar las Buenas Prácticas Agrícolas, Ej. la tierra debe ararse respetando la estructura de la misma o mejorándola adecuadamente, según el clima y el lugar; se debe evitar su compactación en la medida de lo posible, y prevenir la erosión con un uso adecuado al lugar.

Ley de bienestar animal y de enfermedades de los animales

La ley de bienestar animal (Tierschutzgesetz) constituye la disposición central acerca del bienestar animal en Alemania. La Ley está basada en el bienestar ético de los animales y prevé proteger los animales del dolor, sufrimiento o daños. La Ley es aplicable a todos los animales, independientemente de su utilización (cabezas productivas, animales domésticos así como animales de laboratorio). Regula la estabulación de dichos animales, así como su utilización.

Fuente: [154, Alemania, 2001] con referencia a:

- Grimm, E., Kypke, J., Martin, I., Krause, K.-H. (1999): German Regulations on Air Pollution Control in Animal Production. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 234-242
- Schepers, W., Martin, I., Grimm, E. (2000): Bau- und umweltrechtliche Rahmenbedingungen. In: Zukunftsweisende Stallanlagen. KTBL-Schrift 397, 11-33
- Nies, V., Hackeschmidt, A. (1999): Water Conservation Regulations in Alemania – Differences between the Federal States and Impacts on Livestock Production. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 129-132
- KTBL e.V. (Hrsg.): Bau- und umweltrechtliche Rahmenbedingungen der Veredelungsproduktion. KTBL-Arbeitspapier 265, Darmstadt 1998
- Bauförderung Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Hilfestellung bei Genehmigungsverfahren für Tierhaltungen. Baubrief Landwirtschaft 38, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup 1998
- Schwabenbauer, K. (1999): Animal Welfare Provisions and their Practical Application in Alemania. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 90-92
- InfoService Tierproduktion (IST): Network on information about laws and permitting relevant for agricultural building projects – Informationsnetzwerk zu Rechts- und Genehmigungsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben; <http://www.ist-netz.de>

Anexos

Grecia

La legislación griega para la cría intensiva se refiere principalmente con la protección de los recursos hídricos. Están permitidos los “estercoleros” limitados con paredes de tierra si el suelo no es poroso. Está permitida la reutilización de aguas residuales que han sido tratadas (1) para aplicación en el suelo, únicamente si tienen $DBO \leq 1.200 \text{ mg/l}$, y (2) para evacuación a cursos de aguas superficiales, únicamente si tienen $DBO \leq 40 \text{ mg/l}$. Está permitida su aplicación en combinación con la sustitución de los fertilizantes químicos.

Finlandia

La Ley de Protección Medioambiental (86/2000) y otras legislaciones basadas en este documento, entraron en vigor el 1 de marzo 2000. La nueva Ley derogó las Leyes sobre la Protección Atmosférica y Prevención del Ruido, la Ley sobre Procedimientos de Permisos Medioambientales y los decretos basados en éstas, así como en el Decreto de Medidas Preventivas para la Protección del Agua. Fueron enmendadas varias de las leyes, como la de Protección del Agua, de los Residuos, de Propiedades Colindantes y de Salud. Se cerraron los tribunales de aguas, y se transfirieron la mayoría de sus derechos a las autoridades de concesión de permisos medioambientales establecidas el 1 de marzo 2000. La armonización de la legislación de protección medioambiental pone las bases para un estudio integral de los daños medioambientales.

El permiso medioambiental para las explotaciones pecuarias se refiere a la estabulación de los animales en naves de producción. Las naves pecuarias incluyen el almacenamiento del estiércol producido por los animales, así como el tratamiento y almacenamiento del pienso, en relación con las naves de producción. El esparcimiento del estiércol y el cultivo de la tierra no requieren permisos. Sin embargo, en el procedimiento de concesión de licencias, se toma en consideración la superficie disponible para el esparcimiento de estiércol.

Actualmente, no existen normas o directrices de planificación espacial relativas a olores.

Un decreto del gobierno sobre la prevención del paso de los nitratos agrícolas a acuíferos, aplica la Directiva del Consejo 91/676. Concierne todas las actividades agrícolas e impone requisitos para el almacenamiento del estiércol, de los estercoleros, el tiempo de esparcimiento de los fertilizantes (i.e. estiércoles) y las cantidades permitidas [125, Finlandia, 2001].

Irlanda

La legislación IPPC bajo la Ley de la Agencia de Protección Medioambiental (1992) introdujo un sistema de concesión de permisos para el control integrado de las emisiones de las explotaciones porcinas y avícolas.

Uno de los enfoques más comúnmente utilizados para asegurarse de que el olor no constituya un problema, es utilizar un criterio de distancia mínima, lo que las unidades no se permiten en un radio determinado de zonas residenciales o sensibles al olor. Estas distancias pueden medirse, basándose en un modelo de dispersión del olor. Se fijan unos criterios de límites de unidades de olor. [61, EPA, 1997]

Holanda

Holanda tiene altas densidades de cerdos y aves de corral, por lo que se presta mucha atención a la aplicación de estiércol y la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, así como a las emisiones de amoníaco y de olores. Actualmente, se utiliza un sistema de concesión de permisos bajo la responsabilidad de los gobiernos locales (municipios). Se aplicarán normas más estrictas en años venideros. Aunque las normas son aplicables por igual a todos los granjeros, se aplicarán requisitos más estrictos en el sur y el este del país, donde se encuentran la mayoría de las granjas con emisiones de amoníaco.

El gobierno de Holanda ha adoptado una política en tres fases para la reducción de pérdidas minerales en el medioambiente. Este programa está actualmente en su tercera fase. El objetivo es alcanzar unos niveles aceptables de pérdida de nitrógeno y fosfato en el medio ambiente. Una de las herramientas para lograrlo es el uso de un Sistema de Contabilidad de Minerales, que permite un mejor entendimiento de las entradas y salidas de minerales en una explotación de cría [85, Oete, 1999].

Las emisiones atmosféricas de la aplicación de estiércol están reguladas por el Decreto sobre el Uso de Estiércol Pecuario, que obliga a usar técnicas de aplicación de baja emisión [21, VROM, 1998].

Las normas de planificación permiten solamente la aplicación de estiércol en otoño y en invierno, lo que significa que es necesario disponer de suficiente capacidad de almacenamiento. Los almacenamientos de estiércol construidos después del 1 de junio 1987 deben ser techados.

Se reducen las emisiones de amoníaco, principalmente de las naves, mediante el uso obligatorio de determinados tipos de naves (Explotaciones con Etiqueta Verde). Bajo un plan de inspección gubernamental, los sistemas pueden optar a la Etiqueta Verde. Los granjeros con explotaciones con Etiqueta Verde, están exentos durante un determinado plazo de las nuevas medidas de reducción de amoníaco, para animarles a invertir en naves de bajas emisiones. El desarrollo de técnicas de estabulación y un creciente conocimiento, conllevará unos requisitos más estrictos para la estabulación animal.

Para regular las emisiones de olores y la planificación espacial, se aplica un modelo complejo, que clasifica los objetos sensibles alrededor de una granja, o serie de granjas, identificando su distancia desde el punto de emisión. Para cada explotación, se calcula la relación entre el número de animales estabulados y el de animales permitidos (tomando en cuenta la legislación y las circunstancias locales) para cada objeto sensible. Se añaden las contribuciones individuales relativas a molestias por olores de todas las granjas, y no deben superar un determinado valor para cada objeto sensible. Si lo hacen, deben tomarse medidas, incluida la de reducir de la densidad de estabulación [24, VROM/LNV, 1996].

Las normas sobre ruidos para las explotaciones de cría intensiva son fijadas sobre una base individual y establecidas en el permiso medioambiental de la granja. En Holanda, la Ley de Gestión Medioambiental y la Ley de Molestia por Ruido forman la base para fijar las normas sobre ruido del permiso. Las nuevas explotaciones de cría intensiva tendrán que cumplir con el nivel de ruido definido en cada zona. Se puede recurrir a una herramienta llamada “zonificación” en el que varias actividades agropecuarias e industriales concurren en la misma zona. La zona de “ruido” combina las emisiones de ruido de todas las actividades en la zona.

La extensión de las granjas existentes debe realizarse dentro de los límites existentes establecidos en el permiso. Se deberá compensar cualquier ruido adicional relacionado con la ampliación de las actividades agropecuarias mediante medidas reductoras (Ej. aislamiento) o reubicación de actividades.

Portugal

En Portugal, no existe ninguna legislación específica para la protección del agua contra la contaminación por nitratos de origen agrícola. Así, se publicó el “Código de Buenas Prácticas para la Protección del Agua contra la Contaminación por Nitratos de Origen Agrícola”. Aparte de este Código, existe una legislación específica para las zonas vulnerables a los nitratos-ZVN, así como el correspondiente Reglamento del Programa de Acción asociado.

Un decreto específico fija los valores límite de emisión para la evacuación de aguas residuales superficiales, de las explotaciones porcinas, indicados en términos de DBO, y TSS. No existe ningún decreto similar para las explotaciones avícolas. Las emisiones de otras sustancias (Ej. metales pesados) en el agua residual, están reguladas mediante decretos individuales, bien para la evacuación a las aguas superficiales, bien a las tierras agrícolas. La emisión de metales pesados a tierras agrícolas mediante la aplicación de purines y/o estiércol está regulada mediante otro decreto.

Las emisiones a la atmósfera están reguladas mediante la limitación de las emisiones de NO_x (en mg N0₂), COV (en mg C), H₂S y polvo. El ruido está regulado por ambos sectores de forma generalizada, mediante la limitación de inmisión a 5 dB durante el día, y a 3 dB por la noche, en comparación al ruido de fondo. Las nuevas normas utilizan también otros criterios, basados en la exposición máxima al ruido.

Varios decretos establecen normas para la explotación de granjas porcinas. La más reciente es el Decreto Ley N° 163/97 con normas para el registro, la autorización, clasificación, designación y explotación de granjas porcinas. Existen leyes similares para explotaciones avícolas.

España

En España, el Real Decreto 324/2000, adopta un enfoque integral de los aspectos sanitarios y medioambientales de la producción porcina. Mediante este Real Decreto, se establecen las distancias mínimas sanitarias entre objetos sensibles, como por ejemplo otras naves de explotaciones porcinas, zonas residenciales, vías públicas, etc. Estas distancias están asociadas al número de UG en la instalación. Además, este es el primer Real Decreto en fijar la capacidad máxima de las naves de producción porcina.

Reino Unido

Actualmente, no existen “concesiones de permisos” para explotaciones en el Reino Unido, aunque esto cambiará con la implantación de la IPPC para grandes explotaciones avícolas y porcinas. En las Zonas Vulnerables a Nitratos, los granjeros deben cumplir con el Programa de Actuación obligatorio. No existe ninguna legislación nacional relativa al esparcimiento en la tierra, excepto en las ZVN (zonas vulnerables a nitratos). Se han emitido directrices e información referente a la planificación del estiércol para los granjeros en ZVN.

En general, se relaciona un gran número de normas en los Códigos de Prácticas que han sido emitidos para informar al granjero acerca de las medidas a tomar para la reducción de emisiones al agua y al suelo. Las emisiones a las aguas superficiales pueden ser permitidas con un “autorización de evacuación” según las condiciones adecuadas adjuntas (niveles límite de volumen y emisiones). La contaminación deliberada de las aguas superficiales o subterráneas, constituye un delito.

La reducción de las emisiones a la atmósfera de olores y humo negro se describen en el Código sobre Emisiones Atmosféricas [43, MAFF, 1998]. No existen controles de emisiones de amoníaco.

Existen normas para regular las autorizaciones de edificación. Se requiere un permiso para la construcción de nuevas explotaciones de cría o para ampliar las ya existentes, así como para instalaciones de almacenamiento de estiércol sólido o líquido, en un radio de 400 metros de cualquier edificio protegido, como viviendas, escuelas, etc.

7.4 Ejemplos de valores límite de emisiones y límites para el esparcimiento de estiércol en los Estados Miembros

Las siguientes tablas presentan una evaluación de los valores medios de emisión y los límites de esparcimiento tolerados, que son aplicables a las explotaciones porcinas y avícolas, en los permisos medioambientales de Bélgica.

Tipo de cultivo	P ₂ O ₅	N Total	N procedente de estiércol animal u otro	N procedente de abono químico
Pastos	130	500	250	350
Maíz	100	275	250	150
Cultivo con baja demanda de N	100	125	125	100
Otros cultivos	100	275	200	200

Tabla 7.2: Límites máximos tolerados para la aplicación de N y P₂O₅ orgánicos (Kg./ha) mediante el esparcimiento de estiércol en la tierra, en Flandes, desde 1-1-2003 [8, Technologisch Instituut, 1999]

Tipo de cultivo	P ₂ O ₅	N Total	N procedente de estiércol animal u otro	N procedente de abono químico
Pastos	100	350	170	250
Maíz	100	275	170	150
Cultivo con baja demanda de N	80	125	125	70
Otros cultivos	100	275	170	170

Tabla 7.3: Límites máximos tolerados para la aplicación de N y P₂O₅ orgánicos (Kg./ha) mediante el esparcimiento de estiércol en la tierra, en Flandes, en zonas sensitivas relacionadas con el agua [8, Technologisch Instituut, 1999]

Parámetro	Valor límite de emisión (mg/Nm ³) ¹⁾
Emisión de partículas de polvo, procedentes de la trituración, desecación y enfriamiento del estiércol mineral (gas seco)	75
Emisión de gas de entrada de las instalaciones de incineración in situ	NH ₃ 50 H ₂ S 5 NO _x 200
<i>1) mg/Nm³ con 0°C, de presión 101,3 kPa</i>	

Tabla 7.4: Ejemplos de valores límite de emisiones para determinadas actividades in situ [39, Vito, 1999]

7.5 Ejemplo de protocolo para seguimiento de las emisiones de amoníaco procedentes de los sistemas de estabulación

En Europa, se recogen datos sobre el consumo y emisiones de las explotaciones de cría intensiva, de distintas maneras. No está siempre claro bajo qué circunstancias se han recogido los datos, cuando muchos factores son responsables de la divergencia de niveles observados.

En Holanda, ha sido desarrollado un protocolo para medir las emisiones de NH₃ procedentes de los sistemas de estabulación para todas las especies de producción, que permite comparar las emisiones de las técnicas alternativas de estabulación. El protocolo estandariza los factores que influyen en la variación de emisiones, tal como el clima interior, porcentajes de alimentación y ocupación [63, Commissie van Deskundigen, 1999].

Para las explotaciones avícolas y porcinas, se han resumido varios factores en la Tabla 7.5 y Tabla 7.6.

Factor	Ponedoras	Pollos de carne	Pavos ¹⁾	Patos	Pintadas
Naves (cm ²)	450 – 600	20 m ²	2.000 – 2.500	6 – 8 m ²	20 m ²
Temp. Interior mín. (°C)	20 – 25	35 – 20	26 – 15	34 – 12	35 – 20
Pienso	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto
Producción (Kg.)	Ver texto	1.825 en 43 días	18 en 20 sem (m) 9 en 16 sem (h)	2,95 en 47 días	1,5 en 43 días
Salud (% pérdida)	<5	<10	<10	<5	<10
Número mínimo por unidad	750	1.000	250	400	1.000
Periodos de medición	2	2	2	2	2
Factor de corrección	61/63	6/8	21/23	47/56	6/8

1) (m) = macho; (h) = hembra

Tabla 7.5: Ejemplos de factores para incluir en la medición de emisiones procedentes de las naves avícolas [63, Commissie van Deskundigen, 1999]

La temperatura interior es muy importante y se reduce al aumentar de peso. A excepción de las gallinas ponedoras, la temperatura se mantiene constante. Las temperaturas indicadas en la tabla son las máximas y mínimas durante un periodo de producción.

Con respecto al pienso, es importante tomar en cuenta los nutrientes (proteína cruda), el balance catiónico/aniónico, así como los efectos en las emisiones de urea, excluyendo aditivos en el pienso que puedan afectar el pH de la orina. El agua se suministra a discreción, salvo en las ponedoras, donde puede ser racionada.

Para evaluar los niveles de emisiones, es importante una tasa de crecimiento comparativo: de allí, el peso final estimado y los periodos de crecimiento asociados. Para las gallinas ponedoras, debe anotarse la producción y la calidad de los huevos, para permitir hacer los ajustes necesarios.

Deberá haber dos periodos de medición, con un periodo en verano cuando los niveles de emisión están potencialmente en su nivel más alto. En el cálculo, las emisiones deben ajustarse teniendo en cuenta los periodos de naves vacías entre dos periodo de producción, es decir, la tasa de ocupación: para las ponedoras es aproximadamente del 3%, y para pollos de carne puede ser hasta un 25% del tiempo. La media de emisiones medidas en dos periodos, por animal y por día, multiplicado por el factor de corrección y por 365, da la emisión anual por plaza.

Para los cerdos, se aplica un protocolo similar. Los factores y sus valores se resumen en la Tabla 7.6.

Factor	Cerdas en apareamiento /gestación	Cerdas parturientas	Cochinillos de destete	Cerdos de acabado
Estabulación (m ²)	2,25	4,0	0,4	variable
Clima interior (°C)	15	Ver texto	Ver texto	Ver texto
Pienso	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto
Producción (Kg.)	n.a.	n.a.	De 8–11 a 23–27 (350 g/día)	De 23–27 a 80–90 (700 g/ día)
Salud (pérdida en %)	n.a.	n.a.	<5	<5
Número mín. en grupo	20	6	30	50
Periodos de medición	2	2	2	
Factor de corrección	100/105	100/110	100/110	110/110
n.a.	no aplicable			

Tabla 7.6: Ejemplo de factores a incluir en la medición de las emisiones de la estabulación de cerdos

La superficie enrejada por cerdo de acabado no es constante pero incrementa con el aumento de peso. Cada necesidad mínima de superficie viene asociada con una necesidad mínima de superficie en la parte sin rejilla. Las necesidades de superficie aumentan de 0,4 m² (0,12 sin rejilla) a los 30 Kg., a 1,3 m² (0,40 sin rejilla) para animales de más de 110 Kg.

La temperatura interior debe mantenerse al mínimo, y esto varía con la edad y la fase de producción. A más peso, menos temperatura. Se utiliza la temperatura mínima de la zona térmicamente neutra, salvo para los cerdos de acabado, cuando la temperatura mínima es como máximo 2°C inferior a la temperatura mínima de la temperatura mínima en la zona térmicamente neutra.

Con respecto al pienso, es importante tomar en cuenta los nutrientes (proteína cruda), el balance catiónico/ aniónico, así como los efectos en las emisiones de urea, excluyendo aditivos en el pienso que puedan afectar el pH de la orina.

Para los cerdos de acabado, hay que tener en cuenta que el crecimiento medio por día y el peso del animal hacen referencia a la práctica de engorde más frecuente en la UE. Si los cerdos se engordan hasta 160 Kg. de peso vivo para su sacrificio, el crecimiento diario medio será distinto y afectará el nivel de emisión.

Para los cerdos de acabado, debería haber también dos periodos de medición, uno de ellos en verano, cuando los niveles de emisiones son potencialmente elevados.

En el cálculo, las emisiones deben compensarse teniendo en cuenta los periodos de naves vacías entre dos periodos de producción. Salvo para los cochinitos destetados, se calcula que es de 10% del tiempo de producción. La media de emisiones medidas en los dos periodos, por animal y por día, multiplicada por el factor de corrección y por 365, da la emisión anual por plaza.

7.6 Ejemplo de cálculos de costes asociados a la aplicación de técnicas de reducción de emisiones

El ámbito de este anexo se limita a describir un enfoque que puede ser empleado para calcular el coste de las técnicas individuales propuestas en el marco de la Directiva IPPC. Dicho enfoque está relacionado con el coste “unitario” de las técnicas; ha sido adoptado también por UNECE para parte del proceso de cálculo de los costes para el cumplimiento para reducir las emisiones amoníaco de las producciones ganaderas.

El presente anexo implica además que para poder adoptar este enfoque, todas las técnicas a considerar en la determinación de la MTD deberán ser presentadas con los datos técnicos y económicos necesarios, descritos en las tablas. En cuanto a los datos de costes necesarios para determinar la MTD en general, este anexo puede ser considerado como una propuesta para actualizaciones ulteriores de este BREF.

Este anexo se basa principalmente en trabajos realizados por DEFRA, Reino Unido, por un grupo de expertos dentro del GTT sobre la evaluación de costes y de la MTD [161, MAFF, 2000] [216, UK, 2002]

Metodología

Esta sección consta de los siguientes apartados:

- Vista general
- Tipo de medida
- Cálculo de costes unitarios.

Resumen

El cálculo de los costes unitarios requiere una clara comprensión de:

- La técnica propuesta a introducir para la reducción de las emisiones
- Toda la gama de sistemas de producción y gestión existente en las explotaciones relevantes
- El impacto que la implantación de la técnica tendrá en la producción de la granja y los sistemas de gestión, tanto en términos físicos como económicos, así como de gastos y beneficios.

El cálculo producirá gasto anual, que puede incluir una asignación para gastos de inversión amortizables durante la vida de la inversión.

Una vez calculados estos gastos, pueden ser utilizados en:

- El cálculo del gasto de técnicas individuales o de una combinación de técnicas por kilogramo de contaminante eliminado
- La determinación de una MTD general
- La relación entre los costes de la implantación de una MTD y la viabilidad o rentabilidad económica de la industria de cría intensiva
- El coste de su aplicación para la industria.

Clases de técnicas

Las técnicas aplicables al sector de la cría intensiva pueden ser clasificadas de la manera siguiente:

- pienso
- estabulación
- estercoleros
- tratamiento del estiércol
- esparcimiento del estiércol en la tierra.

(Nota: ‘Estiércol’ puede ser estiércol líquido o sólido)

Debe identificarse una técnica según una de las categorías siguientes, y según la clase de animal afectada; por ejemplo, gallinas ponedoras o cerdos de engorde. Las categorías se usan posteriormente para identificar como deben calcularse los costes unitarios.

Cálculo de Costes Unitarios

Los costes unitarios son el incremento anual de costes que un granjero normal deberá soportar por la introducción de una técnica. El planteamiento general para el cálculo de los costes unitarios es el siguiente:

- Determinar los cambios físicos y en la cría resultantes de la implantación de una técnica de eliminación basada en la total comprensión de los sistemas de explotación actuales.
- Para cada tipo de técnica, identificar las áreas en las que los cambios de costes o rendimiento se asociarán a la introducción de esta técnica.
- En todos los casos, sólo tienen que tomarse en consideración aquellos costes relacionados directamente con la técnica en cuestión.
- Los costes adicionales asociados con cualquier mejora técnica deben ser ignorados.

La categoría en las que encajan las técnicas, determinará las unidades físicas utilizadas para definir la población o las cantidades de estiércol, y formar la base de los cálculos subsiguientes. La siguiente Tabla indica la relación.

Categoría	Unidades	Detalles
Pienso	por cabeza	Por cabeza de ganado
Naves	plazas	Capacidad de la nave
Almacenamiento de estiércol, tratamiento y aplicación al suelo	m ³ o toneladas	Estiércol líquido (incluida dilución) y estiércol sólido (incluida yacija)

Tabla 7.7: ‘Unidades’ empleadas para la evaluación de costes

Los costes unitarios deben calcularse según el planteamiento general descrito a continuación:

- Los costes actuales deben ser utilizados para todos los cálculos
- Los gastos de inversión, después de deducir subvenciones, deben ser anualizados a lo largo de la vida económica de la inversión
- Los costes operativos anuales deben añadirse al coste anualizado de la inversión
- Los cambios en el rendimiento tienen un coste y deben tenerse en cuenta como parte de los costes anuales
- Esta suma total se divide por la producción anual, para determinar el coste unitario. La producción debe ser descrita utilizando las “unidades” indicadas en la Tabla 7.7.

Se detalla el planteamiento en las secciones siguientes.

Costes de inversión

Los costes de inversión deben evaluarse según los apartados de la Tabla 7.8.

Consideración primaria	Notas
Inversión en equipos fijos ¹ o maquinaria ² .	Utilizar costes nacionales. Si no están disponibles, utilizar costes internacionales, incluido costes de suministro, y convertir el coste a la moneda nacional según el tipo de cambio adecuado.
Coste laboral de la instalación.	Utilizar gastos de contratación, si son normales. Si se utiliza habitualmente personal de la granja para instalar la conversión, el personal empleado debe ser calculado a las tarifas normales por hora. El trabajo de los granjeros debe computarse al coste de oportunidad.
Subvenciones	Restar el valor de las subvenciones disponibles para los granjeros.
<i>Nota 1): Los equipos fijos incluyen naves, conversiones de naves, tolvas de pienso, o estercoleros.</i>	
<i>Nota 2): La maquinaria incluye transportadores espirales para pienso, equipos de campo para la aplicación del estiércol o equipos para el tratamiento del estiércol.</i>	

Tabla 7.8: Consideraciones de los costes de inversión

Costes anuales

Los costes anuales asociados con la introducción de una técnica, requieren ser evaluados según los pasos siguientes:

Paso	Consideración	Notas
A	El coste anualizado de la inversión debe calcularse a lo largo de la vida de la inversión.	Uso de fórmula estándar. El plazo dependerá de la vida económica. Las conversiones deberán tomar en cuenta la vida restante de la instalación original. Ver Apéndice 1.
B	Deben ser calculadas las reparaciones asociadas con la inversión.	Ver Apéndice 2.
C	Cambios en los costes laborales.	Horas extras x coste/hora.
D	Costes de combustible y energéticos.	Las necesidades de energía adicional deben ser tenidas en consideración. Ver Apéndice 2.
E	Cambios en el rendimiento de la explotación.	Los cambios de dieta o de estabulación pueden afectar el rendimiento, con el subsiguiente efecto en los costes. Ver Apéndice 3.
F	Ahorros de gastos y beneficios de producción.	En algunos casos, la introducción de técnicas conllevará un ahorro para el granjero. Se deben tomar en consideración únicamente cuando constituyen un resultado directo de la medida. El ahorro de multas por contaminación debe excluirse de las estimaciones de beneficios.

Tabla 7.9: Consideraciones de costes anuales

Ejemplos aplicados en el Reino Unido

Aplicación de estiércol líquido por inyección al suelo

Base para el cálculo de costes:

- Los costes se basan en la compra de un dispositivo inyector para acoplar al depósito o tractor de purines. La inversión para un equipo de este tipo es de 10.000 €
- Se requiere una potencia adicional del tractor de unos 35 kWh en comparación con la aplicación superficial
- Pueden lograrse velocidades de aplicación de 14 m³/hora, frente a 17 m³ (2 1/2 cargas/hora de 7 m³) por hora, al utilizar un sistema de depósito con platos difusores. Se basa en el caudal descargado en 6 minutos por un plato difusor, que se amplía a 12 minutos durante la inyección.
- Productividad anual de 2.000 m³
- El coste de la inversión es amortizable en 5 años, al 8,5 %
- Reducción de emisiones: Ej. reducción de la emisión de amoníaco indicada en mg NH₃/Nm³.

Paso	Consideración	Cálculo	Total (€/año)
		Utilizar la fórmula indicada en el Apéndice 1 y que se muestra a continuación.	
A	Coste de inversión anual	$C \times (r(1+r)^n) / ((1+r)^n - 1)$ $C = 10000 \text{ €}$ $r = 8,5 \%$ insertado en la fórmula como 0,085 $n = 5 \text{ años}$ $\text{€ } 10000 \times (0,085(1+0,085)^5) / ((1+0,085)^5 - 1)$	2.540
B	Reparaciones	5 % del coste de inversión del inyector (10.000 €).	500
C	Cambios en costes laborales	Velocidades de aplicación más bajas (2.000 m ³ ÷ 14 m ³ /h menos 2.000 m ³ ÷ 17 m ³ /h) = 25 horas por 12 € la hora	300
D	Costes de combustible y energéticos	Costes de tractor adicionales - 35 kW para 2.000 m ³ ÷ 14 m ³ /h = 143 h a 10 litros por hora a 0,35 € por litro	500
E	Cambios en el rendimiento de la explotación.	No aplicable	0
F	Ahorro de gastos y beneficios de producción	No incluido, aunque puede haber una mejor utilización del nitrógeno del estiércol	0
	Total gastos adicionales anuales		3.840
	Total gastos adicionales por m³ basados en la producción anual de 2.000 m³		1,92

Tabla 7.10: Gastos adicionales incurridos con la aplicación de estiércol líquido en el suelo mediante inyección, en el Reino Unido

Incorporación de estiércol sólido mediante arado (ejemplo de cálculo sin gastos de capital)

Base para el cálculo de costes:

1. Se tendrá que recurrir a subcontratas para la incorporación de estiércol sólido, en muchas situaciones, ya que la mano de obra y maquinaria estarán totalmente ocupadas en otras tareas.
2. El método de incorporación será normalmente por arado.
3. Habrá un ahorro en el coste marginal, ya que esta operación (arado) no deberá ser realizada más adelante por el personal de la granja.
4. Diseminación de estiércol hasta un equivalente de 250 Kg. de N total anual por hectárea.

Paso	Consideración	Cálculo	Total (€/ha)
A	Coste anual inversión	No aplicable	0
B	Reparaciones	No aplicable	0
C	Cambios en costes de mano de obra	Subcontrata para arado	65
D	Costes energéticos y de combustible	No aplicable (incluido en el gasto de subcontratista)	0
E	Cambios en el rendimiento de la explotación	No aplicable	0
F	Ahorro de costes y beneficios de producción	Ahorro en los costes marginales de la maquinaria propia del granjero	10
	Total costes adicionales anuales		55
	Coste adicional por tonelada de estiércol:		€/t.
	Estiércol aplicado a razón de 36 toneladas/ha		1,53
	Gallinaza de ponedoras aplicada a razón de 16,5 toneladas/ha		3,33
	Gallinaza de broilers aplicada a razón de 8,5 toneladas/ha		6,47

Tabla 7.11: Gastos adicionales incurridos en la incorporación de estiércol a la tierra mediante arado en el Reino Unido

Cálculos para realizar cambios en una nave: 1. conductos de aire en explotación avícola con fosa séptica profunda

Base para el cálculo de costes:

1. Se instalan conductos de aire de tubo simple de polietileno en la fosa debajo del estiércol, ventilado mediante extractores. El coste de la inversión es de 0,32 € por plaza avícola
2. Dichos sistemas tienen costes operativos adicionales de 0,16 € por plaza avícola al año (electricidad y reparaciones)
3. El coste de la inversión del sistema es amortizable en 10 años al 8,5 %.

Paso	Consideración	Cálculo	Total €/plazas
A	Coste anual inversión	Coste tuberías y ventilador	0,05
B	Reparaciones	Coste adicional reparaciones	0,08
C	Cambios en gastos laborales	No aplicable	0
D	Coste energético y de combustible.	Gasto eléctrico adicional	0,08
E	Cambios en el rendimiento de la explotación	No aplicable	0
F	Ahorro de costes y beneficios de producción.	No aplicable	0
Total gasto adicional anual por plaza avícola			0,21

Tabla 7.12: Costes adicionales para cambios en naves en el Reino Unido

Cálculos para realizar cambios en una nave: 2. Suelos enrejados metálicos en naves de cerdos

Base para el cálculo de costes:

1. Coste de inversión para la sustitución de los enrejados 78 €/m² (*Tri-bar*) más 16 € de instalación
2. La instalación no es muy compleja
3. El coste de la inversión es amortizable en 10 años al 8,5 %, lo que permite la instalación de los enrejados en las instalaciones ya existentes, que tienen una vida parcialmente caduca.
4. El coste por plaza porcina se basa en una asignación de 0,63 m² por plaza porcina (ver tabla). De esta superficie, normalmente el 25 %, o 0,156 m² por plaza porcina, está enrejada en instalaciones con suelos parcialmente enrejados.
5. Los costes de reparación se consideran similares a los de otros tipos de suelos.

Paso	Consideración	Cálculo	Total €/plaza
A	Coste anual inversión	Coste de inversión de 94 €/ m ² para 0,156 m ² amortizable en 10 años al 8,5 %	2,23
B	Reparaciones	Sin gastos adicionales	0
C	Cambios en costes de manos de obra	Sin gastos adicionales	0
D	Costes energéticos y de combustible	No aplicable	0
E	Cambios en el rendimiento de la explotación	No aplicable	0
F	Ahorro de costes y beneficios de producción.	No aplicable	0
Total gasto adicional anual por plaza porcina			2,23
<i>Notas: Datos proporcionados por Kirncroft Engineering (Reino Unido).</i>			

Tabla 7.13: Gastos adicionales incurridos para la sustitución de suelos enrejados metálicos en el Reino Unido

	Espacio necesario (m ²)	Media ponderada (m ²)
30 – 50 Kg.	0,4	0,132
50 – 90 Kg.	0,65	0,436
<i>Subtotal</i>		0,568
Espacio necesario para una ocupación del 90 %		0,057
Espacio total necesario		0,057
<i>Datos facilitados por ADAS (Reino Unido)</i>		

Tabla 7.14: Espacio necesario para cerdos de acabado en el Reino Unido

Registro útil de datos sobre costes

Hay una serie de aspectos y factores de presentación que facilitan la asimilación de los datos sobre costes para el lector, y podrían soportar su posterior evaluación.

Cualquier informe sobre costes debería incluir suficiente información para permitir al lector no informado seguir la lógica y los cálculos. Una mezcla de narrativa explicativa y tablas permite al lector seguir los procesos lógicos del autor.

En cualquier caso, deben identificarse las fuentes de datos. Deberá indicarse cuando se haya utilizado el criterio profesional para derivar algunas de las cifras o se hayan hecho suposiciones.

Se propone que los informes consten de las siguientes secciones y formato:

- Introducción
- Resumen *Texto y tablas indicando el coste unitario de las técnicas*
- Coste de la técnica *Texto y presentación tabular para cada técnica, que muestra la base y cálculo del coste unitario, extraído de datos adicionales comprendidos en los apéndices*

Apéndices

Apéndice 1: Cálculo de los costes de inversión anuales

La inversión en técnicas de eliminación debe ser convertida a coste anual. La inversión puede ser en naves, equipo fijo o maquinaria. Es importante incluir solamente el capital adicional o marginal asociado con las técnicas de eliminación.

En el cálculo del coste de inversión anual debe utilizarse la amortización. Con este método, **no** deberá incluirse en el cálculo ninguna previsión adicional de amortización. Los factores derivados de las tablas adecuadas pueden aplicarse al capital invertido, o puede utilizarse la siguiente fórmula estándar:

Fórmula:

La fórmula para el cálculo del coste anual es:

$$C \times \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Donde: C = coste de inversión

r = tipo de interés expresado en forma decimal (tanto por uno). Por ejemplo un tipo de interés del 6 % viene indicado en la ecuación como 0,06.

n = plazo en años

Tipo de interés:

El tipo de interés aplicado debe reflejar el que pagan normalmente los granjeros, y variará según el país y plazo de inversión. Como guía, los cálculos del Reino Unido están basados la financiación disponible para los granjeros, a través del Agricultural Mortgage Corporation (AMC). Los tipos de interés, a fecha de septiembre 2000, para préstamos con intereses fijos, se indican a continuación:

Plazo en años	Tipos de interés fijos (%)	Coste anual ¹ € por 1.000 € de capital
5	8,5	254
10	8,5	152
20	8,25	104
<i>Fuente: AMC. septiembre 2000</i>		
<i>1) Basado en la fórmula de amortización anterior, incluidos intereses y capital.</i>		

Tabla 7.15: Interés en hipotecas agrarias en el Reino Unido

Plazo:

El plazo dependerá del tipo de inversión y de si se trata de una nueva instalación o de una conversión.

En el caso de las instalaciones nuevas, se indican las siguientes vidas productivas a modo de guía. En circunstancias especiales, puede ser necesario variar estas cifras.

Tipo de inversión	Vida productiva en años
Naves	20
Equipos fijos	10
Maquinaria	5

Tabla 7.16: Vida productiva de las instalaciones

En el caso de las conversiones, es necesario anualizar el coste de la inversión en relación con la vida restante de las instalaciones originales.

En muchos casos, las instalaciones pueden tener una vida económica más allá de su vida económica, pero es la vida económica la que se debe utilizar para estos cálculos.

Apéndice 2: Costes de reparaciones y combustible

Reparaciones:

Los costes de las reparaciones asociados con cualquier inversión, variarán enormemente. El tipo de inversión, la calidad original de la construcción, las condiciones de explotación, la edad en relación con la vida del diseño, y el uso, juegan todos un papel importante en la variación de costes.

Las siguientes cifras pueden ser utilizadas como guía:

Tipo de inversión	Costes anuales de reparaciones como porcentaje de los costes nuevos
Naves	0,5 – 2
Equipos fijos	1 – 3
Tractores	5 – 8
Esparcidores de estiércol y purines	3 – 6

Tabla 7.17: Costes de reparaciones como porcentaje de los costes nuevos

Combustible:

Las siguientes fórmulas generales pueden ser aplicadas para calcular los Costes de combustible:

Electricidad:

$$\text{Coste del combustible} = \text{kWh} \times \text{Horas de utilización} \times \text{Precio del combustible}$$

Combustible Tractor:

$$\text{Coste del combustible} = \text{kWh} \times \text{Consumo de combustible por kWh} \times \text{Horas de utilización} \times \text{Precio del combustible}$$

Apéndice 3: Costes unitarios – algunas consideraciones detalladas

Los siguientes detalles deberán ser considerados, en relación a cada técnica:

Pienso:

Los cambios en las dietas pueden ser aplicados a muchos tipos de explotaciones, para reducir las emisiones de amoníaco. Las implicaciones siguientes requieren ser consideradas en cada caso.

Costes de inversión	Costes anuales a considerar
Sistemas adicionales de alimentación	Costes anuales, reparaciones y consumos energéticos.
	Cambios en el precio de las canales.
	Coste relativo de las dietas.
	Cambios en el rendimiento de la explotación y el consumo de pienso.
	Cambios en la producción de excreciones.
	Cambios en las necesidades laborales.

Tabla 7.18: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de alimentación

Estabulación:

Para las técnicas que requieren una inversión por parte del granjero, será necesario considerar los elementos incluidos en la tabla siguiente:

Costes de inversión	Costes anuales a considerar
Cambios en los sistemas de estabulación	Costes anuales, reparaciones, consumos energéticos.
	Cambios en la capacidad de estabulación.
	Cambios en las necesidades laborales.
	Cambios en las necesidades de camas
	Cambios en el rendimiento de la explotación y consumo de pienso.
	Cambios en la capacidad de almacenamiento de las excreciones dentro de la nave.
<p><i>Nota:</i> Las inversiones pueden incluir tanto la modificación de instalaciones ya existentes, o costes adicionales de instalaciones de sustitución. La elección dependerá de las condiciones de edificación y la viabilidad de su conversión, relacionadas normalmente con su antigüedad y vida productiva restante. Sólo se incluirán los costes adicionales para realizar las instalaciones necesarias para las funciones de eliminación de la contaminación.</p>	

Tabla 7.19: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de estabulación

Almacenamiento del estiércol:

Para las técnicas que requieren una inversión por parte del granjero, será necesario considerar los elementos incluidos en la tabla siguiente:

Costes de inversión	Costes anuales a considerar
Almacenamiento adicional	Coste anual, costes de reparación.
Cubiertas permanentes	Coste anual, costes de reparación.
	Coste de cubiertas temporales sobre base anual.
Todas las cubiertas	Cambios en las necesidades de mano de obra.
	Reducciones en la dilución por el agua de lluvia.

Tabla 7.20: Costes anuales a considerar en los costes de inversión de los sistemas de almacenamiento de estiércoles

Aplicación del estiércol en el suelo:

Costes de inversión	Costes anuales a considerar
Esparcidores de baja emisión (comparados con esparcidores de platos difusores)	Coste anual, costes de reparación
	Cambios en las necesidades energéticas del tractor
	Cambios en el volumen de trabajo
	Cambios en las necesidades de mano de obra

7.7 Procedimiento para evaluar una MTD para las técnicas aplicadas en las granjas de cría intensiva de aves y cerdos

El procedimiento de evaluación descrito en este anexo fue desarrollado por un subgrupo del GTT para Explotaciones de Cría Intensiva. El objetivo principal de este anexo es promocionar un mejor entendimiento de la evaluación de la MTD propuesta en el Capítulo 5.

Cada evaluación depende de la cantidad y calidad de información disponible. Debe desarrollarse una solución para la comparación de técnicas cuando la información existente es deficiente o difícil de evaluar. Esto requerirá abarcar la validación y comparación de las distintas características de las posibles técnicas de reducción.

Este documento BREF presenta las conclusiones de un intercambio de información sobre las técnicas medioambientales en la cría intensiva de aves y cerdos. Puede ser considerado como el primer inventario de datos disponibles. Aunque hay una gran cantidad de datos disponibles, la información necesaria para apoyar el proceso de decisiones es aún susceptible de mejora, tanto en la calidad como en la cantidad de datos aportados.

Para poder realizar la evaluación de manera transparente, deben presentarse todos estos datos en un formato determinado y (más importante aun), deben poseer un alto grado de comparabilidad. Por lo tanto, los datos deberían estar disponibles e incluir una clara explicación acerca de cómo han sido recogidos, medidos y analizados, y bajo qué circunstancias. Lo ideal sería que se hubieran recogido según el mismo protocolo y presentado con el mismo nivel de detalle. La comparación grupos de datos recogidos de esta forma facilita el entendimiento de cualquier diferencia, como las grandes variaciones en los niveles de rendimiento, que son previsibles en los sectores de la cría intensiva. Estas variaciones pueden estar causadas por las diferentes prácticas de cría y/o por las condiciones especiales locales o regionales.

El capítulo 4 pretende presentar, en la medida de lo posible, este tipo de información para cada actividad o grupo de técnicas. Cuando dicha información no está disponible, la opinión de un experto jugará un papel importante.

Evaluación y selección de MTD

Las técnicas se consideran de forma individual, evaluando su potencial de reducción de emisiones, operatividad, bienestar animal, y costes asociados, todo comparado con una técnica de referencia. El método aplicado para la evaluación efectuada, consta de los siguientes pasos:

1. Crear una matriz de evaluación de todos los factores relevantes para cada **grupo de técnicas**
2. Identificar la técnica de referencia para cada **grupo de técnicas**
3. Identificar los temas medioambientales clave para cada **grupo de técnicas**
4. Indicar una puntuación cualitativa (-2, -1, 0, 1 2) para cada **grupo de técnicas**, cuando no existan datos cuantitativos disponibles.
5. Clasificar las **técnicas** por su eficacia medioambiental, en términos de reducción de emisiones de amoniaco, por ejemplo
6. Evaluar la aplicabilidad técnica, operatividad y los aspectos de bienestar animal de **cada técnica**
7. Evaluar los efectos medioambientales sobre otros efectos causados por **cada técnica**
8. Evaluar los costes (CAPEX y OPEX) de la aplicación de **cada técnica** en situaciones de nuevas construcciones y modernización de construcciones ya existentes.
9. Analizar las puntuaciones -2 y -1 para ver si se trata de una posible MTD opcional, o para decidir que es un criterio aplastante. Por ejemplo una técnica con -2 en bienestar animal no puede ser nunca la MTD
10. Determinar (opcional) la MTD y decidir si es la MTD para situaciones nuevas y/o de modernización.

La Tabla 7.22 de la página siguiente muestra la matriz de evaluación empleada para valorar las técnicas utilizadas por el GTT en el debate sobre MTD para los sistemas de estabulación.

POSIBLES ASPECTOS ECONÓMICOS Y EFECTOS SOBRE OTROS MEDIOS	Potencial de reducción de emisiones (%)	Operatividad	Aplicabilidad	Bienestar animal	Emisión N ₂ O, CH ₄	Emisión de olores	PM10	Cons. Energía	Cons. agua	Ruido	CAPEX (nueva)	CAPEX (modernización)	OPEX (nueva)	OPEX (modernización)
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	O
Alojamiento con movimiento restringido (2.3.1.2.1)														
STE/ jaulas y base inclinadas (4.6.2.1)	30 %													
STE/ jaulas, canal de estiércol + agua (4.6.2.2)	50 %													
STE/ jaulas, canalones de desagüe de estiércol (4.6.2.3)	60 %													
STE/ jaulas, colector de estiércol (4.6.2.4)	65 %													
STE/ jaulas, aletas de enfriamiento de la superficie (4.6.2.5)	70 %													
Suelos parcialmente enrejados (SPE) + jaulas (4.6.2.6)	30 %													
SPE/ jaulas y pala quitaestiércol (4.6.2.7)	35 %													
Definiciones de puntuación														
Rangos de puntuación: -2 ; -1; 0 ; 1 ; 2														
una puntuación de 0 significa igual a la referencia														
una puntuación de 2 en potencial de reducción de emisiones indica el potencial de reducción máximo														
una puntuación de 2 en operatividad indica la máxima facilidad de operación														
una puntuación de 0 en operatividad indica que la técnica se utiliza con tanta frecuencia como la referencia														
una puntuación de 2 en bienestar animal indica el estándar máximo en bienestar														
una puntuación de 2 en efectos sobre otros medios indica ausencia de efectos														
una puntuación de 2 en todas las columnas de CAPEX/OPEX indica que los costes son menores														

Tabla 7.22: Matriz de evaluación

En una reunión intermedia con el GTT, se evaluaron los siguientes grupos de técnicas, utilizando la matriz que muestra la Tabla 7.22:

- Explotación de gallinas ponedoras en jaulas
- Explotación de gallinas ponedoras sin jaulas
- Explotación de pollos de carne
- Técnicas de explotación para cerdas en apareamiento y en gestación
- Técnicas de explotación para cerdas parturientas
- Técnicas de explotación para cochinitos de destete
- Técnicas de explotación para cerdos de engorde / acabado
- Técnicas de final de proceso (end-of-pipe), emisiones a la atmósfera de explotaciones avícolas y porcinas.

En esta reunión, se concluyó que la matriz de evaluación podría representar una herramienta muy útil en la discusión sobre MTD. Sin embargo, la reunión concluyó asimismo que una matriz de evaluación rellena no debe ser utilizada como instrumento aislado, y que debe siempre considerarse en el contexto de la reunión que haya realizado la evaluación. La razón siendo que el argumento para una determinada cualificación no puede encontrarse en la matriz, y el razonamiento exacto existente tras la cualificación es un factor muy importante en la decisión de MTD, particularmente con relación a la transparencia del proceso de evaluación.

Otros grupos de técnicas, como el esparcimiento y almacenamiento, también fueron evaluados – por supuesto – por el GTT, aunque sin utilizar esta herramienta por falta de tiempo.

Evaluación del potencial de reducción de emisiones

El enfoque de la evaluación y la selección de una MTD se realizó sobre la base del potencial de reducción de las emisiones de amoníaco, con relación a la emisión de amoníaco asociada con la técnica de referencia.

El potencial de reducción de emisiones de amoníaco de las técnicas presentadas en el Capítulo 4, están expresadas como rango absoluto de emisión y como reducciones relativas (% respecto a una técnica de referencia). En el trabajo con animales y con una gran variación en la formulación del pienso, las emisiones absolutas de amoníaco del estiércol, o de las naves, etc. cubren una amplia gama, dificultando la interpretación de los niveles absolutos. En consecuencia, se prefiere el uso de niveles de reducción de amoníaco, indicados en porcentajes, especialmente para las explotaciones de animales, el almacenamiento de estiércol y la aplicación de estiércol al suelo.

Evaluación de aplicabilidad técnica, operatividad y bienestar animal

La aplicabilidad de una técnica define si se utiliza y la frecuencia con la que se hace, con relación a la técnica de referencia. La operatividad de una técnica se verá afectada por factores como la complejidad de la construcción y la creación de mano de obra adicional. También se valoran los efectos sobre el bienestar animal, nuevamente con respecto a la técnica de referencia. En la medida de lo posible, estos factores han sido descritos en el Capítulo 4.

Evaluación de efectos sobre otros medios

Los efectos sobre otros medios evaluados en las técnicas de estabulación, incluyen factores como las emisiones de N₂O y CH₄, emisiones de olores, polvo, consumo de energía, consumo de agua y ruido.

Evaluación de costes

Los costes de las técnicas no se han reportado en todos los casos y, cuando se han indicado los costes, muchas veces no se han explicado los factores en los que se basaban estos cálculos. El número de aplicaciones y el número de Estados Miembros en los que se reportan aplicaciones, tienen pues una mayor relevancia en la evaluación.

El coste de las técnicas de estabulación mencionadas en el Capítulo 4 se indica como costes suplementarios con respecto a la técnica de referencia. Estos datos se utilizan en la evaluación y, cuando estas cifras no se hallaban disponibles, los expertos del GTT realizaron una estimación. La indicación de los costes con relación al sistema de estabulación de referencia presenta problemas de valoración en situaciones de modernización. Esto es debido a que la modernización no se aplica únicamente al sistema de referencia, sino también a otros sistemas de explotación existentes. El coste de la modernización depende mucho del sistema de explotación existente, y comparar los costes adicionales solamente con el sistema de referencia no es realista en todas las situaciones.

Algunas técnicas pueden no tener costes adicionales en relación con la técnica de referencia aplicada actualmente. Naturalmente, no debería haber ningún argumento económico para no aplicar estas técnicas, aunque puedan existir otras causas por las que dichas técnicas no sean MTD. Cuando las técnicas tienen costes adicionales, se ha determinado un nivel de costes por encima del cual no su aplicación por parte del sector no sería razonable.

Es muy difícil determinar un estándar de este tipo a escala europea, frente al cual puedan compararse los costes reales de una técnica. A menudo existen otros razonamientos detrás de las tomas de decisiones a nivel de la explotación. Y, los incentivos (económicos) locales, regionales o nacionales pueden impulsar a los granjeros a cambiar sus prácticas. Los datos de costes para aplicar una técnica de reducción (tal como se indica en el Capítulo 4) son a menudo para una situación determinada. Sin embargo, para casi todas las técnicas evaluadas, en la reunión se pudo acordar una estimación de los costes y determinar el nivel de costes por encima del cual no se consideraba razonable su aplicación por el sector.

