





EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN GANADERÍA

SECTORES DE PORCINO Y AVICULTURA DE CARNE Y PUESTA

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN GANADERÍA

SECTORES DE PORCINO Y AVICULTURA DE CARNE Y PUESTA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Madrid, 2014

Aviso legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha en su caso, de la última actualización.

Coordinación:
Subdirección General de Medios de Producción Ganaderos.
Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:
© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:
Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Apoyo técnico, diseño y maquetación:
Tragsatec (Grupo Tragsa)

Impresión y encuadernación:
Taller del Centro de Publicaciones del MAGRAMA

Tienda virtual:
www.magrama.es
centropublicaciones@magrama.es

NIPO: 280-14-204-7 (papel)
Depósito legal: M-32739-2014
NIPO: 280-14-221-4 (en línea)
NIPO: 280-14-203-1 (memoria USB)
Depósito legal: M-32740-2014

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es/

Datos técnicos: formato: 21x29'7 cm. Caja de texto: 17,7x24,5 cm. Composición: una columna. Tipografía: Lato a cuerpos 11 y 18 pt. Encuadernación: fresado. Papel: interior en papel Igloo Silk de 115 gr. Cubierta en cartulina couché mate de 250 gr. Tintas: 4/4.

CARTA DE PRESENTACIÓN MAGRAMA

Desde que en 2003 se aprobara la primera versión del Documento de Referencia de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD´s) en la Cría Intensiva de Ganado Porcino y Aviar (BREF), y la posterior publicación de la Directiva 2010/75/EU del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre Emisiones Industriales (prevención y control integrado de la contaminación), la Oficina Europea para la Prevención y Control Integrado de la Contaminación (EIPPCB), los Estados Miembros y los expertos en materia medioambiental, han estado trabajando en la redacción y consolidación de una nueva versión del BREF que se adoptará, previsiblemente, durante 2015.

Esta nueva versión del BREF incluirá una actualización de las Mejores Técnicas Disponibles, para la Prevención y Control de la Contaminación generada por la actividad ganadera de producciones intensivas, en particular la de las explotaciones de porcino, aves de puesta y pollos de engorde.

Estas técnicas deben ser eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección del medio ambiente en su conjunto y que permitan su aplicación en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración dos aspectos fundamentales para su implantación: los costes y los beneficios.

La elección de las técnicas a instaurar en las explotaciones dependerá del tipo de instalación en la que se pretenda instalar y de las condiciones ambientales del entorno. Algunas técnicas presentan una gran variabilidad en su eficacia dependiendo de estos mismos factores. Por otra parte, existen técnicas que se ofrecen comercialmente como eficaces, sin que haya sido comprobado fehacientemente el cumplimiento de los criterios descritos. De ahí la necesidad de verificar el comportamiento (ambiental y económico) de determinadas técnicas en las condiciones ambientales de la producción intensiva de porcino y aves en España. Para contrastar su eficacia, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), a través de la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios, ha estado evaluando en los últimos años, aquellas técnicas que pudieran presentar un mayor interés en cuanto a su implantación en las condiciones productivas españolas.

Estas técnicas se han evaluado siguiendo los más estrictos criterios científicos, valorándose tanto su repercusión sobre el medio ambiente, como sobre otras áreas de la producción, el bienestar o la sanidad ganadera, incluyendo los costes económicos de su implantación.

Los resultados obtenidos se presentan en forma de fichas simplificadas que, junto a la información que se presenta en otros documentos Europeos (BREF, 2003) o Internacionales (Opciones para la mitigación del amoniaco del Task Force de UNECE sobre Nitrógeno Reactivo, TFRN, 2014), ayudarán al ganadero español a tomar las decisiones más adecuadas para disminuir el impacto ambiental de su actividad.

Este Ministerio quiere dar a conocer a toda la sociedad española como se articulan el compromiso y los estrechos lazos que siempre han ligado a la actividad ganadera con el medio ambiente, siendo incomprensible e imposible el desarrollo de la primera sin respetar el segundo. Y como es perfectamente posible y técnicamente viable la simbiosis entre estos dos mundos, que no son antagónicos sino complementarios, y que llevan conviviendo en perfecta armonía desde que el ser humano se decantó por el sedentarismo y comenzó a utilizar las deyecciones de sus animales domésticos para calentarse, construir sus casas y abonar sus cultivos.



Fernando Miranda Sotillos
Director General de Producciones y Mercados Agrarios.
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

ÍNDICE

Antecedentes 1

Objetivo 2

Procedimiento de evaluación de las técnicas 2

Estructura del documento 3

Fichas ensayos de evaluación de las técnicas 7

1. Mejoras en los alojamientos 9

2. Mejoras en el manejo de los alojamientos 33

3. Técnicas nutricionales 41

4. Uso de aditivos para el purín 51

5. Mejoras en el almacenamiento de deyecciones 55

6. Mejoras en la aplicación de estiércoles y purines al campo 63

7. Técnicas de ahorro de agua 75

8. Técnicas de ahorro de energía 79

ANEXO 1: Metodología cálculo de costes 83

ANEXO 2: Bibliografía relacionada 85

ANTECEDENTES



La Directiva de Emisiones Industriales (DEI) 2010/75/UE de 24 de noviembre de 2010, que sustituyó a la Directiva sobre Control Integrado de la Contaminación (IPPC) incluye, dentro del ámbito de su aplicación, a los sectores ganaderos de producción intensiva de porcino, aves de puesta y aves de carne. Además, el impacto ambiental de la actividad ganadera está afectado por otros acuerdos y compromisos internacionales como son el Protocolo de Kioto (sobre Emisiones de Gases de Efecto Invernadero) y el Protocolo de Gotemburgo (sobre Emisiones a la Atmósfera de Carácter Transfronterizo).

La aplicación de la Directiva DEI se traduce en consecuencias prácticas de gran trascendencia para las instalaciones ganaderas afectadas, por cuanto se modifica sustancialmente el sistema de concesión de licencias preceptivas para su funcionamiento, aglutinándolas en una figura administrativa única: la Autorización Ambiental Integrada (AAI).

El nuevo sistema de autorización tiene como objetivo principal garantizar que los titulares de las instalaciones adopten medidas para la prevención o control de la contaminación, en especial mediante la aplicación de las consideradas Mejores Técnicas Disponibles (MTD) recogidas en Documento de Referencia Europeo aprobado para cada sector por la Comisión Europea. El Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para los sectores de cría intensiva de cerdos y aves (BREF, 2003) fue aprobado en 2003 por la Comisión Europea y es sometido a un proceso de revisión periódico (http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/). Por otra parte, es necesario tener en cuenta otros documentos que identifican las medidas de control de emisiones de amoniaco transfronterizo como es el caso del Task Force de UNECE sobre Nitrógeno Reactivo (TFRN, 2014).

La Directiva de Emisiones Industriales define como **Mejor Técnica disponible (MTD)** a:

"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 la base de los valores límite de emisión y otras condiciones del permiso destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente".

A estos efectos, se entenderá por:

- **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 esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.*
- **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".*

En la Figura 1 se muestra el proceso de selección de las mejores técnicas disponibles:

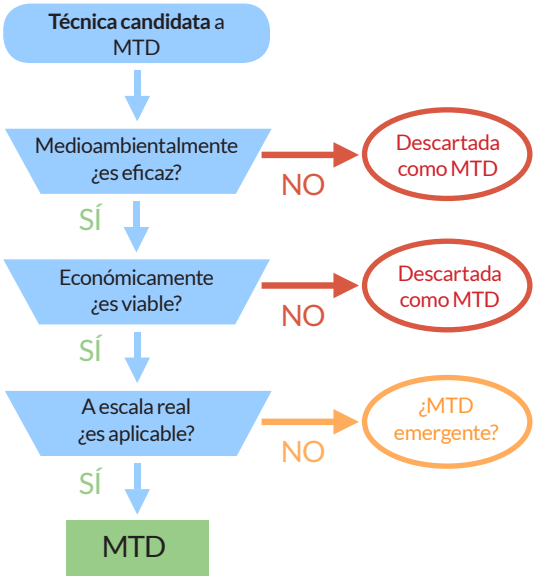


Figura 1. Selección de mejores técnicas disponibles

Ante la amplitud de la información recogida en el Documento de Referencia (BREF, 2003) y habida cuenta que las condiciones agroclimáticas pudieran tener una influencia relevante en el resultado de la aplicación de las técnicas, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) consideró la conveniencia de poner en marcha un proyecto de desarrollo tecnológico con el fin de evaluar las técnicas que se consideraban más adecuadas para ser aplicadas en España en granjas comerciales representativas de cada sector, teniendo en cuenta las peculiaridades del sector ganadero español y las condiciones ambientales específicas de nuestro país.

Los trabajos desarrollados por el MAGRAMA comenzaron a ejecutarse en el año 2003 y siguen realizándose en la actualidad. Estos trabajos han contribuido en las aportaciones que España ha realizado en los procesos de revisión de los Documentos de Referencia BREF, 2003 y TFRN, 2014.

OBJETIVO

El objetivo fundamental de este documento es proporcionar información precisa y fácil de comprender sobre la eficacia medioambiental y los costes asociados a una selección de técnicas para la reducción de emisiones contaminantes originadas con la actividad ganadera intensiva, que el MAGRAMA ha evaluado durante los últimos años. Muchas de las técnicas evaluadas fueron consideradas como MTD en el Documento de Referencia (BREF, 2003).

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS

Las técnicas que se describen en este documento fueron seleccionadas por el MAGRAMA para su evaluación por ser consideradas como las más adecuadas para ser aplicadas en granjas españolas (técnicas de bajo coste y fácil implementación, como el enrejillado parcial o la dieta baja en proteína) o por mostrarse especialmente interesantes desde el punto de vista tecnológico (como, por ejemplo, el lavador de gases).

Cada una de las técnicas se evaluó individualmente mediante comparación con la considerada "técnica de referencia", entendiendo como tal la más representativa de las utilizadas en el momento actual en Europa.

Los parámetros evaluados para cada técnica fueron:

- Su comportamiento ambiental; considerando su potencial de reducción de emisiones de los principales gases contaminantes de origen ganadero (amoniaco, metano, óxido nitroso y dióxido de carbono).
- Su aplicabilidad; considerando su facilidad o dificultad de implantación y uso en condiciones habituales en la granja.
- Sus efectos cruzados; considerando posibles efectos sobre la salud y bienestar de los animales.
- Sus costes asociados; considerando tanto los costes de implantación como los de funcionamiento.

A fin de garantizar que los resultados obtenidos reflejaran la situación española, los ensayos se realizaron en explotaciones ganaderas comerciales, representativas del sector y de la fase productiva a la que iba destinada la técnica. Tan sólo en uno de los ensayos (ensayos nutricionales) se recurrió a cámaras ambientales, para poder realizar más tratamientos experimentales en una sola prueba.

La implantación y manejo de las técnicas en las granjas se hizo siguiendo las recomendaciones recogidas en el Documento de Referencia (BREF, 2003). La concentración de gases (amoniaco, metano, óxido nitroso y dióxido de carbono) se midió mediante un sistema de determinación de gases infrarrojo fotoacústico, que es uno de los más precisos que se puede usar fuera de un laboratorio. Además, se midió el flujo de extracción de aire y la temperatura de cada sala experimental, incorporando esa información al cálculo de emisiones y a los análisis estadísticos posteriores. Los equipos de medición empleados fueron calibrados con la frecuencia recomendada por el fabricante.

En los ensayos realizados en campo para la evaluación de las técnicas relativas al almacenamiento y la aplicación de purines y estiércoles, se instalaron torres meteorológicas para disponer de información sobre los condicionantes ambientales concretos bajo las que se realizó el ensayo.

Tanto la ejecución de los ensayos como los informes posteriores se realizaron siguiendo el método científico. Los ensayos se planificaron con un estudio previo de los antecedentes a través de profundas revisiones bibliográficas. Todos los estudios se han sometido a análisis estadístico de los resultados y se compararon con los presentados por otros organismos internacionales (BREF, 2003 y TFRN, 2014), analizándose los motivos de las posibles discrepancias en caso de que las hubiera.

La metodología de cálculo de costes se llevó a cabo siguiendo las pautas empleadas en el Documento de Referencia Europeo de las Mejores Técnicas Disponibles para el sector ganadero (BREF, 2003).

Debe tenerse en cuenta que cuando se aplican varias técnicas en una misma explotación, la eficacia individual de cada una puede variar en función de las características y secuencia en que se hayan aplicado otras técnicas en las fases anteriores del proceso productivo. Este hecho deberá tenerse presente a la hora de calcular la emisión final de una instalación ganadera. Para facilitar este cálculo, el MAGRAMA ha desarrollado una aplicación informática, ECOGAN, disponible en la página web de este Ministerio.(http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/requisitos-y-condicionantes-de-la-produccion-ganadera/ganaderia-y-medio-ambiente/ecogan-calculo-de-emisiones-y-consumos/) que permite de forma sencilla, evaluar la eficacia medioambiental y costes asociados cuando se aplican un conjunto de técnicas en una misma explotación.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Las técnicas evaluadas e incluidas en este documento se presentan agrupadas en función de la fase del proceso productivo en el que se aplican, distribuidas en las siguientes categorías:

1 **MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS**: porcino (gestación, lactación, transición y cebo), gallinas ponedoras y pollos de carne.

Dentro de este apartado se han evaluado aquellas técnicas que, por su concepción y diseño, podrían ser más fácilmente aplicables en las condiciones específicas de las explotaciones ganaderas españolas. También se ha evaluado alguna técnica emergente desarrollada por entidades científicas nacionales o de especial interés, como eran las asociadas a cambios normativos en materia de bienestar animal.

Las técnicas evaluadas incluidas en este apartado fueron las siguientes:

- PORCINO:
  - Fase de gestación
    - Suelo parcialmente enrejillado y foso reducido
    - Cama de paja
    - Lavador de aire y ventilación centralizada
  - Fase de lactación
    - Foso en rampa
  - Fase de transición
    - Suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente
  - Fase de cebo
    - Suelo parcialmente enrejillado y foso reducido
    - Suelo totalmente enrejillado con foso en V
- AVICULTURA DE PUESTA:
  - Retirada frecuente de la gallinaza
  - Secado de la gallinaza
  - Jaulas enriquecidas
- AVICULTURA DE CARNE:
  - Bebederos con pérdidas mínimas de agua

2 **MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS:** constituyen las mejoras en el manejo de los purines o estiércoles en los alojamientos, para las diferentes categorías animales de ganado porcino.

Las técnicas evaluadas incluidas en este apartado fueron las siguientes:

- **PORCINO:**
  - Fase de gestación: vaciado frecuente de los fosos
  - Fase de transición: vaciado frecuente de los fosos
  - Fase de cebo: vaciado frecuente de los fosos

3 **TÉCNICAS NUTRICIONALES:** la eficacia de ciertas técnicas nutricionales, como la alimentación por fases, es algo bien conocido y documentado. Por esta razón, se prefirió evaluar otras técnicas que podrían ser interesantes por las peculiaridades productivas nacionales (por ejemplo, la utilización de pulpa de remolacha) o aquellas cuya aplicación genera dudas en cuanto a su eficacia (por ejemplo, la utilización de ciertos aditivos en el pienso). En este último sentido, destacar que la aplicación de aditivos en el pienso de los animales debe estar específicamente autorizada para este fin, según establece la normativa en materia de alimentación animal.

Las técnicas evaluadas incluidas en este apartado fueron las siguientes:

- **PORCINO:**
  - Fase de transición
    - Dieta baja en proteína
    - Uso de piensos con materias primas ricas en polisacáridos no amiláceos.
    - Uso de acidificantes para el pienso
  - Fase de cebo
    - Dieta baja en proteína

4 **USO DE ADITIVOS PARA EL PURÍN:** puesto que en el mercado existen diversos tipos de aditivos para el purín, se consideró oportuno evaluar algunos de los más representativos.

Los aditivos evaluados fueron los siguientes:

- Las zeolitas
- El alginato sódico
- Una variedad de microorganismos, que podían aplicarse a través de la alimentación o directamente sobre el foso de purines.

5 **MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES DE PURINES LÍQUIDOS:** se evaluó alguno de los sistemas propuestos, en comparación con una balsa sin ningún tipo de cubierta:

- Paja picada
- Lona flotante
- Costra natural

6 **MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO:** se evaluaron los principales sistemas de aplicación de purines, en comparación con el sistema tradicional de aplicación con plato difusor. En concreto:

- Sistema de bandas con mangueras
- Sistema de aplicación con discos
- Sistema de inyección
- Enterrado posterior a la aplicación del purín
- Enterrado posterior a la aplicación del estiércol sólido

---

7 **TÉCNICAS DE AHORRO DE AGUA :** se evaluaron diferentes sistemas de bebederos debido a que la disminución del consumo de agua tiene no sólo importancia desde el punto de vista del ahorro de recursos naturales, sino que además conlleva una reducción del volumen de purín producido y de los costes ambientales y económicos de su gestión posterior.

La técnica evaluada incluida en este apartado fue:

- **PORCINO:**
  - Fase de lactación y cebo: utilización de distintos tipos de bebederos

---

8 **TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA:** en las explotaciones ganaderas de porcino, la energía supone un importante "input" para la producción, especialmente en las fases de lactación y transición.

Las técnicas evaluadas incluidas en este apartado fueron las siguientes:

- **PORCINO:**
  - Fases de lactación y transición: instalación de nidales

Los datos obtenidos para cada una de las técnicas se presentan en forma de fichas resumidas de fácil comprensión e incluyen:

- **Descripción de la técnica evaluada**; en el que se identifica, de una forma resumida, la técnica empleada y su objetivo. En el caso de que se haya realizado de una forma concreta, que condicione o module los resultados obtenidos, se hace constar esta circunstancia.
- **Fundamentos teóricos**; en este apartado se realiza una descripción teórica del mecanismo de actuación que justifica su utilización.
- **Aplicabilidad**; donde se identifican todos aquellos aspectos que pueden condicionar su implantación y uso en las explotaciones comerciales. Se hace especial mención a las diferencias de índole técnico o económico que puede suponer la implantación de una misma técnica según se trate de instalaciones nuevas o bien se trate de instalaciones ya existentes.
- **Efectos ambientales**; se enumeran efectos ambientales que se pueden esperar como consecuencia de la aplicación de la técnica. En la mayoría de las ocasiones se indican los efectos sobre la producción de gases contaminantes.

- **Limitaciones de uso**; en este apartado se señalan posibles limitaciones al uso de una técnica ya sea por naturaleza legal, zootécnica o de manejo.
- **Resultados obtenidos**; se resumen los resultados ambientales obtenidos en los ensayos realizados por el MAGRAMA. Habrá que tener en cuenta que los resultados son reflejo de las condiciones en las que se han llevado a cabo, por lo que pueden existir diferencias con los que se encuentran en la bibliografía, o con los obtenidos en diferentes situaciones agroclimáticas o experimentales.
- **Efectos asociados**; se reflejan aquellos efectos asociados (o "efectos secundarios") debidos a la aplicación de una técnica. Pueden afectar, por ejemplo, a otros aspectos ambientales, al rendimiento productivo de los animales o a la seguridad en las instalaciones.
- **Costes de implantación de la técnica**; se recogen los costes asociados, diferenciando entre implantación en instalaciones existentes o en granjas de nueva construcción. Para el cálculo de los costes se ha empleado la metodología internacionalmente aceptada que se detalla en el Anexo I. Como en el caso de la eficacia medioambiental, estos costes deben considerarse como orientativos ya que se han calculando en base a las condiciones del ensayo realizado.

Para facilitar una rápida identificación de los resultados obtenidos con cada técnica, en el encabezado de cada ficha se incluye un código de iconos que recoge información importante sobre la técnica en cuestión.

	TÉCNICA PARA PORCINO		DUDOSA EFICACIA MEDIOAMBIENTAL
	TÉCNICA PARA GALLINAS PONEDORAS		TÉCNICAS SIN COSTE
	TÉCNICA PARA POLLOS DE ENGORDE		COSTE BAJO
	TÉCNICA DE MANEJO DE PURINES/ESTIÉRCOL		COSTE MEDIO
	TÉCNICAS EVALUADAS POR EL MAGRAMA		COSTE ELEVADO
	TÉCNICAS CON BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL		

En el Anexo II se recoge la **bibliografía relacionada** con cada una de las técnicas analizadas, de forma que el usuario pueda profundizar en el conocimiento de cada una de las técnicas para disponer de más detalles sobre todos y cada uno de los apartados citados.

FICHAS ENSAYOS DE EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS
    - PORCINO
        - 1.1. Fase de gestación: suelo parcialmente enrejillado y foso reducido
        - 1.2. Fase de gestación: cama de paja
        - 1.3. Fase de gestación: lavador de aire y ventilación centralizada
        - 1.4. Fase de lactación: foso en rampa
        - 1.5. Fase de transición: suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente
        - 1.6. Fase de cebo: suelo parcialmente enrejillado y foso reducido
        - 1.7. Fase de cebo: suelo totalmente enrejillado con foso en V
    - AVICULTURA DE PUESTA
        - 1.8. Retirada frecuente de la gallinaza
        - 1.9. Secado de la gallinaza
        - 1.10. Jaulas enriquecidas
    - AVICULTURA DE CARNE
        - 1.11. Bebederos con pérdidas mínimas de agua
2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS
    - PORCINO
        - 2.1. Fase de gestación: vaciado frecuente de los fosos
        - 2.2. Fase de transición: vaciado frecuente de los fosos
        - 2.3. Fase de cebo: vaciado frecuente de los fosos
3. TECNICAS NUTRICIONALES
    - PORCINO
        - 3.1. Fase de transición: dieta baja en proteína
        - 3.2. Fase de transición: uso de piensos con materias primas ricas en polisacáridos no amiláceos
        - 3.3. Fase de transición: uso de acidificantes para el pienso
        - 3.4. Fase de cebo: dieta baja en proteína
4. USO DE ADITIVOS PARA EL PURÍN
    - 4.1. Uso de aditivos para el purín
5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES
    - 5.1. Paja picada
    - 5.2. Lona flotante
    - 5.3. Costra natural
6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO
    - 6.1. Sistema de bandas con mangueras
    - 6.2. Sistema de aplicación con discos
    - 6.3. Sistema de inyección
    - 6.4. Enterrado posterior a la aplicación del purín
    - 6.5. Enterrado posterior a la aplicación del estiércol
7. TECNICAS DE AHORRO DE AGUA
    - PORCINO
        - 7.1. Fases de lactación y cebo: uso de bebederos con menores pérdidas de agua
8. TECNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA
    - PORCINO
        - 8.1. Fases de lactación y transición: instalación de nidales



1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.1. FASE DE GESTACIÓN

Suelo parcialmente enrejillado y foso reducido

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Alojamientos sobre suelo parcialmente enrejillado, reduciendo de forma paralela el tamaño de foso (Figuras 1 y 2).

Figura 1. Suelo parcialmente enrejillado para cerdas gestantes en grupo

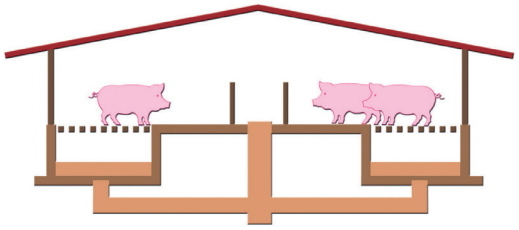
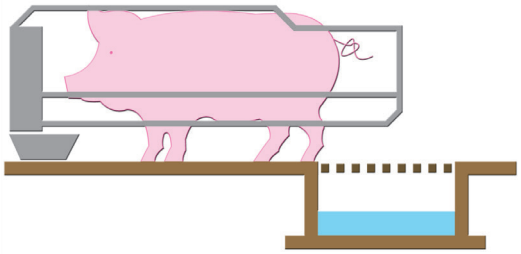


Figura 2. Reducción del tamaño de foso en alojamientos individuales de cerdas gestantes.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Disminución de la superficie de exposición del purín mediante una reducción de tamaño del foso y la superficie de suelo enrejillado. Las emisiones de amoniaco serán menores cuanto menor sea la superficie de suelo enrejillado y de foso, al reducir la superficie de intercambio y de emisión. Sin embargo, es muy importante encontrar un punto de equilibrio entre el porcentaje de suelo continuo y enrejillado, ya que una reducción excesiva del área de suelo enrejillado puede originar una concentración de deyecciones en la zona sin rejilla, pudiendo aumentar las emisiones.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes que deban reformarse. Una vez implantada, su régimen de funcionamiento es similar al del sistema de referencia (enrejillado total sobre foso profundo).

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

La disminución de la superficie de evaporación disminuye las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Los costes de aplicación en instalaciones ya construidas pueden variar notablemente según las características de los alojamientos. La reforma necesaria en instalaciones existentes complica el manejo de los animales durante las obras.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de las emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	49↓	28↓	68↓
Significación estadística[1]	S***	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de suelo parcialmente enrejillado (50% enrejillado, 50% suelo continuo) con foso reducido frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo. Los resultados son similares a los presentados en el Documento de Referencia (BREF, 2003).

EFECTOS ASOCIADOS

Puede haber una ligera disminución del consumo de agua de limpieza.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	plaza	5,27
Reparaciones	plaza	0,41
Total	plaza	5,68

Instalaciones nuevas

El coste de implantar un foso reducido en alojamientos de nueva construcción para cerdas gestantes es aproximadamente el mismo que el del sistema de referencia.

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	5,68-6,83	0,0021-0,0030
Instalaciones nuevas	0	0

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.2. FASE DE GESTACIÓN — Cama de paja

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Alojamientos para cerdas gestantes con cama de paja (Imagen 1), creando dos áreas diferenciadas, una limpia y otra sucia, retirando de forma frecuente (mínimo semanalmente) el estiércol formado e incorporando paja limpia.



Imagen 1. Cerdas gestantes en cama de paja.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De acuerdo con diversos estudios, el uso de cama de paja podría disminuir las emisiones de amoniaco debido a la capacidad de adsorción de la paja. Este efecto sólo se consigue manteniendo la cama de paja en óptimas condiciones, ya que en caso contrario las emisiones de amoniaco podrían verse incrementadas por el aumento de temperatura de las capas inferiores de la cama.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes que deban ser reformadas. Una vez implantada, su régimen de funcionamiento requiere un incremento notable de mano de obra.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

El uso de cama de paja bien manejada puede disminuir las emisiones de amoniaco y metano. Sin embargo, puede incrementar las emisiones de óxido nitroso.

LIMITACIONES

El uso de cama de paja lleva asociados unos costes de funcionamiento elevados debidos al precio de la paja (que además está sometido a importantes variaciones en función de las circunstancias de cada campaña agrícola) y al incremento de las necesidades de mano de obra para su manejo.

La utilización por las cerdas de las dos áreas funcionales (zona limpia y zona sucia) puede alterarse si el diseño del alojamiento no es el adecuado o si la temperatura interior es elevada. Esto puede suponer un problema importante en zonas cálidas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: Porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	14↓	66↓	178↑
Significación estadística[1]	S***	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de utilización de suelo continuo con cama de paja frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo.

EFECTOS ASOCIADOS

El uso de cama de paja favorece las condiciones de bienestar animal.

La producción de estiércol sólido en lugar de purín se considera una ventaja desde el punto de vista agronómico, ya que contribuye a mejorar la estructura del suelo.

Las emisiones de óxido nitroso se incrementan notablemente (hasta un 178%) con el uso de esta técnica, respecto a la técnica de referencia (suelo totalmente enrejillado sobre foso de purín).

Si la paja no se retira con una frecuencia suficiente, la eficacia medioambiental disminuye, pudiendo incluso incrementarse las emisiones de amoniaco con respecto a la técnica de referencia. Además, empeora las condiciones de bienestar animal.

Dificulta las labores de limpieza y desinfección en algunos programas sanitarios y hace necesario un mayor control de parásitos internos.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Cálculo de costes instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización enrejillado	Plaza/año	4,83
Amortización estercolero	Plaza/año	10,96
Reparaciones enrejillado	Plaza/año	0,37
Reparaciones estercolero	Plaza/año	1,14
Paja	Plaza/año	5,16 a 12,90
Mano de obra (manual)	Plaza/año	52
Aplicación purín al campo	Plaza/año	-1,75
Total	Plaza/año	72,71 a 80,45

Cálculo de costes instalaciones nuevas

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización estercolero	Plaza/año	10,96
Reparaciones estercolero	Plaza/año	1,14
Paja	Plaza/año	5,16 a 12,90
Mano de obra (mecanizada)	Plaza/año	40,50
Fosos	Plaza/año	-8,40
Aplicación purín al campo	Plaza/año	-1,75
Total	Plaza/año	47,61 a 55,35

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	72,71-80,45	0,0273-0,0302
Instalaciones nuevas	47,61-55,35	0,0179-0,0208

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

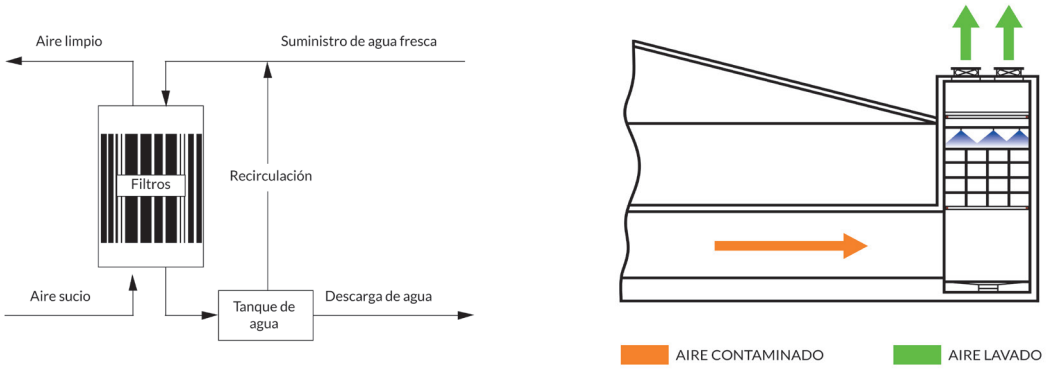
1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.3. FASE DE GESTACIÓN — Lavador de aire y ventilación centralizada

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La técnica se basa en hacer pasar todo el aire extraído de las naves, a través de unas torres de lavado con agua sin aditivos, y que permite la fijación de ciertos compuestos (amoniaco, por ejemplo), (Figura 1).

Figura 1. Esquema de lavador de aire y ventilación centralizada.



Fuente: Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los lavadores de aire tienen capacidad para retener los olores y el gas amoniaco. En relación al gas amoniaco, su solubilidad en agua es bastante elevada, de tal modo que el lavado con agua, permite una fijación considerable de este gas. En relación a la eficacia de retención de los olores, se debe a la solubilidad de ciertos compuestos olorosos al agua y al incremento en la tasa de sedimentación de las partículas de polvo.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones de nueva construcción con ventilación forzada.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

El uso del lavador de gases reduce las emisiones de amoniaco, de polvo y de olores.

LIMITACIONES

El consumo eléctrico ligado a la recirculación de agua y al funcionamiento de los extractores de aire puede limitar su uso.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS INTIA- MAGRAMA

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	74↓	0,9↓	74↑
Significación estadística[1]	S***	NS	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El sistema evaluado fue un lavador húmedo sin adición de productos químicos.

La aplicación de ésta técnica permitió una disminución media de las emisiones de amoniaco de un 74%[2], pero incrementó la emisión de óxido nitroso un 74% con respecto a la técnica de referencia.

[2] Datos de reducción de emisión para la fase productiva considerada, no extrapolables a la totalidad de la instalación.

EFECTOS ASOCIADOS

Las emisiones de óxido nitroso pueden verse incrementadas.

El incremento en el consumo de electricidad (+32,1 kw/cerda año), en el consumo de agua (+0,92 m3/cerda año) y del volumen de purín a gestionar, ya que el agua de lavado acaba formando parte del purín (+0,17 m3/cerda año) (Aguilar *et al*., 2010a).

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA (A PARTIR DE AGUILAR *ET AL*., 2010)

Instalaciones nuevas

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización obra civil	Plaza/año	10,72
Amortización equipamientos	Plaza/año	6,71
Reparaciones obra civil	Plaza/año	1,23
Reparaciones equipamientos	Plaza/año	4,94
Consumo energético	Plaza/año	5,70
Consumo de agua	Plaza/año	0,20
Aplicación de purín	Plaza/año	0,21
Total	Plaza/año	29,71

Coste para instalaciones nuevas

Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[3])
29,71	0,0108

[3]Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.4. FASE DE LACTACIÓN — Foso en rampa

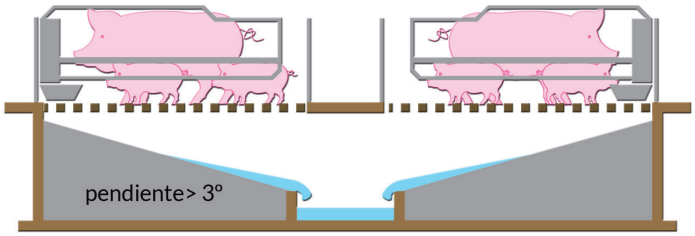
DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La técnica consiste en colocar una rampa prefabricada debajo del suelo enrejillado, adaptándola a las dimensiones del foso.

La pendiente de la rampa es de aproximadamente 3 grados y drena hacia un canal central (Figura 1).

Con los mismos principios, este sistema se puede realizar de obra. Se deben utilizar materiales que permitan un acabado muy liso y respetar la pendiente recomendada.

Figura 1. Rampa en el foso.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El amoniaco procede de la descomposición de la urea que contiene la orina. El proceso de descomposición de la urea se produce al ponerse en contacto la orina con las heces donde existen microorganismos que generan la enzima ureasa. La instalación de una rampa en el foso hace que las heces queden retenidas y la orina caiga, disminuyendo así el tiempo de contacto y, por lo tanto, la descomposición de la urea. Así, es posible reducir las emisiones de amoniaco.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes que deban reformarse. Una vez implantada, su régimen de funcionamiento es similar al del sistema de referencia.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

La reforma necesaria en instalaciones existentes complica el manejo de los animales durante las obras. Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes y en ocasiones las características de dichos fosos pueden limitar su aplicación.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	32↓	65↓	43↓
Significación estadística[1]	S***	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de suelo totalmente enrejillado con foso en rampa frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo. El resultado obtenido es inferior al presentado en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014). Esto pudo deberse a que la granja donde se realizó el ensayo disponía de un excelente manejo de las instalaciones y los niveles de emisiones del sistema de referencia eran inferiores a lo habitual.

EFECTOS ASOCIADOS

Se facilita la limpieza de los fosos, por lo que se reduce el consumo de agua y, por tanto, el volumen de purines.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	26,84
Reparaciones	Plaza/año	4,14
Total	Plaza/año	30,98

Instalaciones nuevas

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	15,18
Reparaciones	Plaza/año	2,34
Total	Plaza/año	17,52

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	30,98-37,18	0,0039-0,0046
Instalaciones nuevas	17,52-21,02	0,0022-0,0026

[2]Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo.

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.5. FASE DE TRANSICIÓN — Suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Se construye un foso de obra o bien se coloca un elemento prefabricado de manera que quede una pendiente superior al 12% lo que provoca la separación de la orina y las heces (Figuras 1 y 2).

La orina escurre de forma continua hacia el colector situado bajo el pasillo de la nave.

Las heces quedan adheridas a la rampa y se arrastran fácilmente con el agua de limpieza a presión al final de cada periodo de cría.

Figura 1. Foso en pendiente para alojamientos de cerdos en transición.

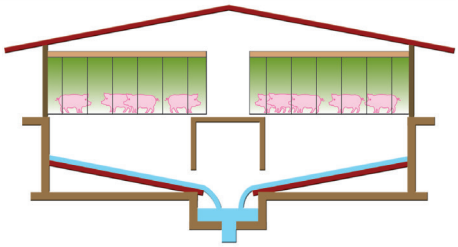
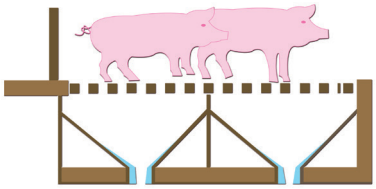


Figura 2. Foso en V para alojamientos de cerdos en fase de transición.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El amoniaco procede de la descomposición de la urea que contiene la orina. El proceso de descomposición de la urea se produce al ponerse en contacto la orina con las heces donde existen microorganismos que generan la enzima ureasa. La instalación de un foso en forma de V hace que las heces queden retenidas y la orina caiga, disminuyendo el tiempo de contacto y, por lo tanto, la descomposición de la urea. Así, es posible reducir las emisiones de amoniaco.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas. Requiere reformas estructurales en instalaciones existentes, lo que dificulta su aplicación. Para las reformas de instalaciones existentes, es la alternativa de elección cuando se quieren mantener en esta fase las ventajas sanitarias de los suelos totalmente enrejillados. Una vez implantada, su régimen de funcionamiento es similar al del sistema de referencia (suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo).

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes y en ocasiones las características de dichos fosos pueden limitar su aplicación.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	63↓	65↓	27↓
Significación estadística[1]	S***	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo.

Al reducirse el tamaño del foso, la frecuencia de vaciado se incrementó, siendo necesario evacuar el purín cada semana. Esto hizo que los resultados de reducción de emisiones fueran mejores de lo esperado.

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	2,31
Reparaciones	Plaza/año	0,36
Total	Plaza/año	2,67

Instalaciones nuevas

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	0 a 0,20
Reparaciones	Plaza/año	0 a 0,03
Total	Plaza/año	0 a 0,23

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	2,67	0,0046
Instalaciones nuevas	0-0,23	0-0,004

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

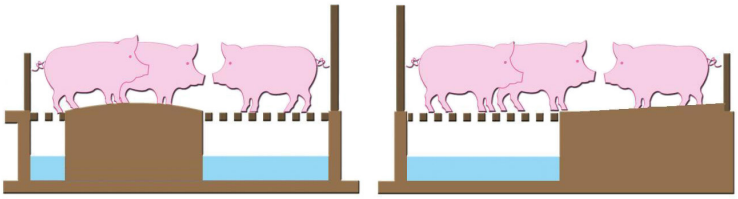
1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.6. FASE DE CEBO — Suelo parcialmente enrejillado y foso reducido

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Alojamientos sobre suelo parcialmente enrejillado, reduciendo de forma paralela el tamaño de foso (Figura 1). La parte de suelo continuo puede estar ligeramente inclinada, o bien tener forma convexa para que no se acumulen en ella las deyecciones.

Figura 1. Suelo parcialmente enrejillado para cerdos en fase de cebo.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Disminución de la superficie de exposición del purín mediante una reducción de tamaño del foso y la superficie de suelo enrejillado. Las emisiones de amoniaco serán menores cuanto menor sea la superficie de suelo enrejillado y de foso, al reducir la superficie de intercambio y de emisión. Sin embargo, es muy importante encontrar un punto de equilibrio entre el porcentaje de suelo continuo y enrejillado, ya que una reducción excesiva del área de suelo enrejillado puede originar una concentración de deyecciones en la zona sin rejilla y aumentar notablemente las emisiones.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas. En instalaciones existentes requiere reformas estructurales, lo que limita su aplicación. Una vez implantada, su régimen de funcionamiento es similar al del sistema de referencia (enrejillado total sobre foso profundo).

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

La disminución de la superficie de evaporación disminuye las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Los costes de aplicación en instalaciones ya construidas pueden variar notablemente según las características de los alojamientos. La reforma necesaria en instalaciones existentes complica el manejo de los animales durante las obras.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	35↓	30↓	ND
Significación estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de utilización de suelo parcialmente enrejillado (67% enrejillado, 33% suelo continuo) con foso reducido frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo.

Al reducirse el tamaño del foso, la frecuencia de vaciado se incrementó, siendo necesario evacuar el purín cada quince días. Esto hizo que los resultados de reducción de emisiones fueran mejores de lo esperado y de los presentados en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014).

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito efectos asociados.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	3,13
Reparaciones	Plaza/año	0,48
Total	Plaza/año	3,61

Instalaciones nuevas

El coste de implantar un foso reducido en alojamientos de nueva construcción para cerdas gestantes es aproximadamente el mismo que el del sistema de referencia.

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	3,61-4,33	0,0123-0,0147
Instalaciones nuevas	0	0

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo.

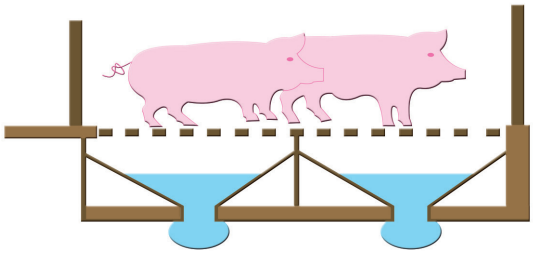
1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.7. FASE DE CEBO — Suelo totalmente enrejillado y foso en V

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Con las paredes del foso en forma de V se reduce la superficie de emisión. En la construcción de los fosos se deben utilizar materiales lisos e impermeables que faciliten las labores de limpieza (Figura 1).

Figura 1. Foso en V para cerdos en fase de cebo.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Disminución de la superficie de exposición del purín mediante el diseño de un foso en forma de V. Al disminuir la superficie de emisión, se reducen las emisiones contaminantes.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas. Requiere reformas estructurales en instalaciones existentes, lo que limita su aplicación. Es la mejor alternativa cuando se quiere continuar con suelo totalmente enrejillado. Una vez implantado, su régimen de funcionamiento es similar al del sistema de referencia.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de amoniaco y metano.

LIMITACIONES

Para su buen funcionamiento, el sistema no debe trabajar en continuo (colector abierto) ya que las heces, una vez separadas de la orina, se adhieren fuertemente a las paredes de foso y se dificultan las tareas de limpieza, aumentando los consumos de agua.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	35↓	52↓	ND
Significación estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de utilización de suelo totalmente enrejillado con foso en "V" frente a la técnica de referencia que consiste en el uso de suelo totalmente enrejillado sobre foso profundo.

El valor de reducción de amoniaco obtenido en estos ensayos fue inferior al presentado en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014). Esto pudo deberse a que la granja donde se realizó el ensayo disponía de un excelente manejo de las instalaciones y los niveles de emisiones del sistema de referencia eran inferiores a lo habitual.

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Instalaciones existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	5,59
Reparaciones	Plaza/año	0,86
Total	Plaza/año	6,45

Instalaciones nuevas

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	0 a 0,63
Reparaciones	Plaza/año	0 a 0,10
Total	Plaza/año	0 a 0,73

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes	6,45-7,74	0,0219-0,0263
Instalaciones nuevas	0-0,73	0-0,0025

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.8. AVICULTURA DE PUESTA — Retirada frecuente de la gallinaza

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Jaulas con sistema de extracción de gallinaza a un almacenamiento cerrado, como mínimo dos veces por semana, por medio de cintas transportadoras (Imagen 1).

Imagen 1. Retirada de deyecciones mediante cinta transportadora.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de la gallinaza al exterior de los alojamientos, menores serán las emisiones producidas en el interior de los de los mismos.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas y en instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de amoniaco y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	48↓	ND	29↓
Significación estadística[1]	S***	ND	S**

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la técnica de retirada frecuente de la gallinaza (dos veces por semana) frente al sistema de referencia, que consiste en retirar la gallinaza una vez por semana.

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	0,00
Reparaciones	Plaza/año	0,00
Energía	Plaza/año	0,013
Total	Plaza/año	0,013

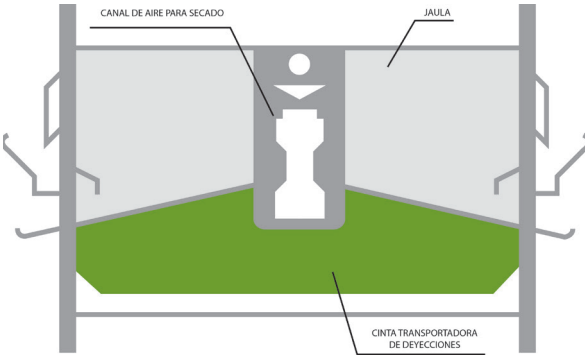
1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.9. AVICULTURA DE PUESTA — Secado de la gallinaza

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Jaulas en batería vertical con sistema de extracción de gallinaza, como mínimo una vez por semana, por medio de cintas transportadoras con secado por ventilación forzada (Figura 1).

Figura 1. Ejemplo de sistema con secado de gallinaza



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La reducción de las emisiones contaminantes en naves de gallinas ponedoras basa en el mantenimiento de la gallinaza con el menor contenido en humedad posible. Así se reducen las fermentaciones anaerobias y las emisiones gaseosas ligadas a ellas.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas y en instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de metano.

LIMITACIONES

Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	6↓	31↓	ND
Significación estadística[1]	NS	S*	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la técnica de secado de gallinaza frente a la técnica de referencia, que consiste en no secarla.

El porcentaje de reducción de amoniaco fue muy inferior al presentado en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014), cercanos en ambos casos al 35%. Probablemente esto se deba a que en el ensayo del MAGRAMA la técnica de secado no se combinó con el vaciado frecuente, mientras que sí se hizo en los otros dos documentos.

EFECTOS ASOCIADOS

El uso de esta técnica facilita la gestión posterior del estiércol.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	0,052
Reparaciones	Plaza/año	0,008
Energía	Plaza/año	0,122
Total	Plaza/año	0,182

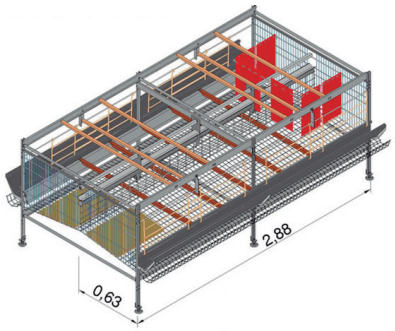
1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.10. AVICULTURA DE PUESTA — Jaulas enriquecidas

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Jaulas adaptadas a los requerimientos del Real Decreto 3/2002, de 11 de enero, donde se establecen las normas mínimas de protección de gallinas ponedoras (Figura 1).

Figura 1. Croquis de jaula adaptada a la normativa de bienestar animal



Fuente: proveedor de jaulas.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las jaulas enriquecidas no tienen por objeto la reducción de emisiones contaminantes. Sin embargo, la implantación de estos nuevos alojamientos podría afectar a las emisiones contaminantes. Por esta razón, se consideró preciso realizar ensayos para determinar su influencia real en las mismas.

APLICABILIDAD

Normativa de obligado cumplimiento.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

No se espera obtener beneficios medioambientales respecto a los alojamientos de gallinas ponedoras convencionales.

LIMITACIONES

Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	0	ND	ND
Significación estadística[1]	NS	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

La emisión media de amoniaco durante el ensayo fue de 0,0504 kg/plaza y año con gran variabilidad en los valores obtenidos, debido probablemente a las fluctuaciones diarias en la ventilación y en las bajadas de concentración producidas en las horas posteriores a la retirada de la gallinaza.

A la vista de este resultado, se puede concluir que las emisiones con jaulas enriquecidas son similares a las emisiones con jaulas convencionales.

EFECTOS ASOCIADOS

Mejora del bienestar animal.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	1,35
Reparaciones	Plaza/año	0,66
Total	Plaza/año	2,01

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.11. AVICULTURA DE CARNE — Bebederos con pérdidas mínimas de agua

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Sustitución de los tradicionales bebederos de campana, con frecuentes pérdidas de agua, por bebederos con cazoleta (Imagen 1).

Imagen 1. Bebederos con pérdidas mínimas de agua.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La reducción de las emisiones contaminantes en naves de pollos se basa en el mantenimiento de la cama con el menor contenido en humedad posible. Así se reducen las fermentaciones anaerobias y las emisiones gaseosas ligadas a ellas.

APLICABILIDAD

Aplicable en instalaciones nuevas y en instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Los costes en instalaciones existentes pueden variar notablemente según las características de los alojamientos pre-existentes.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	4↓	57↓	76↓
Significación estadística[1]	NS	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la técnica de utilización de bebederos de cazoleta frente a la técnica de referencia, que consiste en el uso de bebederos de campana.

El porcentaje de reducción de amoniaco fue muy inferior al presentado en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014) cercanos en ambos casos al 20%. Probablemente esto se deba a que el ensayo del MAGRAMA se realizó en una instalación con ventilación forzada (mejores condiciones de cama en el sistema de referencia) y en los ensayos presentados en los otros documentos su usaron granjas con ventilación natural.

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización	Plaza/año	0,17
Reparaciones	Plaza/año	0,08
Total	Plaza/año	0,25



2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS

2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS

2.1. FASE DE GESTACIÓN

Vaciado frecuente de los fosos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Se incrementa la frecuencia de vaciado desde los fosos interiores en las instalaciones en la fase de gestación, a través de los colectores hacia el sistema de almacenamiento exterior (Imagen 1). La frecuencia de vaciado recomendada es de una vez por semana.

Imagen 1. Vaciado de purín hacia el sistema de almacenamiento exterior.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de purín de los fosos de almacenamiento interior a la balsa exterior durante la fase de gestación, menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos.

APLICABILIDAD

Fácilmente aplicable tanto en instalaciones nuevas como en existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

El vaciado frecuente de los fosos reduce las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Para poder vaciar frecuentemente los fosos interiores es necesario disponer de suficiente capacidad de almacenamiento exterior. Los fosos interiores no deben formar parte del sistema de almacenamiento de purines.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	ND	19↓	83↓
Significancián estadística[1]	ND	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de vaciado frecuente de fosos (una vez por semana) frente a la técnica de referencia que consiste en el vaciado de los fosos al final de la fase o cuando están llenos.

En el ensayo realizado, para vaciar los fosos semanalmente era necesario introducir una bomba de extracción. Esto provocó picos en la emisión de amoniaco que no permitió su adecuada evaluación. En los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014) se han presentado valores de reducción de amoniaco de un 25% para esta misma técnica.

El valor de reducción de óxido nitroso fue mayor del esperado, pudiéndose ver afectadas por las condiciones del ensayo mencionadas anteriormente.

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Esta técnica no supone ningún coste extra.

2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS

2.2. FASE DE TRANSICIÓN — Vaciado frecuente de los fosos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Se incrementa la frecuencia de vaciado desde los fosos interiores de las instalaciones en la fase de transición, a través de los colectores hacia el sistema de almacenamiento exterior (Imagen 1). La frecuencia de vaciado recomendada es de una vez por semana.

Imagen 1. Vaciado de purín hacia el sistema de almacenamiento exterior.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de purín de los fosos de almacenamiento interior a la balsa exterior durante la fase de transición, menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos.

APLICABILIDAD

Fácilmente aplicable tanto en instalaciones nuevas como en existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

El vaciado frecuente de los fosos reduce las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Para poder vaciar frecuentemente los fosos interiores es necesario disponer de suficiente capacidad de almacenamiento exterior. Los fosos interiores no deben formar parte del sistema de almacenamiento de purines.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: reduccion de emisiones por plaza y año.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	24↓	10↓	41↓
Significación estadística[1]	S***	S***	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de vaciado frecuente de fosos (una vez por semana) frente a la técnica de referencia que consiste en el vaciado de los fosos al final de la fase o cuando están llenos.

El porcentaje de reducción de amoniaco está en el rango de los valores presentados en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014).

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Esta técnica no supone ningún coste extra.

2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS ALOJAMIENTOS

2.3. FASE DE CEBO — Vaciado frecuente de los fosos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Se incrementa la frecuencia de vaciado desde los fosos interiores de las instalaciones en la fase de cebo, a través de los colectores hacia el sistema de almacenamiento exterior (Imagen 1). La frecuencia de vaciado recomendada es de una vez por semana.

Imagen 1. Vaciado de purín hacia el sistema de almacenamiento exterior.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de purín de los fosos de almacenamiento interior a la balsa exterior durante la fase de cebo, menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos.

APLICABILIDAD

Fácilmente aplicable tanto en instalaciones nuevas como en existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

El vaciado frecuente de los fosos reduce las emisiones de amoniaco, metano y óxido nitroso.

LIMITACIONES

Para poder vaciar frecuentemente los fosos interiores es necesario disponer de suficiente capacidad de almacenamiento exterior. Los fosos interiores no deben formar parte del sistema de almacenamiento de purines.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: reduccion de emisiones por plaza y año.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	29↓	29↓	ND
Significación estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de vaciado frecuente de fosos (una vez por semana) frente a la técnica de referencia que consiste en el vaciado de los fosos al final de la fase o cuando están llenos.

El porcentaje de reducción de amoniaco está en el rango de los valores presentados en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014).

EFECTOS ASOCIADOS

No se han descrito.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Esta técnica no supone ningún coste extra.



3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3.1. FASE DE TRANSICIÓN — Dieta baja en proteína

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La formulación con dietas bajas en proteína supone ajustar al máximo el contenido proteico del pienso a las necesidades de cada tipo de animal, reduciendo la incorporación en el pienso de materias primas ricas en proteína bruta, con el fin de disminuir la proteína bruta total ingerida y la excreción nitrogenada.

Para que los rendimientos productivos no se vean mermados, muy frecuentemente es necesario suplementar el pienso con aminoácidos sintéticos (lisina, metionina, triptófano y treonina).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Ajustando al máximo el equilibrio de componentes proteicos en la formulación, se consigue una reducción de la excreción de nitrógeno, lo que redundará en un menor contenido de este elemento en los estiércoles y en una reducción de las emisiones producidas a partir del mismo (amoniaco).

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes. Se recomienda su elección siempre que sea posible su implantación por disponibilidad de un suministrador. No se requieren cambios estructurales en la granja.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción del contenido de nitrógeno de los estiércoles y purines y de las emisiones de amoniaco a lo largo de todo el proceso productivo.

LIMITACIONES

Su uso puede estar limitado por la disponibilidad de suministro de piensos formulados con estos criterios. Además, su aplicación está influenciada en gran medida por la situación de mercado de los precios de la soja, de los cereales y de los aminoácidos sintéticos en cada momento.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	61↓	30↓	ND
Significación Estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la técnica de administrar una dieta baja en proteína (16,63%) frente a la técnica de referencia, que consiste en administrar una dieta con un 19,65% de proteína bruta.

El contenido de nutrientes de las dietas fue (datos reales a partir del análisis de los piensos utilizados):

	Dieta baja proteína	Técnica de referencia
Proteína bruta (%)	16,63	19,65
Lisina (%)	1,30	1,30
Metionina (%)	0,45	0,43
Treonina (%)	0,76	0,68

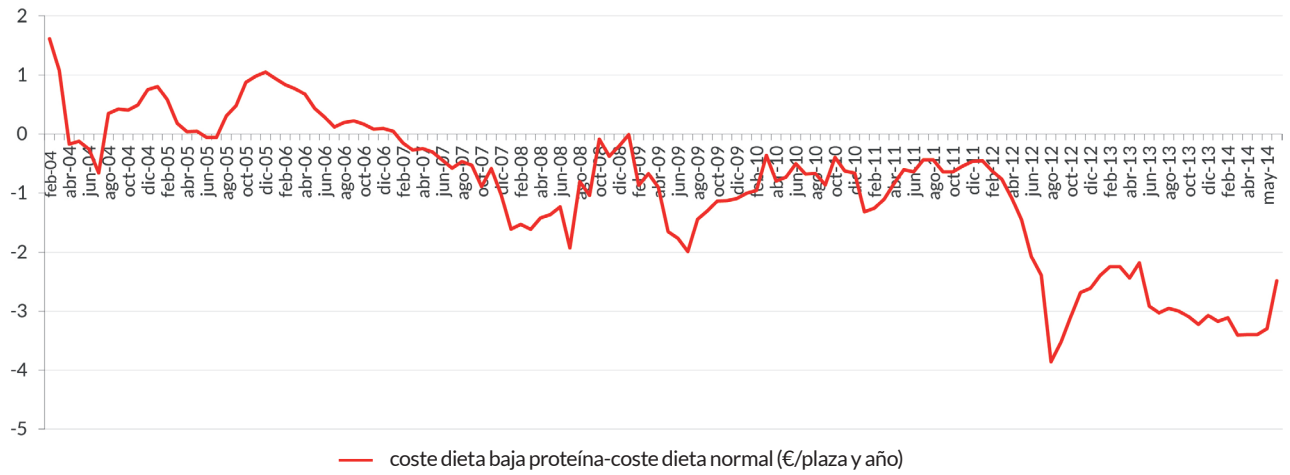
EFECTOS ASOCIADOS

Al ajustar el contenido proteico a las necesidades animales se reduce el consumo de agua y, por tanto, el volumen de purín generado. Además, se reduce la excreción de compuestos del catabolismo nitrogenado (sulfhídrico y compuestos orgánicos volátiles) disminuyendo las emisiones de malos olores. Es una técnica de fácil seguimiento y monitorización.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

El coste adicional de reducción de proteína bruta de la dieta para disminuir las emisiones contaminantes es variable. En los últimos años la diferencia entre la dieta baja en proteína y la normal ha fluctuado entre -3,86 €/plaza y año y 1,61 €/plaza y año (Gráfico 1). Desde enero de 2007, utilizar dietas bajas en proteína resulta económicamente rentable, por lo que su uso está muy extendido.

Gráfico 1. Diferencias entre el coste de la dieta baja en proteína y la dieta normal en la última década



CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes y nuevas	-3,86 a 1,61	-0,0127 a 0,0053

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3.2. FASE DE TRANSICIÓN

Uso de piensos con materias primas ricas en polisacáridos no amiláceos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Incluir en la formulación de la dieta de los lechones el uso de piensos que contengan materias primas ricas en polisacáridos no amiláceos (PNA), como la pulpa de remolacha, para disminuir las emisiones de amoniaco.

Imagen 1. Silos de pienso.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La inclusión de materias primas para alimentación animal ricas en polisacáridos no amiláceos en las dietas para cerdos, provoca una modificación de la actividad de la microbiota intestinal, una reducción del contenido de nitrógeno en la orina y un aumento del nitrógeno en heces. Puesto que el nitrógeno fecal es menos fácilmente degradado a amoniaco, la inclusión de polisacáridos no amiláceos podría disminuir la emisión de este gas.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción de las emisiones de amoniaco, aunque se produce un incremento de las emisiones de metano.

LIMITACIONES

Su uso puede estar limitado por la disponibilidad de suministro de piensos formulados con estos criterios. Además, su aplicación está influenciada en gran medida por la situación de mercado de los precios de las materias primas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	42↓	11↑	ND
Significación estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones con la inclusión de pulpa de remolacha en la dieta (ración con un 10% de pulpa) frente a la técnica de referencia con el mismo contenido en nutrientes pero sin añadir pulpa de remolacha.

El contenido de nutrientes de las dietas fue:

	Dieta con PNA	Técnica de referencia
Energía digestible (MJ kg-1)	14,56	14,56
Proteína bruta (%)	19,7	19,7
Fibra bruta (%)	5,5	3,8

En el ensayo se obtuvo una eficacia mayor de la obtenida en otros ensayos, probablemente porque este ensayo se hizo con lechones en lugar de cerdos en fase de crecimiento y cebo.

EFECTOS ASOCIADOS

Si se aporta un exceso de pulpa de remolacha, la digestibilidad del nitrógeno y de la energía se puede reducir, afectando al rendimiento del animal.

Las emisiones de metano pueden verse incrementadas.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

El coste adicional de la inclusión de pulpa de remolacha depende de la fluctuación de precios en el mercado de materias primas.

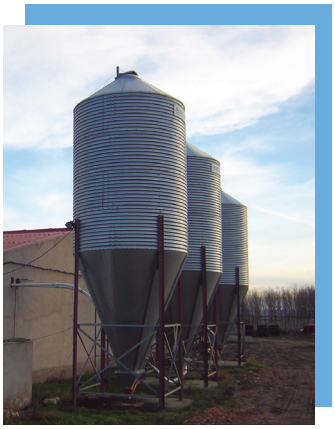
3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3.3. FASE DE TRANSICIÓN — Uso de acidificantes en pienso

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Incluir en la formulación de la dieta de los lechones acidificantes, como el ácido benzoico, para disminuir el pH de la orina, lo que favorece una reducción en las emisiones de amoniaco.

Imagen 1. Silos de pienso.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La disminución del pH de la orina influye en el potencial de volatilización de amoníaco. El pH de la orina se puede reducir mediante la adición de componentes acidificantes a la dieta, por ejemplo, ácido benzoico.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción las emisiones de amoniaco e incremento de las emisiones de metano.

LIMITACIONES

El uso de estos aditivos en pienso deberá cumplir las condiciones de uso establecidas en la autorización de comercialización como aditivos zootécnicos que influyan positivamente en el medio ambiente y conforme a lo establecido en el reglamento CE/1831/2003.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones por cerdo y día.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	10↓	11↑	ND
Significación estadística[1]	NS	NS	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la inclusión de un 5% de ácido benzoico en la dieta frente a la técnica de referencia, que consiste en administrar una dieta sin ácido benzoico.

Las diferencias entre tratamientos no presentaron significación estadística, en coherencia con lo indicado por la Autoridad Sanitaria Europea (EFSA, 2012), que afirma que los resultados obtenidos con productos comerciales no son concluyentes.

EFECTOS ASOCIADOS

En algunos trabajos se ha descrito un incremento en los rendimientos productivos de los animales cuya dieta contenía ácido benzoico.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Coste para instalaciones nuevas y existentes

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Inclusión ácido benzoico	Plaza/año	6,94 – 11,74
Total	Plaza/año	6,94 – 11,74

Fuente: BREF, 2003.

Cálculo de costes por kg de carne

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de peso) vivo[2])
Instalaciones nuevas/ existentes	6,94 – 11,74	0,0041-0,0202

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3.4. FASE DE CEBO — Dieta baja en proteína

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La formulación con dietas bajas en proteína supone ajustar al máximo el contenido proteico del pienso a las necesidades de cada tipo de animal, reduciendo la incorporación en el pienso de materias primas ricas en proteína bruta, con el fin de disminuir la proteína bruta total ingerida y la excreción nitrogenada.

Para que los rendimientos productivos no se vean mermados, muy frecuentemente es necesario suplementar el pienso con aminoácidos sintéticos (lisina, metionina, triptófano y treonina).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Ajustando al máximo el equilibrio de componentes proteicos en la formulación, se consigue una reducción de la excreción de nitrógeno, lo que redundará en un menor contenido de este elemento en los estiércoles y en una reducción de las emisiones producidas a partir del mismo (amoniaco).

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes. Se recomienda su elección siempre que sea posible su implantación por disponibilidad de un suministrador. No se requieren cambios estructurales en la granja.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción del contenido de nitrógeno de los estiércoles y purines y de las emisiones de amoniaco a lo largo de todo el proceso productivo.

LIMITACIONES

Su uso puede estar limitado por la disponibilidad de suministro de piensos formulados con estos criterios. Además, su aplicación está influenciada en gran medida por la situación de mercado de los precios de la soja, de los cereales y de los aminoácidos sintéticos en cada momento.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	30↓	8↓	ND
Significación Estadística[1]	S***	S***	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando la administración de una dieta baja en proteína frente a la técnica de referencia que consiste en administrar una dieta con un 16% de proteína bruta

El contenido de nutrientes de las dietas fue (composición teórica de acuerdo a los cálculos de formulación):

	Dieta baja proteína	Técnica de referencia
Proteína bruta (%)	13,6	16,0
Lisina (%)	0,91	0,91
Metionina (%)	0,34	0,34
Treonina (%)	0,60	0,60

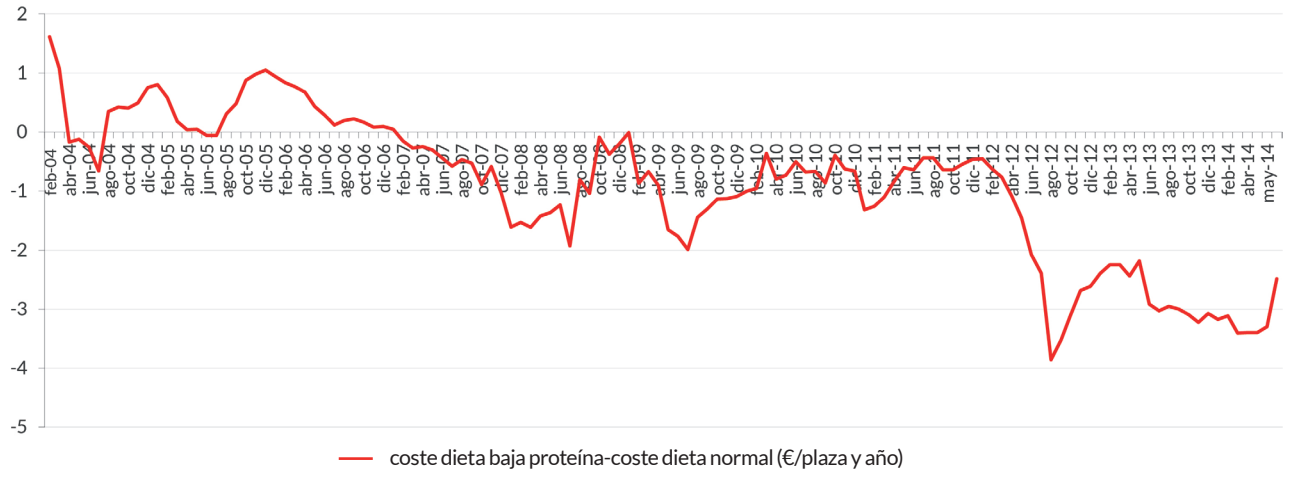
EFECTOS ASOCIADOS

Al ajustar el contenido proteico a las necesidades animales se reduce el consumo de agua y, por tanto, el volumen de purín generado. Además, se reduce la excreción de compuestos del catabolismo nitrogenado (sulfhídrico y compuestos orgánicos volátiles) disminuyendo las emisiones de malos olores. Es una técnica de fácil seguimiento y monitorización.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

El coste adicional de reducción de proteína bruta de la dieta para disminuir las emisiones contaminantes es variable. En los últimos años la diferencia entre la dieta baja en proteína y la normal ha fluctuado entre -3,86 €/plaza y año y 1,61 €/plaza y año (Gráfico 1). Desde enero de 2007, utilizar dietas bajas en proteína resulta económicamente rentable, por lo que su uso está muy extendido.

Gráfico 1. Diferencias entre el coste de la dieta baja en proteína y la dieta normal en la última década



CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

	Coste (€ por plaza y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Instalaciones existentes y nuevas	-3,86 a 1,61	-0,0127 a 0,0053

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo



4. USO DE ADITIVOS PARA EL PURÍN

4. USO DE ADITIVOS PARA EL PURÍN

4.1. FASE DE CEBO — Uso de aditivos para el purín

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Los aditivos para el purín son productos naturales o sintéticos constituidos por una mezcla de sustancias de diferente naturaleza que interactúan con los componentes del purín interviniendo en las diversas rutas metabólicas, procesos o actividades bacterianas, o bien reaccionando con distintos compuestos, alterando de este modo, las características físicas, químicas y biológicas del purín. Estos aditivos pueden aplicarse directamente sobre las deyecciones o a través del pienso, para asegurar una mejor mezcla del producto (Imagen 1). En caso de aplicación a través del pienso, es necesaria una autorización específica conforme a la normativa vigente de autorización de aditivos en pienso.

Imagen 1. Aditivos para el purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En función del tipo de aditivo, el fundamente teórico varía:

- Enmascarantes. Están constituidos por una mezcla de compuestos aromáticos y actúan enmascarando o tapando estos olores.
- Neutralizantes. Son un tipo de agentes químicos que interactúan con los compuestos olorosos para disminuir la intensidad del olor o bien para eliminarlo.
- Adsorbentes. Un gran número de sustancias son eficaces en la adsorción de amonio y amoniaco contribuyendo de este modo a la reducción de las emisiones .
- Inhibidores de la ureasa. Son compuestos químicos que previenen o reducen la transformación de la urea en amonio .
- Reguladores de pH. Al modificar y/o controlar el pH del medio es posible actuar sobre las poblaciones bacterianas y las reacciones químicas y rutas metabólicas cuyo desarrollo depende del pH.
- Oxidantes. Son compuestos químicos que oxidan diversos compuestos y gases causantes del olor.
- Surfactantes y solventes. Actúan solubilizando las grasas y aceites presentes en el purín.
- Floculantes. Actúan sobre los sólidos totales disueltos y en suspensión de dos formas, bien precipitándolos (cloruro ferroso y férrico) o bien coagulándolos.
- Desinfectantes y antimicrobianos. Se trata en general de compuestos químicos que inhiben la actividad bacteriana de las poblaciones de organismos responsables del olor.
- Biológicos. Son productos dirigidos a alterar los procesos naturales de descomposición que tienen lugar en el purín y estiércol.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Las empresas que los comercializan, les atribuyen los siguientes efectos:

- Reducción de las emisiones gaseosas, fundamentalmente amoniaco
- Reducción de olores desagradables
- Incremento del valor fertilizante
- Incremento de la facilidad de manejo y gestión de purines
- Inactivación de organismos patógenos

LIMITACIONES

La mayoría de los aditivos dependen fuertemente de las fluctuaciones de pH y de temperatura. Por tanto, su aplicación y su actuación en condiciones de producción resulta en ocasiones cuestionable, ya que la información disponible es contradictoria. Variables ambientales como el clima, el tipo de animales o el peso también son factores determinantes de la eficacia de un aditivo determinado. Otro de los problemas más frecuentes que puede incidir de manera decisiva en la eficacia del tratamiento son los grandes volúmenes de mezcla que es necesario manejar en el caso de aquellos aditivos que vienen añadidos directamente al purín. Los purines y estiércoles se almacenan frecuentemente en grandes balsas o fosas, lo que dificulta el proceso de mezclado con las diferentes sustancias añadidas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Técnica		Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
Alginato sódico	EFICACIA (%)	117↑	26↑	ND
	Significación estadística[1]	S***	S***	ND
Zeolitas	EFICACIA (%)	94↑	39↑	ND
	Significación estadística[1]	S***	S***	ND
Microorganismos en pienso	EFICACIA (%)	70↑	35↓	46↓
	Significación estadística[1]	S***	S***	S***
Microorganismos en foso	EFICACIA (%)	116↑	11↓	11↓
	Significación estadística[1]	S***	S**	NS

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

Ninguno de los aditivos evaluados redujo las emisiones de amoniaco en los ensayos llevados a cabo por el MAGRAMA respecto a la técnica de referencia, sino que dichas emisiones se vieron incrementadas.

EFECTOS ASOCIADOS

Pueden aparecer algunos efectos colaterales perjudiciales para la salud animal y humana o para el medioambiente, que restringen el uso de determinados aditivos. En numerosas ocasiones este tipo de efectos colaterales no ha sido estudiado en profundidad, por lo que únicamente deberán utilizarse aditivos autorizados.



5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO

5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO

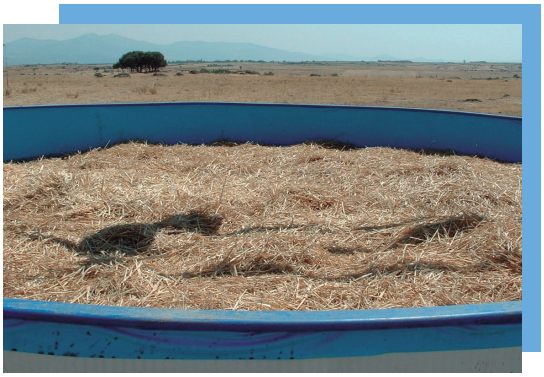
5.1. ALMACENAMIENTO DE PURÍN

Paja picada

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La paja picada puede utilizarse para forma una cubierta flotante sobre los tanques o balsas de purines (Imagen 1).

Imagen 1. Incorporación de capa de paja picada en tanque de purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La incorporación de paja picada sobre el purín actúa como una cubierta flotante, reduciendo la superficie de exposición del purín.

APLICABILIDAD

Se recomienda utilizar esta técnica cuando el contenido de materia seca del purín sea del 5% o superior.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción de las emisiones de amoniaco.

LIMITACIONES

Esta técnica es fácilmente aplicable en silos o tanques de almacenamiento de hormigón o acero, pero difícil de aplicar en grandes balsas a ras de tierra. Con purines muy diluidos, la paja puede caer al fondo del tanque o de la balsa en el momento de la aplicación. Puede provocar obturaciones en tuberías y bombas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	70↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de cubierta con capa de paja picada frente a la técnica de referencia que consiste en el almacenamiento del purín en una balsa sin ningún tipo de cubierta.

El valor de eficacia obtenido está en la línea de los rangos presentados por el Documento de Referencia BREF, 2003 pero es muy superior al indicado en el Documento de Referencia TFRN, 2014 (40%). La diferencia puede deberse al espesor de paja empleado en cada ensayo. En condiciones comerciales, es más esperable que se obtengan reducciones como las propuestas en el TFRN, 2014.

EFECTOS ASOCIADOS

Al reducirse las emisiones de amoniaco, se incrementa el contenido de nitrógeno del purín. Esta circunstancia deberá tenerse en cuenta a la hora de calcular la dosis de purín adecuada para el cultivo.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización de la cubierta	m^3	0,07-0,16
Total	m^3	0,07-0,16

5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO

5.2. ALMACENAMIENTO DE PURÍN — Lona flotante

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Se coloca una lona sobre la superficie del purín para reducir las emisiones de amoniaco (Imagen 1).

Imagen 1. Lona sobre superficie de purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La instalación de una lona flotante en un tanque o balsa de purín hace que la superficie de exposición del purín con la atmósfera sea prácticamente nula, reduciendo eficazmente las emisiones de amoniaco.

APLICABILIDAD

Sólo se recomienda su uso para tanques de almacenamiento de tamaño pequeño o medio, ya que su aplicación en grandes superficies es complicada.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

La lona flotante reduce las emisiones de amoniaco.

LIMITACIONES

Pueden producirse riesgos de acumulación de gases.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFI CACIA (%)	90↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de cubierta con lona flotante frente a la técnica de referencia que consiste en el almacenamiento del purín en una balsa sin ningún tipo de cubierta.

El valor de eficacia obtenido está en la línea de los rangos presentados por el Documento de Referencia BREF, 2003 pero es muy superior al indicado en el Documento de Referencia TFRN, 2014 (60%). La diferencia puede deberse al sistema de colocación de la lona (flotante o fijada a los bordes del tanque). En condiciones comerciales, es más esperable que se obtengan reducciones como las propuestas en el TFRN, 2014.

EFECTOS ASOCIADOS

Al reducirse las emisiones de amoniaco, se incrementa el contenido de nitrógeno del purín. Esta circunstancia deberá tenerse en cuenta a la hora de calcular la dosis de purín adecuada para el cultivo.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización de la cubierta	m^3/año	2,12
Reparaciones de la cubierta	m^3/año	0,18
Total	m^3/año	2,30

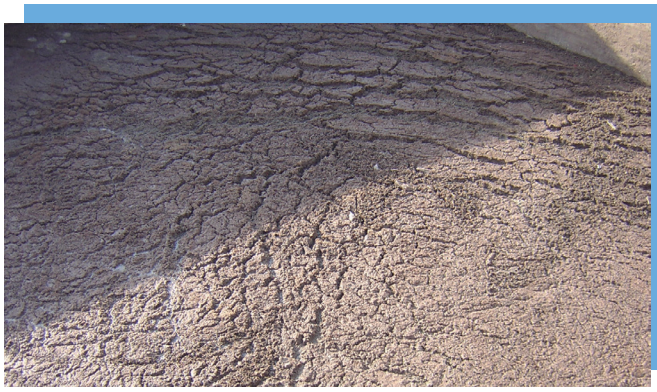
5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO

5.3. ALMACENAMIENTO DE PURÍN — Costra natural

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La costra natural que se forma sobre las balsas y tanques de almacenamiento de purines con condiciones ambientales favorables (clima seco, principalmente) actúa como una cubierta flotante, reduciendo las emisiones de amoniaco (Imagen 1).

Imagen 1. Costra natural.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La costra natural actúa como una cubierta flotante, reduciendo la superficie de exposición del purín.

APLICABILIDAD

Su formación depende de las condiciones climáticas y de la composición del purín.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

La costra natural reduce las emisiones de amoniaco.

LIMITACIONES

En zonas muy lluviosas o en purines con bajo contenido en materia seca es más difícil que se forme costra natural.

La formación de costra natural se favorece evitando la agitación de la masa de purín almacenado, sin embargo, esta práctica fomenta la estratificación del purín. Para minimizar la heterogeneidad del purín en la aplicación agrícola, se recomienda una agitación en el momento previo a la carga.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	29↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de costra natural frente a la técnica de referencia que consiste en el almacenamiento del purín en una balsa sin ningún tipo de cubierta.

El valor de reducción obtenido en este ensayo es inferior al presentado en el Documento de Referencia TFRN, 2014, (40%) debido a las condiciones del ensayo, dado que éste se realizó con un purín de bajo porcentaje de materia seca, lo cual dificultó la creación de costra natural consistente. Por tanto, se recomienda aceptar el valor del TFRN, 2014 como adecuado en nuestras condiciones. El Documento de Referencia BREF, 2003 presenta un amplio rango de valores de reducción.

EFECTOS ASOCIADOS

Al reducirse las emisiones de amoniaco, se incrementa el contenido de nitrógeno del purín. Esta circunstancia deberá tenerse en cuenta a la hora de calcular la dosis de purín adecuada para el cultivo.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

Esta técnica no supone ningún coste extra respecto al sistema de referencia (balsa sin ningún tipo de cubierta).



6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.1. APLICACIÓN DE PURÍN — Sistema de bandas con mangueras

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El purín se deposita sobre el terreno mediante la utilización de maquinaria o aperos adecuados, sin realizar ninguna hendidura sobre la superficie.

Imagen 1. Sistema de bandas con mangueras acoplado a cisterna para aplicación de purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El sistema de bandas deposita el purín sobre el terreno reduciendo la superficie de exposición del purín, en comparación con el plato difusor.

APLICABILIDAD

Esta técnica se puede aplicar en terrenos cultivables, en praderas y sobre cultivo. Su rendimiento de trabajo es similar al del sistema de plato difusor.

Los equipos requieren un mantenimiento regular.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Su uso reduce las emisiones de amoniaco respecto al sistema de referencia (plato difusor sin enterrado).

LIMITACIONES

El sistema de bandas mediante manguera puede tener un uso limitado en terrenos muy irregulares.

Para su aplicación, requiere un purín más uniforme para evitar obturaciones.

Mayor coste de maquinaria.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	40↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de aplicación del purín en el terreno mediante sistema de bandas con mangueras, frente a la técnica de referencia que consiste en esparcir el purín en el terreno mediante plato difusor.

Los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014) presentan porcentajes de reducción ligeramente inferiores (30-35%). Esto puede deberse a las condiciones climatológicas existentes en el momento del ensayo.

EFECTOS ASOCIADOS

Se reduce de forma sensible la emisión de olores.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad		
		Cebadero de 2500 plazas > 20kg	Explotación de 750 cerdas	Explotación de ciclo cerrado de 530 cerdas
Costes anuales				
Amortización	m^3/año	0,66	0,77	0,38
Reparaciones	m^3/año	0,42	0,44	0,41
Tractor + tractorista	m^3/año	0	0	0
Total	m^3/año	1,08	1,21	0,79

CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

	Coste (€ por m^3 y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Cebadero 2500 plazas	1,34	0,0135
Explotación 750 cerdas	1,41	0,0151
530 cerdas ciclo cerrado	1,01	0,0099

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.2. APLICACIÓN DE PURÍN — Sistema de bandas de discos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El purín se deposita sobre el terreno mediante la utilización de maquinaria o aperos adecuados, realizando una pequeña hendidura sobre la superficie (Imagen 1).

Imagen 1. Sistema de bandas con discos acoplado a cisterna para aplicación de purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El sistema de bandas mediante discos realiza una pequeña hendidura sobre el terreno y deposita el purín reduciendo la superficie de exposición del purín, en comparación con el plato difusor.

APLICABILIDAD

Esta técnica se puede aplicar en terrenos cultivables y en praderas. Su rendimiento de trabajo es similar al del sistema de plato difusor.

Los equipos requieren un mantenimiento regular.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Su uso reduce las emisiones de amoniaco respecto al sistema de referencia (plato difusor sin enterrado).

LIMITACIONES

El sistema de bandas mediante discos puede tener un uso limitado en terrenos muy irregulares.

Para su aplicación, requiere un purín más uniforme para evitar obturaciones.

Mayor coste de maquinaria.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	50↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de aplicación del purín en el terreno mediante sistema de bandas con discos, frente a la técnica de referencia que consiste en esparcir el purín en el terreno mediante plato difusor.

El valor de reducción obtenido está en el rango de los presentados en los Documentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014).

EFECTOS ASOCIADOS

Se reduce de forma sensible la emisión de olores.
Mayor consumo de combustible.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad		
		Cebadero de 2500 plazas > 20kg	Explotación de 750 cerdas	Explotación de ciclo cerrado de 530 cerdas
Costes anuales				
Amortización	m^3/año	0,77	0,90	0,44
Reparaciones	m^3/año	0,50	0,51	0,48
Tractor + tractorista	m^3/año	0	0	0
Total	m^3/año	1,27	1,41	0,92

CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

	Coste (€ por m^3 y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Cebadero 2500 plazas	1,27	0,0159
Explotación 750 cerdas	1,41	0,0176
530 cerdas ciclo cerrado	0,92	0,0115

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.3. APLICACIÓN DE PURÍN — Inyección

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El purín se inyecta superficialmente en el terreno mediante la utilización de maquinaria o aperos adecuados que dejan el surco abierto (Imagen 1).

Imagen 1. Inyección de purín en el terreno.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El sistema de inyección introduce el purín en el terreno reduciendo la superficie de exposición del purín.

APLICABILIDAD

Esta técnica sólo es aplicable en terrenos cultivables (no se puede emplear sobre praderas ni sobre cultivo). El rendimiento de trabajo se reduce respecto al sistema de plato difusor y los equipos requieren un mantenimiento regular.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Su uso reduce las emisiones de amoniaco respecto al sistema de referencia (plato difusor sin enterrado).

LIMITACIONES

La técnica de inyección requiere unas condiciones de terreno favorables, lo que junto a sus costes asociados limitan su aplicabilidad.

Para su aplicación, requiere un purín más uniforme para evitar obturaciones.

Mayor coste de maquinaria.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	50↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de inyección superficial del purín en el terreno, frente a la técnica de referencia que consiste en esparcir el purín en el terreno mediante plato difusor.

El valor de reducción obtenido está en el rango de los presentados en el Documento de Referencia BREF, 2003. Sin embargo, el Documento de Referencia TFRN, 2014 presenta porcentajes de reducción superiores (70%). Esto puede deberse a las condiciones climatológicas existentes en el momento del ensayo.

EFECTOS ASOCIADOS

Se reduce de forma sensible la emisión de olores.
Mayor consumo de combustible.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad		
		Cebadero de 2500 plazas > 20kg	Explotación de 750 cerdas	Explotación de ciclo cerrado de 530 cerdas
Costes anuales				
Amortización	m^3/año	0,33	0,39	0,19
Reparaciones	m^3/año	0,34	0,35	0,33
Tractor + tractorista	m^3/año	0,67	0,67	0,49
Total	m^3/año	1,34	1,41	1,01

CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

	Coste (€ por m^3 y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Cebadero 2500 plazas	1,34	0,0168
Explotación 750 cerdas	1,41	0,0176
530 cerdas ciclo cerrado	1,01	0,0126

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.4. APLICACIÓN DE PURÍN — Enterrado del purín

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El purín se esparce con el sistema de plato difusor y se entierra mediante arado de vertedera o cultivador lo antes posible (dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación) (Imagen 1).

Imagen 1. Proceso de enterrado de purín.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Una vez enterrado el purín mediante arado de vertedera o cultivador, la superficie de emisión se reduce, disminuyendo así las emisiones de amoniaco.

APLICABILIDAD

Esta técnica sólo es aplicable en terrenos cultivables (no se puede emplear sobre praderas ni sobre cultivo).

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Su uso reduce las emisiones de amoniaco respecto al sistema de referencia (plato difusor sin enterrado).

LIMITACIONES

Se recomienda enterrar el purín en el menor tiempo posible tras su aplicación al terreno. Pero esto dependerá de la disponibilidad de personal dedicado a esta actividad en la granja.

Mayor coste de maquinaria y de personal.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	16↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de esparcido y enterrado del purín en el terreno próximo a las 24 horas de su aplicación, frente a la técnica de referencia que consiste en esparcir el purín en el terreno sin enterrado posterior.

El Documento de Referencia TFRN, 2014 presenta porcentajes de reducción del 30%. Las diferencias pueden deberse al sistema de enterrado, al tiempo transcurrido entre la aplicación y el enterramiento, o a las condiciones climatológicas existentes en el momento del ensayo.

EFECTOS ASOCIADOS

Mayor consumo de combustible.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Tipo de explotación estudiada (en el límite de inclusión de la DEI)		
	Cebadero de 2500 plazas > 20kg	Explotación de 750 cerdas	Explotación de ciclo cerrado de 530 cerdas
Coste del enterrado con arado de vertedera (€/m3)	0,61	0,53	0,58
Coste del enterrado con cultivador (€/m3)	0,26	0,23	0,26

CÁLCULO DE COSTES POR KG DE CARNE

		Coste (€ por m^3 y año)	Coste (€ por kg de cerdo vivo[2])
Enterrado con arado de vertedera	Cebadero 2500 plazas	0,61	0,0076
	Explotación 750 cerdas	0,53	0,0066
	530 cerdas ciclo cerrado	0,58	0,0073
Enterrado con cultivador	Cebadero 2500 plazas	0,26	0,0033
	Explotación 750 cerdas	0,23	0,0029
	530 cerdas ciclo cerrado	0,26	0,0033

[2] Calculado para un cerdo cebado de 100 kg de peso vivo

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.5. APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL SÓLIDO — Enterrado del estiércol sólido

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El estiércol, de distintas especies animales, se esparce y se entierra mediante arado de vertedera o cultivador lo antes posible (dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación) (Imagen 1).

Imagen 1. Proceso de enterrado del estiércol sólido.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Una vez enterrado el estiércol mediante arado de vertedera o cultivador, la superficie de emisión se reduce, disminuyendo así las emisiones de amoniaco.

APLICABILIDAD

Esta técnica sólo es aplicable en terrenos cultivables (no se puede emplear sobre praderas ni sobre cultivo).

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Su uso reduce las emisiones de amoniaco respecto al sistema de referencia (esparcido de estiércol sin enterrado).

LIMITACIONES

Se recomienda enterrar el estiércol en el menor tiempo posible tras su aplicación al terreno. Pero esto dependerá de la disponibilidad de personal dedicado a esta actividad en la granja.

Mayor coste de maquinaria y de personal.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: reducción de emisiones.

	Amoniaco (NH_3)	Metano (CH_4)	Óxido Nitroso (N_2O)
EFICACIA (%)	45↓	ND	ND
Significación estadística[1]	NE	ND	ND

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

El ensayo se ha efectuado comparando las emisiones de la técnica de esparcido y enterrado de estiércol sólido en el terreno en 12 horas, frente a la técnica de referencia que consiste en esparcir el estiércol en el terreno sin enterrado posterior.

El valor de reducción obtenido está en el rango de los presentados en los Dumentos de Referencia (BREF, 2003 y TFRN, 2014).

EFECTOS ASOCIADOS

Mayor consumo de combustible.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Coste por t de estiércol sólido
Coste del enterrado con arado de vertedera (€/t)	5,60
Coste del enterado con cultivador (€/t)	2,45



7. TÉCNICAS DE AHORRO DE AGUA

7. TÉCNICAS DE AHORRO DE AGUA

7.1. FASES DE LACTACIÓN Y CEBO

Uso de bebederos con menores pérdidas de agua

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La mayor parte del agua consumida en una explotación de ciclo cerrado se debe al consumo directo por parte de los animales. Mejorar el sistema de suministro de agua a los animales incorporando bebederos con menores pérdidas que los tradicionales, puede reducir sensiblemente el consumo de agua en granja (Imagen 1 y 2).

Imágenes 1 y 2. Bebederos.





FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En los últimos años el diseño de bebederos en producción animal se está enfocando en la optimización del consumo de agua por parte de los animales, intentando evitar pérdidas de agua innecesarias.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción del consumo de agua y del volumen de purín generado en granja.

LIMITACIONES

En instalaciones existentes, dependiendo de sistema de suministro de agua a los animales que esté instalado, la incorporación de nuevos bebederos puede resultar muy costosa.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica en cerdas lactantes: porcentaje de reducción de consumo de agua.

Bebedero tetina dentro del comedero frente a bebedero tetina fuera del comedero	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	8↓
Significación estadística[1]	NS

Bebedero de nivel constante frente a bebedero tetina dentro del comedero	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	5↓
Significación estadística[1]	NS

Bebedero de nivel constante frente a bebedero tetina fuera del comedero	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	12↓
Significación estadística[1]	S**

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

Datos de eficiencia de la técnica en cerdos en cebo: porcentaje de reducción de consumo de agua.

Bebedero tetina dentro del comedero frente a bebedero tetina fuera del comedero	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	44↓
Significación estadística[1]	S***

Bebedero tetina dentro del comedero frente a bebedero de cazoleta	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	21↓
Significación estadística[1]	S***

Bebedero de cazoleta frente a bebedero tetina fuera del comedero	Gasto medio de agua
EFICACIA (%)	29↓
Significación estadística[1]	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

EFECTOS ASOCIADOS

Al reducir las pérdidas de agua, en algunas ocasiones el purín resultante puede ser tan denso que dificulte las tareas de limpieza.

Si se aplica medicación en agua, el uso de estas técnicas mejorará la eficacia de la medicación y disminuirá las pérdidas de medicamentos.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

El coste de instalación de bebederos con mínimas pérdidas de agua depende del tipo de bebedero seleccionado y, en instalaciones existentes, del sistema de suministro de agua para los animales que estuviera previamente instalado.



8. TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA

8. TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA

8.1. FASES DE LACTACIÓN Y TRANSICIÓN

Instalación de nidos

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La instalación de nidos para infrarrojos en las fases de lactación y transición de lechones optimiza el consumo eléctrico (menores pérdidas por disipación) y mejora el bienestar de los lechones (Imagen 1).

Imagen 1. Nidos.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los nidos para focos infrarrojos reducen sensiblemente las pérdidas de calor por disipación, disminuyendo así el consumo eléctrico de las instalaciones.

APLICABILIDAD

Aplicable tanto para instalaciones nuevas como para instalaciones existentes.

EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Reducción del consumo eléctrico.

LIMITACIONES

En instalaciones existentes, dependiendo de sistema de calefacción que esté instalado, la incorporación de nidos para infrarrojos puede resultar muy costosa.

Los nidos requieren trabajos adicionales de limpieza en cada ciclo.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS

Datos de eficiencia de la técnica: porcentaje de reducción de consumo de energía.

Ensayo en verano: Utilización de nidos para infrarrojos frente a focos de infrarrojos sin nido (técnica de referencia)	Consumo eléctrico medio
EFICACIA (%)	32↓
Significación estadística[1]	S***

Ensayo en invierno: Utilización de nidos para infrarrojos frente a focos de infrarrojos sin nido (técnica de referencia)	Consumo eléctrico medio
EFICACIA (%)	44↓
Significación estadística[1]	S***

[1] No significativo (NS: > 0,10); Significativo (S* < 0,05; S** < 0,01; S*** < 0,001); NE: no hay suficientes datos para valoración estadística
ND: dato no disponible

En ambos ensayos se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, con reducciones del consumo eléctrico de entre un 32% y un 44%.

EFECTOS ASOCIADOS

Mejora del bienestar animal, de los parámetros productivos y reducción del índice de mortalidad predestete.

COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA

	Unidades	Coste total €/unidad
Costes anuales		
Amortización nidos	Plaza/año	3,13
Ahorro energético	Plaza/año	-10,73
Total	Plaza/año	-7,60

ANEXO I:
METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE COSTES

Los cálculos de los costes que se originan como consecuencia de la aplicación de las técnicas descritas, se han llevado a cabo según la metodología empleada en el Documento de Referencia Europeo de las Mejores Técnicas Disponibles para el sector ganadero (BREF, 2003).

CONSIDERACIONES

El cálculo de costes unitarios requiere un conocimiento claro de:

- La técnica propuesta para disminuir las emisiones.
- El rango de sistemas de producción y manejo que se puede encontrar en las granjas afectadas.
- El impacto que la implantación de la técnica tendrá en la producción de una granja en particular y en sus sistemas de manejo, en términos físicos y financieros.

CATEGORÍA DE TÉCNICAS

Las técnicas aplicables al sector de la ganadería intensiva se deben incluir en alguna de estas categorías:

- Alimentación.
- Alojamientos.
- Almacenamiento de estiércoles y purines.
- Tratamiento de estiércoles y purines.
- Aplicación de estiércoles y purines al campo.

CÁLCULO DE COSTES UNITARIOS

El coste unitario es el incremento de coste anual que un ganadero tipo sufrirá como consecuencia de introducir una técnica. El sistema para calcular los costes unitarios es el siguiente:

- Definir los cambios resultantes de la implantación la nueva técnica, basándose en un detallado estudio del sistema.
- Identificar las situaciones en las que los flujos de caja o los rendimientos se ven modificados por la implantación de la nueva técnica.
- Considerar solamente los costes asociados directamente con la aplicación de la técnica.
- No incluir los costes asociados a las mejoras adicionales realizadas en la granja.

La categoría en que se incluye cada técnica, determina la unidad empleada y sirve de base para los cálculos posteriores.

En la Tabla 1 se muestra esta relación.

Tabla 1. Unidades usadas para el cálculo de costes, según la metodología propuesta en el Documento de Referencia (BREF, 2003)

CATEGORÍA	UNIDAD	DETALLES
Alimentación y alojamientos	Plaza ganadera	Capacidad de la nave
Almacenamiento de estiércoles y purines	m^3 o tonelada	Purín (incluida dilución) y estiércol sólido (incluido material para cama)
Tratamiento de estiércoles y purines		
Aplicación de estiércoles y purines		

En la aplicación de las técnicas descritas se han calculado los costes unitarios teniendo en consideración las siguientes normas generales:

- Los costes directos (mano de obra, instalaciones, etc.) son los que se encontraban en vigor en el momento de la realización del ensayo. Estos costes deberán actualizarse según precio de mercado.
- El capital invertido, después de descontar cualquier subvención, se distribuyó teniendo en cuenta la vida útil económica de la inversión.
- Los flujos de caja anuales se incluyeron al coste anual del capital invertido.
- Los cambios en el rendimiento tienen un coste, que se consideraron como parte de los costes anuales.
- El coste anual se expresa usando las unidades mostradas en la tabla 1 y, en el caso de ganado porcino, por kg de cerdo producido (se considera que el producto final es un cerdo cebado de 100 kg).
- Los cálculos del coste anual del capital invertido se basan en un porcentaje de amortización del 5%.
- El coste anual por reparaciones se basa en las estimaciones realizadas por Nix, 2003.

Para el cálculo de costes por kg de carne en las técnicas aplicadas a ganado porcino se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

Asumiendo que el producto final que se comercializa es un cerdo cebado de 100 kg, el cual se considera la unidad productiva, se calcula el coste para toda la cadena productiva con los siguientes criterios de equivalencia:

% de plazas gestantes: 75% de las cerdas en producción están en nave de gestación
Producción por cerda: 20 cerdos de 100 kg por cerda y año
Producción por plaza: 2000 kg cerdo/0,75 = 2666 kg de cerdo por plaza cerda gestante

% de plazas lactantes: 25% de las cerdas en producción están en nave de lactación
Producción por cerda: 20 cerdos de 100 kg por cerda y año
Producción por plaza: 2000 kg cerdo/0,25 = 8000 kg de cerdo por plaza cerda lactante

Días de ocupación de cada plaza de transición: 63 días
Nº de rotaciones al año: 365/63 = 5,79 rotaciones por plaza de transición y año
Producción por plaza: 579 kg/plaza y año

Días de ocupación de cada plaza de cebo: 124 días
Nº de rotaciones al año: 365/124 = 2,94 rotaciones por plaza de cebo y año
Producción por plaza: 294 kg/plaza y año

ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA

Para la elección, diseño y valoración de las distintas técnicas a evaluar, se ha tenido en cuenta toda la documentación científica disponible. Las referencias bibliográficas que se incluyen a continuación se han agrupado en un primer bloque de bibliografía general, donde se incluye la documentación de referencia para la mayoría de las técnicas descritas seguido, a continuación, de un segundo bloque de bibliografía relacionada para cada una de las fichas que se presentan, con su misma numeración e identificación. De esta forma, el lector podrá profundizar en el conocimiento tanto de la técnica en sí, como de los requisitos técnicos, legales y económicos que la sustentan.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- BREF, 2003. European Comission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (BREF).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002. Análisis y documentación de los factores clave de las emisiones de gases en la ganadería. Porcino y avícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Agricultura. Dirección General de Ganadería. Diciembre de 2002.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Puesta.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne.
- TFRN, 2014. Bittman, S., Dedina, M., Howard C.M., Oenema, O., Sutton, M.A., (eds), 2014, Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK.

BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA

1. MEJORAS EN LOS ALOJAMIENTOS

1.1. Porcino. Fase de gestación: suelo parcialmente enrejillado y foso reducido

- Aarnink, A.J.A., 1997. Ammonia emissions from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. Kok-Lyra Publishers, Kampen, The Netherlands. ISBN 90-5485-662-9.
- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMI-RAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.2. Porcino. Fase de gestación: cama de paja

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Groenestein, C.M. 1993. Animal waste management and emission of ammonia from livestock housing systems: field studies. Livestock Environment IV. Proceedings of the fourth International Symposium, Coventyr. 1169-1175.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Hendriks, J., Zoons, J., Cappelle, W., De Baere, K., Sonck, B. 2002. Impact of management on the ammonia emission from broiler and laying hens. EurAgEng Paper nº 02-SE-069.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE Nº 157, de 2 de marzo de 2002.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000a. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000b. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.3. Porcino. Fase de gestación: lavador de aire y ventilación centralizada

- Aguilar, M., Abaigar, A., Merino, P., Estellés, F., Calvet S. 2010a. Estudio de un lavador de aire en una nave de gestación porcina. Navarra Agraria Nº183, 41-45.
- Aguilar, M., Abaigar, A., Merino, P., Estellés, F., Calvet S. 2010b. Effect of a bioscrubber on NH3, N2O, CH4 and CO2 emissions from a pig facility in Spain. International Conference on Agricultural Engineering, Clermont-Ferrand (Francia).

- Aguilar, M., Abaigar, A., Merino, P., Estellés, F., Montalvo, G., Piñeiro, C., Calvet S. 2010c. Effect of water scrubbing on ammonia emissions from a gestating sows building in the South of Europe. 14th Ramiran International Conference, Lisboa (Portugal).
- Amon, B., Sryvoruchko, V., Amon, T., Moitzi, G. 2004. Can the additive "Effective Micro-Organisms (EM)" reduce ammonia and greenhouse gas emissions from slurry stores?. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Bottcher, R.W. y Keener, K.M. y Munilla, R.D. y Wicklen, G.L. y Parbst, K.E., 1999: Field evaluation of a wet pad scrubber for controlling dust and odor emissions. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting, Toronto, Ontario, Canada, 18-21 July.
- Doumard, J. Y., 1987: Journeés Rech. Porcine en France, 19.
- Dourmad, J. Y. y Pomar, C. y Massé, D., 2002: Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. Journées de la Recherche Porcine, 34.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Guingand, N. y Granier, R., 1996: Étude de filières de dèsodorisation de l'air extrait de porcherie d'engraissement. Journées Rech. Porcine en France, 28.
- Guingand, N., 1996: Le ammoniac en porcherie. Institut Technique du Porc.
- Guingand, N., 2008: Le lavage d'air en élevages porcins. Techniporc, vol. 31, n°1.
- Hahne, J. y Vorlop, K-D, 2004: Waste Air Scrubbers Useful in Reducing Ammonia Emissions from Piggeries?. Landtechnik , 2.
- Hol, J.M.G. y Satter, I.H.G., 1998: Acid scrubbing of exhaust air from free-range layer breeders. Report 98-1002, DLO Instituut voor Milieu-en Agritechniek.
- Hol, J.M.G. y Weber, A.C. y Groot Koerkamp, P.W.G., 1999: Acid scrubbing of exhaust air from free-range layer breeders. Report P 99-23, DLO Instituut voor Milieu-en Agritechniek.
- Melse, R. W. y Ogink, W. M., 2005: Air Scrubbing techniques for ammonia and odor reduction at livestock operations: Review of on-farm research in the Netherlands. American Society of Agricultural Engineers, 48 (6), 2005.
- Melse, R.W. y Willers, H.C., 2004: Odour and ammonia removal from pig house exhaust air using a biotrickling filter. Water Sci. Tech. 50 (4).
- Scholtens, R. y Klarenbeek, J.V. y Bruins, M.A., 1988:Control of ammonia emissions with biofilters and bioscrubbers. Volatile emissions from livestock farming and sewage operations, Elsevier Applied Science.
- Van De Sande-Schellekens, A.L.P. y Backus, G.B.C., 1993: Experiences with air scrubbers on PROPRO farms with fattening pigs. Report P 1.93 Rosmalen, The Netherlands: Proefstation voor de Varkenshouderij.
- Verdoes, N. y Zonderland, J.J., 1999: The effect of a chemical air scrubber on ammonia emission from a growing-finishing pig house. Report P 4.39, Rosmalen, The Netherlands: Praktijkonderzoek Varkenshouderij.
- Vrielink, M.G.M. y Verdoes, N. y Van Gastel, J.P.B.F., 1997: Reducing the ammonia emission with a chemical air scrubber. Report P 4.39, Rosmalen, The Netherlands: Praktijkonderzoek Varkenshouderij.

- Wever, A.C. y Groot Koerkamp, P.W.G., 1993: Acid scrubbing of exhaust air from farrowing, dry, and pregnant sows. Report 99-126, DLO Instituut voor Milieu-en Agritechniek.

1.4. Porcino. Fase de lactación: foso en rampa

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.

- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.5. Porcino. Fase de transición: suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604.

- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.6. Porcino. Fase de cebo: suelo parcialmente enrejillado y foso reducido

- Aarnink, A.J.A., 1997. Ammonia emissions from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. Kok-Lyra Publishers, Kampen, The Netherlands. ISBN 90-5485-662-9.
- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network. .
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.

- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.7. Porcino. Fase de cebo: suelo totalmente enrejillado con foso en V

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

1.8. Avicultura de puesta: retirada frecuente de la gallinaza

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.

- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2002. Air quality measurements at laying hen house. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. International Symposium on Control of Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, Horsens, Denmark, June 2-4, pp. 161-171.
- Hendriks, J., Zoons, J., Capelle, W. 2002. Impact of management on the ammonia emission from broilers and laying hens. Agricultural Research Centre-Ghent, Department of Mechanisation, Labour, Building, Animal Welfare and Environmental Protection, Merelbeke. Belgium. EurAgEng.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.
- Xin, H., Liang, Y. 2002. Measurement of ammonia emissions from laying hen houses. Agricultural and Biosystems Engineering Department. Iowa State University. USA. Ames, Iowa 50011-3080.

1.9. Avicultura de puesta: secado de la gallinaza

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.

- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2002. Air quality measurements at laying hen house. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. International Symposium on Control of Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, Horsens, Denmark, June 2-4, pp. 161-171.
- Hendriks, J., Zoons, J., Capelle, W. 2002. Impact of management on the ammonia emission from broilers and laying hens. Agricultural Research Centre-Ghent, Department of Mechanisation, Labour, Building, Animal Welfare and Environmental Protection, Merelbeke. Belgium. EurAgEng.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.
- Xin, H., Liang, Y. 2002. Measurement of ammonia emissions from laying hen houses. Agricultural and Biosystems Engineering Department. Iowa State University. USA. Ames, Iowa 50011-3080.

1.10. Avicultura de puesta: jaulas enriquecidas

- Borso, F., Chiumenti, R. 1998. Poultry Housing and Manure Management Systems: Recent Developments in Italy as Regards Ammonia Emissions. Ramiran 1998.
- Braam, C.R., Smits, M.C.J., Gunnink, H., Swiestra, D. 1997. Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.
- Brunsch, R., Müller, H.J. 2003. Investigations of Odour and Gaseous Emissions from and Experimental Chicken House. International Symposium on Gaseous and Odour emissions from animal production facilities. Horsens 1-4 June 2003.
- Burton, D.L. Beachamp, E.G. 1986. Nitrogen losses from swine housings. Agricultural Wastes 15:59-74.
- PRTR-España. 2002. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Hendriks, J., Zoons, J., Cappelle, W., De Baere, K., Sonck, B. 2002. Impact of management on the ammonia emission from broiler and laying hens. EurAgEng Paper nº 02-SE-069
- Koerkamp, P.W.G., Metz, J., Uenk, G., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W. 1998. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 70. pp. 79-95.
- Kroodsma, W., Veld, J.W.H., Scholtens, R. 1993. Ammonia emission and reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35: 293-302.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000a. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000b. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- Ogink, N.W.M, Kroodsma, W. 1996. Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63: 197-204.
- Pedersen, S., Monteny, G.J., Xin, H., Takai, H. 2004. Progress in Research into Ammonia and Greenhouse Gas Emissions from Animal Production Facilities. Agricultural Engineering International. The CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited overview. Paper. Vol VI. August, 2004.
- SAS Institute, 1990. SAS®User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

- Swierstra, D., Smits, M.C.J., Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses for cattle solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.

1.11. Avicultura de carne: bebederos con pérdidas mínimas de agua

- Alexander, 1999. Biodegradation and Bioremediation. 2nd edition. Academic Press, San Diego, California.
- Amon, M., Dobeic, M., Sneath, R.W., Phillips, V.R., Misselbrook, T.H., Pain, B.F. 1997. A farm scale study on the use of clinoptilolite zeolite and de-odorase® for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. Bioresource Technology 61:229-237.
- Batlle, R., Batlle, W., Overcash, C., Fudge, S. 1994. Development and selection of ammonia emissions factors. Report 68-D3-0034, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
- Bicudo, J.R. 2002. Air quality and emissions from livestock and poultry production/waste management systems. National Center for Manure and Animal Waste Management, North Carolina State University, Raleigh, N.C.
- Bonazzi, G., Fabbri, C. 2005. A quick method to test the efficiency of different additives proposed for poultry litter. UNECE – Convention on Long Range Transboundary Air Pollution. Joint Meeting of the Ammonia Expert Group and the TFEIP Agriculture and Nature Panel. Segovia 2005.
- Borso, F., Chiumenti, R. 1998. Poultry Housing and Manure Management Systems: Recent Developments in Italy as Regards Ammonia Emissions. Ramiran 1998.
- Bowen, J.L. y Valiela, I. 2001. Historical changes in atmospheric nitrogen deposition to Cape Cod. Massachusetts, USA, Atmospheric Environment 35:1039-1051.
- Braam, C.R., Smits, M.C.J., Gunnink, H., Swiestra, D. 1997. Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.
- Brunsch, R., Müller, H.J. 2003. Investigations of Odour and Gaseous Emissions from and Experimental Chicken House. International Symposium on Gaseous and Odour emissions from animal production facilities. Horsens 1-4 June 2003.
- Burton, D.L. Beachamp, E.G. 1986. Nitrogen losses from swine housings. Agricultural Wastes 15:59-74.
- Casey, K.D., Gates, R.S., Wheler, E.F., Xin, H., Zajaczkouski, J.S., Topper, P.A., Liang, Y. 2003. Ammonia emission from Kentucky broiler houses during winter and spring. CASANZ Conference. Linking Air Pollution Science, Policy and Management. Newcastle, NSW, Australia.
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). 2002. Ammonia in the UK. DEFRA Publications.
- Demmers, T.G.M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Demmers, T.G.M., Burgess, L.R., Short, J.L., Phillips, V.R., Clark, J.A., Wathes, C.M. 1999. Ammonia emissions from two mechanically ventilated UK livestock buildings. Atmospheric Environment 33:217-227.
- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2004. Air Emission Characterization and Management. EPA Regional Priority AFO Science Question Synthesis Document. Eastern Research Group. Morrisville, North Carolina.
- EPER-España. 2002. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.

- Hendriks, J., Zoons, J., Cappelle, W., De Baere, K., Sonck, B. 2002. Impact of management on the ammonia emission from broiler and laying hens. EurAgEng Paper nº 02-SE-069.
- Hörnig, G., Brunsch, R. 2000. Drinking water additive reduce emissions of broiler houses. DGS-Magazin 18/2000: 25-29.
- Koerkamp, P.W.G., Metz, J., Uenk, G., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W. 1998. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 70. pp. 79-95.
- Kroodsma, W., Veld, J.W.H., Scholtens, R. 1993. Ammonia emission and reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35: 293-302.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE Nº 157, de 2 de marzo de 2002.
- Loehr, 1984. Pollution Control for Agriculture. 2nd edition. Academic Press, Orlando, Florida.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000a. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000b. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Ogink, N.W.M, Kroodsma, W. 1996. Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63: 197-204.
- Phillips, V.R., Holden, M.R., White, R.P., Sneath, R.W., Demmers, T.G.M., Wathes, C.M. 1995. Measuring and reducing gaseous and particulate air pollutants from UK livestock buildings. Proc. Seventh International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes, 241-251. Chicago IL, June 18-20.
- Safley, L.M., Casada, M.E. 1992. Global Methane Emissions from Livestock and Poultry Manure. U.S. Environmental Protection Agency, Report 400/1-91/048, Washington, DC.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.
- Sutton, M.A., Place, C.J., Eager, M., Fowler, D., Smith, R.I. 1995. Assessment of the magnitude of ammonia emissions in the United Kingdom. Atmospheric Environment 29:1393-1411.
- Swierstra, D., Smits, M.C.J., Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses for cattle solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.
- Wheeler, E.F., Zajaczkouski, J.S., Topper, P.A., Gates, R.S., Xin, H., Casey, K.D., Liang, Y. 2003. Ammonia emission from broiler houses in Pennsylvania during cold weather. International Symposium on Gaseous and Odour emissions from animal production facilities. Horsens 1-4 June 2003.

2. MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS PURINES O ESTIÉRCOLES EN LOS ALOJAMIENTOS

2.1. Porcino. Fase de gestación: vaciado frecuente de los fosos

- Aarnink, A.J.A., 1997. Ammonia emissions from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. Kok-Lyra Publishers, Kampen, The Netherlands. ISBN 90-5485-662-9
- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

- Brown, L., Brown, S. A., Phillips, V.R..2000. An inventory of nitrous oxide emission from agriculture in the UK using the IPCC methodology: emission estimate, uncertainty and sensitivity analysis. Institute of Grassland and Environmental Research. North Wyke. Devon. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 35 (2001) 1439-1449.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Dustan, A. 2002. Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden. JTI-raport. Lantbruk & Industri. 299. ISSN 1401-4963.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMI-RAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Laguë, C., Lemay, S. P. 2002. Greenhouse gas and odour emissions from pig production buildings and manure storage facilities methodology and preliminary results. University of Saskatchewan. Canada. CSAE/SCGR. Paper 02/604.
- Moss, A.R., 1993. Methane. Global Warming and Production by Animals. ADAS Drayton Research Centre, Feed Evaluation Unit, Chalcombe Publications. UK.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Pahl, O., Burton, C. H. 2000. The source and abatement of nitrous oxide emissions produced from the aerobic treatment of pig slurry to remove surplus nitrogen. Glasgow Caledonian University, Glasgow. UK. Selper Ltd. Environmental Technology. Vol. 22. pp 941-950.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.

2.2. Porcino. Fase de transición: vaciado frecuente de los fosos

- Aarnink, A.J.A., Hoeksma, P., Oewerkerk, E.N.J. 1993. Factors affecting ammonium concentration in slurry from fattening pigs. Pages 413-420. In Proc. of the First International Symposium on Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. EAAP Publications no. 69. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Aarnink, A.J.A., Keen, A., Metz, J.H.M., Speelman, L., Verstegen, M.W.A. 1995. Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slated floors. J. Agric. Eng. Research 62 (2): 105-116.

- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Arogo, J., Westerman, P.W., Heber, A.J., Robarge, W.P., Classen, J.J. 2002. Ammonia Emissions from Animal Feeding Operations. National Center of Manure and Animal Waste Management. North Carolina State University, Raleigh, N.C.
- Bonazzi, G., Fabbri, C., Valli, L. 1996. Options for controlling ammonia emissions from pig housing. Proceeding of the 7th FAO Network International Conference "Ramiran 1996", 9-10 October, Godollo (Hungary).
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Braam, C.R., Smits, M.C.J., Gunnink, H., Swiestra, D. 1997. Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.
- Burton, D.L. Beauchamp, E.G. 1986. Nitrogen losses from swine housings. Agricultural Wastes 15:59-74.
- Canh, T.T., Aarnink, A.J.A., Schulte, J.B., Sutton, A., Langhout, D.J., Verstergen, M.W.A. 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livestock Production Science 56: 181-191.
- Canh, T.T., Scrama, J.W., Aarnink, A.J.A., Verstergen, M.W.A., Van't Klooster, C.E., Heetkamp, M.J.W. 1998c. Effect of dietary fermentable fibre from pressed sugar beet pulp silage on ammonia emission from slurry of growing finishing pigs. Animal Science 67:583-590.
- Canh, T.T., Sutton, A., Aarnink, A.J.A., Verstergen, M.W.A., Schrama, J.W., Bakker, J.W. 1998b. Dietary Carbohydrates alter fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. Journal of Animal Science. 76: 1887-1895.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- Erickson, G.E., Milton, C.T., Klopfenstein, T.J. 2000. Dietary protein effects on nitrogen excretion and volatilisation in open dirt feedlots. In proc. of the 8th International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes 297-304. Des Moines, IA.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.

- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306
- Hobbs, P.J., Misselbrok, T.H., Pain, B.F. 1998. Emission rates of odorous compounds from pig slurries. J. Sci. Food. Agric. 77:341-348.
- Hoeksma, P., Verdoes, N., Oosthoek, J., Voermans, J.A.M. 1992. Reduction of ammonia volatilisation from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid. Livestock Production Science 31 (1-2): 121-132.
- Jacob, J.P., Ibrahim, S., Blair, R., Namkung, H., Paik, I.K. 2000a. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13:1561-1567.
- Jacob, J.P., Ibrahim, S., Blair, R., Namkung, H., Paik, I.K. 2000b. Using enzyme supplemented, reduced proteins diets to decrease nitrogen and phosphorous excretion of white leghorn hens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13: 1743-1749.
- James, T., Meyer, D., Esparza, E., Depeters, J., Perez-Monti, H. 1999. Effects of dietary nitrogen manipulation on ammonia volatilization from manure from Holstein heifers. Journal of Dairy Science 82: 2430-2439.
- Kay, R.M., Lee, P.A. 1997. Ammonia emission from pig buildings and characteristics of slurry produced by pigs offered low crude protein diets. Pages 253-259. In International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Rosmalen, The Netherlands.
- Kerr, B.J. 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. Page 47. In New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University.
- Kroodsma, W., Veld, J.W.H., Scholtens, R. 1993. Ammonia emission and reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35: 293-302.
- Laguë, C., Fonstad, T.A., Marquis, A., Lemay, S.P., Godbout, S., Joncas, R., Lagacé, R., Jaulin, L. 2004. Greenhouse Gas Emissions from Swine Operations in Québec and Saskatchewan: Benchmark Assessments. Department of Agricultural and Bioresource Engineering University of Saskatchewan. Prairie Swine Centre Inc. Final Scientific Report. January 2004. SaskPork Chair in Environmental Engineering for the Pork Industry.
- Lenis, N.P., Jongbloed, A.W. 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission. Review. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 12:305-327.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE Nº 157, de 2 de marzo de 2002.
- Lorimor, J., Hoff, S., O'Shughnessy, P. 2002. Emission Control Systems. Iowa Concentrated Animal Feeding Operation Air Quality Study. Iowa State University. http://www.public-health.uiowa.edu/ehsrc/CAFOstudy.htm.
- Mathison, G.W., Buchanan-Smith, J., Möhn, S., Ball, R.O. 1999. Feeding strategies for mitigation of greenhouse gas emissions. Consulting Report for the Agriculture and Agri-Food Round Table on Climate Change. Ottawa, Ontario.
- Misselbrook, T.H., Chadwichk, D.R., Pain, B.F., Headon, D.M. 1998. Dietary manipulation as a means of decreasing N losses and methane emissions and improving herbage N uptake following application of pig slurry to grassland. J. Agric. Sci. 130:183-191.
- Moehn, S., Ball, D.O., Atakora, J.K.A. 2003. Reduction of Greenhouse Gas Emissions in Swine by Diet Manipulation. Climate Change Funding Initiative in Agriculture. CCFIA 2001-2003 Project Report.
- Moehn S, Susenbeth A. 1995. Influence of dietary protein content of efficiency of energy utilization in growing pigs. Arch Tierernahr. 1995; 47(4): 361-72.
- Navarotto, P., Bonazzi, G., Fabbri, C., Guarino, M. 2000. New systems of manure removal to reduce gas emissions in existing pig housing. Proceeding of the 10th FAO Network International Conference "Ramiran 2002".
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000a. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000b. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.

- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Ogink, N.W.M, Kroodsma, W. 1996. Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63: 197-204.
- Osada, T., Rom, H.B., Dahl, P. 1998. Continuous Measurements of Nitrous Oxide and Methane Emission in Pig Units by Infrared Photoacoustic Detection. Transactions of the ASAE 41 (4): 1109-1114.
- Powers, W. Emerging air quality issues and the impact on animal agriculture: management and nutritional strategies. 2002. Proceedings of the Maryland Nutrition Conference, Timonium, Maryland, March 26-28, 2002.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.
- Smith, M.C.J., Valk, H., Elzing, A., Keen, A. 1995. Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle. Livestock Production Science 44: 147-156. Snowyink, V.L. and D. Jenkins. 1980. Water Chemistry. New York: Wiley.
- Sutton, A.J., Kephart, K.B., Patterson, J.A., Mumma, R., Kelly, D.T., Bogus, E., Don, B.S., Jones, D.D., Heber, A.J. 1997. Dietary manipulation to reduce ammonia and odorous compounds in excreta and anaerobic manure storage. Pages 245-252. In International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Rosmalen, The Netherlands.
- Sutton, A.L., Kephart, K.B., Verstegen, M.W.A., Canh, T.T., Hobbs, P.J. 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. Journal of Animal Science 77: 430-439.
- Swierstra, D., Smits, M.C.J., Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses for cattle solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.
- Tamminga, S. 1992. Gaseous pollutants produced by farm animal enterprises. In Farm Animals and the Environment, eds. C. Phillips and D. Piggins, ch. 20, 345-357. Tucson, AZ: CAB International.

2.3. Porcino. Fase de cebo: vaciado frecuente de los fosos

- Aarnink, A.J.A., Hoeksma, P., Oewerkerk, E.N.J. 1993. Factors affecting ammonium concentration in slurry from fattening pigs. Pages 413-420. In Proc. of the First International Symposium on Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. EAAP Publications no. 69. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Aarnink, A.J.A., Keen, A., Metz, J.H.M., Speelman, L., Verstegen, M.W.A. 1995. Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slated floors. J. Agric. Eng. Research 62 (2): 105-116.
- Amon, B., Pöllinger, A., Kryvoruchko, V., Mösenbacher, I., Hausleitner, A., Amon, T., 2004. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Arogo, J., Westerman, P.W., Heber, A.J., Robarge, W.P., Classen, J.J. 2002. Ammonia Emissions from Animal Feeding Operations. National Center of Manure and Animal Waste Management. North Carolina State University, Raleigh, N.C.
- Bonazzi, G., Fabbri, C., Valli, L. 1996. Options for controlling ammonia emissions from pig housing. Proceeding of the 7th FAO Network International Conference "Ramiran 1996", 9-10 October, Godollo (Hungary).
- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Braam, C.R., Smits, M.C.J., Gunnink, H., Swiestra, D. 1997. Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.
- Burton, D.L. Beachamp, E.G. 1986. Nitrogen losses from swine housings. Agricultural Wastes 15:59-74.

- Canh, T.T., Aarnink, A.J.A., Schulte, J.B., Sutton, A., Langhout, D.J., Verstergen, M.W.A. 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livestock Production Science 56: 181-191.
- Canh, T.T., Scrama, J.W., Aarnink, A.J.A., Verstergen, M.W.A., Van't Klooster, C.E., Heetkamp, M.J.W. 1998c. Effect of dietary fermentable fibre from pressed sugar beet pulp silage on ammonia emission from slurry of growing finishing pigs. Animal Science 67:583-590.
- Canh, T.T., Sutton, A., Aarnink, A.J.A., Verstergen, M.W.A., Schrama, J.W., Bakker, J.W. 1998b. Dietary Carbohydrates alter fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. Journal of Animal Science. 76: 1887-1895.
- Demmers, T. G. M., Burgess, L. R. 1999. Ammonia emissions for two mechanically ventilated UK livestock building. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. UK. Elsevier Science Ltd. Atmospheric Environment 33 (1999) 217-227.
- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- Erickson, G.E., Milton, C.T., Klopfenstein, T.J. 2000. Dietary protein effects on nitrogen excretion and volatilisation in open dirt feedlots. In proc. of the 8th International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes 297-304. Des Moines, IA.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Heber, A. J., Duggirala, R. K., Keener, K.M. 1997. Field performance of a pit additive tested in commercial grow finish houses. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University. Swine Day. August 28, 1997.
- Heber, A. J., Jones, D. 1996. Indoor air quality. Controlling ammonia gas in swine buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Heber, A. J., Lim, T., Ni, J. Q. 2001. Odour, ammonia and hydrogen sulphide emissions factors for grow finish buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. National Pork Producers Council. 1776 NW 114th St. Clive, IA 50325.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306.
- Hobbs, P.J., Misselbrok, T.H., Pain, B.F. 1998. Emission rates of odorous compounds from pig slurries. J. Sci. Food. Agric. 77:341-348.
- Hoeksma, P., Verdoes, N., Oosthoek, J., Voermans, J.A.M. 1992. Reduction of ammonia volatilisation from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid. Livestock Production Science 31 (1-2): 121-132.
- Jacob, J.P., Ibrahim, S., Blair, R., Namkung, H., Paik, I.K. 2000a. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13:1561-1567.
- Jacob, J.P., Ibrahim, S., Blair, R., Namkung, H., Paik, I.K. 2000b. Using enzyme supplemented, reduced proteins diets to decrease nitrogen and phosphorous excretion of white leghorn hens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13: 1743-1749.
- James, T., Meyer, D., Esparza, E., Depeters, J., Perez-Monti, H. 1999. Effects of dietary nitrogen manipulation on ammonia volatilization from manure from Holstein heifers. Journal of Dairy Science 82: 2430-2439.

- Kay, R.M., Lee, P.A. 1997. Ammonia emission from pig buildings and characteristics of slurry produced by pigs offered low crude protein diets. Pages 253-259. In International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Rosmalen, The Netherlands.
- Kerr, B.J. 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. Page 47. In New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University.
- Kroodsma, W., Veld, J.W.H., Scholtens, R. 1993. Ammonia emission and reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35: 293-302.
- Laguë, C., Fonstad, T.A., Marquis, A., Lemay, S.P., Godbout, S., Joncas, R., Lagacé, R., Jaulin, L. 2004. Greenhouse Gas Emissions from Swine Operations in Québec and Saskatchewan: Benchmark Assessments. Department of Agricultural and Bioresource Engineering University of Saskatchewan. Prairie Swine Centre Inc. Final Scientific Report. January 2004. SaskPork Chair in Environmental Engineering for the Pork Industry.
- Lenis, N.P., Jongbloed, A.W. 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission. Review. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 12:305-327.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE N° 157, de 2 de marzo de 2002.
- Lorimor, J., Hoff, S., O'Shughnessy, P. 2002. Emission Control Systems. Iowa Concentrated Animal Feeding Operation Air Quality Study. Iowa State University. http://www.public-health.uiowa.edu/ehsrc/CAFOstudy.htm.
- Mathison, G.W., Buchanan-Smith, J., Möhn, S., Ball, R.O. 1999. Feeding strategies for mitigation of greenhouse gas emissions. Consulting Report for the Agriculture and Agri-Food Round Table on Climate Change. Ottawa, Ontario.
- Moehn, S., Ball, D.O., Atakora, J.K.A. 2003. Reduction of Greenhouse Gas Emissions in Swine by Diet Manipulation. Climate Change Funding Initiative in Agriculture. CCFIA 2001-2003 Project Report.
- Moehn S, Susenbeth A. 1995. Influence of dietary protein content of efficiency of energy utilization in growing pigs. Arch Tierernahr. 1995; 47(4): 361-72.
- Navarotto, P., Bonazzi, G., Fabbri, C., Guarino, M. 2000. New systems of manure removal to reduce gas emissions in existing pig housing. Proceeding of the 10th FAO Network International Conference "Ramiran 2002".
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia emission from a large mechanically ventilated swine building during warm weather. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. J. Environ. Qual. 29:751-758.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. Hagenstein, P. R., Cromwell, G. L., Moon, H. W., Orians, G., et al. 2002. The Scientific Basis for Estimating Emissions from Animal Feeding Operations. National Research Council. USA. The National Academies Press.
- Ogink, N.W.M, Kroodsma, W. 1996. Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63: 197-204.
- Osada, T., Rom, H.B., Dahl, P. 1998. Continuous Measurements of Nitrous Oxide and Methane Emission in Pig Units by Infrared Photoacoustic Detection. Transactions of the ASAE 41 (4): 1109-1114.
- Powers, W. Emerging air quality issues and the impact on animal agriculture: management and nutritional strategies. 2002. Proceedings of the Maryland Nutrition Conference, Timonium, Maryland, March 26-28, 2002.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.
- Smith, M.C.J., Valk, H., Elzing, A., Keen, A. 1995. Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle. Livestock Production Science 44: 147-156. Snowyink, V.L. and D. Jenkins. 1980. Water Chemistry. New York: Wiley.
- Sutton, A.J., Kephart, K.B., Patterson, J.A., Mumma, R., Kelly, D.T., Bogus, E., Don, B.S., Jones, D.D., Heber, A.J. 1997. Dietary manipulation to reduce ammonia and odorous compounds in excreta and anaerobic manure storage. Pages 245-252. In International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Rosmalen, The Netherlands.
- Sutton, A.L., Kephart, K.B., Verstegen, M.W.A., Canh, T.T., Hobbs, P.J. 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. Journal of Animal Science 77: 430-439
- Swierstra, D., Smits, M.C.J., Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses for cattle solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.

- Tamminga, S. 1992. Gaseous pollutants produced by farm animal enterprises. In Farm Animals and the Environment, eds. C. Phillips and D. Piggins, ch. 20, 345-357. Tucson, AZ: CAB International.

3. TÉCNICAS NUTRICIONALES

3.1. Porcino. Fase de transición: dieta baja en proteína

- Aarnink AJA, Verstegen MWA, 2007. Nutrition. Key factor to reduce environmental load from pig production. Livest Sci 109: 194-203.
- Ball RO, Möhn S, 2003. Feeding strategies to reduce greenhouse gas emissions from pigs. Adv Pork Prod 14: 301-311.
- Canh TT, Verstegen MWA, Aarnink AJA, Schrama JW, 1997. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. J Anim Sci 75: 700-706.
- Canh TT, Aarnink AJA, Schutte JB, Sutton A, Langhout DJ, Verstegen MWA, 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livest Prod Sci 56: 181-191.
- Canh TT, Sutton AL, Aarnink MWA, Verstegen MWA, Schrama JW, Bakker GCM, 1998b. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. J Anim Sci 76: 1887-1895.
- Chabeauti E, Noblet J, Carre B, 1991. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. Anim Feed Sci Technol 32: 207-213.
- Choct M, Dersjant-Li Y, McLeish J, Peisker M, 2010. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. Asian-Aust J Anim Sci 23(10): 1386-1398.
- Clark OG, Moehn S, Price JD, Zhang Y, Sauer WC, Morin B, Feddes JJ, Leonard JJ, Atakora JKA, et al., 2006. Diet manipulation to control odor and gas emission from swine production. In: Climate change and managed ecosystems. Taylor & Francis Group. LLC. pp 295-318.
- Cortus EL, 2006. A dynamic model of ammonia production within grow-finish barns. Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research . University of Saskatchewan. Department of Bioresource Engineering. Saskatoon, Canada.
- Guiziou F, Dourmad JY, Saint-Cast P, Picard S, Daumer ML, 2006. Reducing ammonia volatilization from pig slurry through the reduction of dietary crude protein and the incorporation on benzoic acid. 12th Ramiran Int. Conf. Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, vol. 1. Danish Inst. Agric. Sci. Report No. 122. pp: 71–74.
- Han IK, Lee JK, Piao XS, Defa L, 2001. Feeding and management system to reduce environmental pollution in swine production. Asian-Aust J Anim Sci 14: 432.
- Hansen JA, Knabe DA, Burgoon KG, 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. J Anim Sci 71: 452-458.
- Hobbs PJ, Pain BF, Kay RM, Lee PA, 1996. Reduction of odourous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. J Sci Food Agr 71: 508–514.
- IPCC, 2006. N2O emission from managed soils, and CO2 emission from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. CC/OECD/IEA.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Jensen BB, 1996. Methanogenesis in monogastric animals. Environ Monit Assess 42: 99-112.
- Kerr BJ, 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University. pp: 47-68.
- Latimier P, Dourmad JY, 1993. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69.
- Le Bellego L, Noblet J, 2002. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livest Prod Sci 76: 45-58.
- Le PD, Aarnink AJA, Jongbloed AW, Van der Peet-Schwering CMC, Ogink NWM, Verstegen MWA, 2008. Interactive effects of dietary crude protein and fermentable carbohydrate levels on odour from pig manure. Livest Sci 114: 48–61.

- Lenis NP, Jongbloed AW, 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase, and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission — review. Asian- Aus J Anim Sci 12: 305-327.
- Mackie RI, Stroot PG, Varel VH, 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. J Anim Sci 76: 1331-1342.
- Martin AK, 1982. The origin of urinary aromatic compounds excreted by the ruminants 2. The metabolism of phenolic cinnamic acids to benzoic acid. Brit J Nutr 47: 155–164.
- Montalvo, G, J. Morales, C. Pineiro, S. Godbout, M. Bigeriego. Effect of different dietary strategies on gas emissions and growth performance in post-weaned piglets. Spanish Journal of Agricultural Research 2013 11(4): 1016-1027.
- Mroz Z, Jongbloed AW, Vreman K, Canh TT, van Diepen TM, Kemme PA, Kogut J, Aarnink AJA, 1996. The effect of different dietary cation-anion supply on excreta composition and nutrient balance in growing pigs. Institute for Animal Science and Health. Report 96.028, Lelystad, The Netherlands.
- NRC, 1997. Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, 10th Edition. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 2003. Air emission from animal feeding operations. Current knowledge. Future needs. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- Nyachoti CM, Omogbenigun FO, Rademacher M, Blank G, 2006. Performance responses and indicators of gastrointestinal heath in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. J Anim Sci 84: 125-134.
- SAS, 2002. SAS/STAT/IML users guide, Vers.9, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sauer W, Cervantes M, Yanez J, Araiza B, Murdoch G, Morales A, Zijlstra RT, 2008. Effect of dietary inclusion of benzoic acid on mineral balance in growing pigs. Livest Sci 122: 162-168.
- Shriver JA, Carter SD, Sutton AL, Richert BT, Senne BW, Pettey LA, 2002. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. J Anim Sci 81: 492-502.
- Sutton AL, Kephart KB, Patterson JA, Mumma R, Kelly DT, Bogus E, Jones DD, Heber A, 1996. Manipulating swine diets to reduce ammonia and odor emission. Proc. Int. Conf. on Air Pollution from Agricultural Operations. Publication C-3. Midwest Plan Service. Ames. IA, USA. 445-452.
- Torrallardona D, Badiola JI, Broz J, 2005. Efficacy of benzoic acid in the feeding of weanling pigs. 56th Annual Meeting of EAAP. Uppsala. 5-8 June. p 329.
- Zervas S, Zijlstra RT, 2002. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. J Anim Sci 80: 3247-3256.
- Zhu JQ, Fowler VR, Fuller MF, 1993. Assessment of fermentation in growing pigs given unmolassed sugar-beet pulp: a stoichiometric approach. Br J Nutr 69: 511-525.

3.2. Porcino. Fase de transición: uso de piensos con materias primas ricas en polisacáridos no amiláceos.

- Aarnink AJA, Verstegen MWA, 2007. Nutrition. Key factor to reduce environmental load from pig production. Livest Sci 109: 194-203.
- Ball RO, Möhn S, 2003. Feeding strategies to reduce greenhouse gas emissions from pigs. Adv Pork Prod 14: 301-311.
- Canh TT, Verstegen MWA, Aarnink AJA, Schrama JW, 1997. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. J Anim Sci 75: 700-706.
- Canh TT, Aarnink AJA, Schutte JB, Sutton A, Langhout DJ, Verstegen MWA, 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livest Prod Sci 56: 181-191.
- Canh TT, Sutton AL, Aarnink MWA, Verstegen MWA, Schrama JW, Bakker GCM, 1998b. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. J Anim Sci 76: 1887-1895.
- Chabeauti E, Noblet J, Carre B, 1991. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. Anim Feed Sci Technol 32: 207-213.

- Choct M, Dersjant-Li Y, McLeish J, Peisker M, 2010. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. Asian-Aust J Anim Sci 23(10): 1386-1398.
- Clark OG, Moehn S, Price JD, Zhang Y, Sauer WC, Morin B, Feddes JJ, Leonard JJ, Atakora JKA, et al., 2006. Diet manipulation to control odor and gas emission from swine production. In: Climate change and managed ecosystems. Taylor & Francis Group. LLC. pp 295-318
- Cortus EL, 2006. A dynamic model of ammonia production within grow-finish barns. Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research . University of Saskatchewan. Department of Bioresource Engineering. Saskatoon, Canada.
- Guiziou F, Dourmad JY, Saint-Cast P, Picard S, Daumer ML, 2006. Reducing ammonia volatilization from pig slurry through the reduction of dietary crude protein and the incorporation on benzoic acid. 12th Ramiran Int. Conf. Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, vol. 1. Danish Inst. Agric. Sci. Report No. 122. pp: 71–74.
- Han IK, Lee JK, Piao XS, Defa L, 2001. Feeding and management system to reduce environmental pollution in swine production. Asian-Aust J Anim Sci 14: 432.
- Hansen JA, Knabe DA, Burgoon KG, 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. J Anim Sci 71: 452-458.
- Hobbs PJ, Pain BF, Kay RM, Lee PA, 1996. Reduction of odourous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. J Sci Food Agr 71: 508–514.
- IPCC, 2006. N2O emission from managed soils, and CO2 emission from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. CC/OECD/IEA.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Jensen BB, 1996. Methanogenesis in monogastric animals. Environ Monit Assess 42: 99-112.
- Kerr BJ, 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University. pp: 47-68.
- Latimier P, Dourmad JY, 1993. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69.
- Le Bellego L, Noblet J, 2002. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livest Prod Sci 76: 45-58.
- Le PD, Aarnink AJA, Jongbloed AW, Van der Peet-Schwering CMC, Ogink NWM, Verstegen MWA, 2008. Interactive effects of dietary crude protein and fermentable carbohydrate levels on odour from pig manure. Livest Sci 114: 48–61.
- Lenis NP, Jongbloed AW, 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase, and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission — review. Asian- Aus J Anim Sci 12: 305-327.
- Mackie RI, Stroot PG, Varel VH, 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. J Anim Sci 76: 1331-1342.
- Martin AK, 1982. The origin of urinary aromatic compounds excreted by the ruminants 2. The metabolism of phenolic cinnamic acids to benzoic acid. Brit J Nutr 47: 155–164.
- Montalvo, G, J. Morales, C. Pineiro, S. Godbout, M. Bigeriego. Effect of different dietary strategies on gas emissions and growth performance in post-weaned piglets. Spanish Journal of Agricultural Research 2013 11(4): 1016-1027.
- Mroz Z, Jongbloed AW, Vreman K, Canh TT, van Diepen TM, Kemme PA, Kogut J, Aarnink AJA, 1996. The effect of different dietary cation-anion supply on excreta composition and nutrient balance in growing pigs. Institute for Animal Science and Health. Report 96.028, Lelystad, The Netherlands.
- NRC, 1997. Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, 10th Edition. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.

- NRC, 2003. Air emission from animal feeding operations. Current knowledge. Future needs. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- Nyachoti CM, Omogbenigun FO, Rademacher M, Blank G, 2006. Performance responses and indicators of gastrointestinal heath in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. J Anim Sci 84: 125-134.
- SAS, 2002. SAS/STAT/IML users guide, Vers.9, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sauer W, Cervantes M, Yanez J, Araiza B, Murdoch G, Morales A, Zijlstra RT, 2008. Effect of dietary inclusion of benzoic acid on mineral balance in growing pigs. Livest Sci 122: 162-168.
- Shriver JA, Carter SD, Sutton AL, Richert BT, Senne BW, Pettey LA, 2002. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. J Anim Sci 81: 492-502.
- Sutton AL, Kephart KB, Patterson JA, Mumma R, Kelly DT, Bogus E, Jones DD, Heber A, 1996. Manipulating swine diets to reduce ammonia and odor emission. Proc. Int. Conf. on Air Pollution from Agricultural Operations. Publication C-3. Midwest Plan Service. Ames. IA, USA. 445-452.
- Torrallardona D, Badiola JI, Broz J, 2005. Efficacy of benzoic acid in the feeding of weanling pigs. 56th Annual Meeting of EAAP. Uppsala. 5-8 June. p 329.
- Zervas S, Zijlstra RT, 2002. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. J Anim Sci 80: 3247-3256.
- Zhu JQ, Fowler VR, Fuller MF, 1993. Assessment of fermentation in growing pigs given unmolassed sugar-beet pulp: a stoichiometric approach. Br J Nutr 69: 511-525.

3.3. Porcino. Fase de transición: uso de acidificantes para el pienso

- Aarnink AJA, Verstegen MWA, 2007. Nutrition. Key factor to reduce environmental load from pig production. Livest Sci 109: 194-203.
- Ball RO, Möhn S, 2003. Feeding strategies to reduce greenhouse gas emissions from pigs. Adv Pork Prod 14: 301-311.
- Canh TT, Verstegen MWA, Aarnink AJA, Schrama JW, 1997. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. J Anim Sci 75: 700-706.
- Canh TT, Aarnink AJA, Schutte JB, Sutton A, Langhout DJ, Verstegen MWA, 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livest Prod Sci 56: 181-191.
- Canh TT, Sutton AL, Aarnink MWA, Verstegen MWA, Schrama JW, Bakker GCM, 1998b. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. J Anim Sci 76: 1887-1895.
- Chabeauti E, Noblet J, Carre B, 1991. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. Anim Feed Sci Technol 32: 207-213.
- Choct M, Dersjant-Li Y, McLeish J, Peisker M, 2010. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. Asian-Aust J Anim Sci 23(10): 1386-1398.
- Clark OG, Moehn S, Price JD, Zhang Y, Sauer WC, Morin B, Feddes JJ, Leonard JJ, Atakora JKA, et al., 2006. Diet manipulation to control odor and gas emission from swine production. In: Climate change and managed ecosystems. Taylor & Francis Group. LLC. pp 295-318
- Cortus EL, 2006. A dynamic model of ammonia production within grow-finish barns. Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research . University of Saskatchewan. Department of Bioresource Engineering. Saskatoon, Canada.
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Scientific Opinion on the safety and efficacy of VevoVitall® (benzoic acid) as feed additive for pigs for reproduction. EFSA Journal 2012;10(7):2775. [11 pp] doi:10.2903/j.efsa 2012.2775.
- Guiziou F, Dourmad JY, Saint-Cast P, Picard S, Daumer ML, 2006. Reducing ammonia volatilization from pig slurry through the reduction of dietary crude protein and the incorporation on benzoic acid. 12th Ramiran Int. Conf. Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, vol. 1. Danish Inst. Agric. Sci. Report No. 122. pp: 71–74.
- Han IK, Lee JK, Piao XS, Defa L, 2001. Feeding and management system to reduce environmental pollution in swine production. Asian-Aust J Anim Sci 14: 432.

- Hansen JA, Knabe DA, Burgoon KG, 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. J Anim Sci 71: 452-458.
- Hobbs PJ, Pain BF, Kay RM, Lee PA, 1996. Reduction of odourous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. J Sci Food Agr 71: 508–514.
- IPCC, 2006. N2O emission from managed soils, and CO2 emission from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. CC/OECD/IEA.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Jensen BB, 1996. Methanogenesis in monogastric animals. Environ Monit Assess 42: 99-112.
- Kerr BJ, 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University. pp: 47-68.
- Latimier P, Dourmad JY, 1993. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69.
- Le Bellego L, Noblet J, 2002. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livest Prod Sci 76: 45-58.
- Le PD, Aarnink AJA, Jongbloed AW, Van der Peet-Schwering CMC, Ogink NWM, Verstegen MWA, 2008. Interactive effects of dietary crude protein and fermentable carbohydrate levels on odour from pig manure. Livest Sci 114: 48–61.
- Lenis NP, Jongbloed AW, 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase, and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission — review. Asian- Aus J Anim Sci 12: 305-327.
- Mackie RI, Stroot PG, Varel VH, 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. J Anim Sci 76: 1331-1342.
- Martin AK, 1982. The origin of urinary aromatic compounds excreted by the ruminants 2. The metabolism of phenolic cinnamic acids to benzoic acid. Brit J Nutr 47: 155–164.
- Montalvo, G, J. Morales, C. Pineiro, S. Godbout, M. Bigeriego. Effect of different dietary strategies on gas emissions and growth performance in post-weaned piglets. Spanish Journal of Agricultural Research 2013 11(4): 1016-1027.
- Mroz Z, Jongbloed AW, Vreman K, Canh TT, van Diepen TM, Kemme PA, Kogut J, Aarnink AJA, 1996. The effect of different dietary cation-anion supply on excreta composition and nutrient balance in growing pigs. Institute for Animal Science and Health. Report 96.028, Lelystad, The Netherlands.
- NRC, 1997. Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, 10th Edition. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 2003. Air emission from animal feeding operations. Current knowledge. Future needs. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- Nyachoti CM, Omogbenigun FO, Rademacher M, Blank G, 2006. Performance responses and indicators of gastrointestinal heath in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. J Anim Sci 84: 125-134.
- SAS, 2002. SAS/STAT/IML users guide, Vers.9, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sauer W, Cervantes M, Yanez J, Araiza B, Murdoch G, Morales A, Zijlstra RT, 2008. Effect of dietary inclusion of benzoic acid on mineral balance in growing pigs. Livest Sci 122: 162-168.
- Shriver JA, Carter SD, Sutton AL, Richert BT, Senne BW, Pettey LA, 2002. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. J Anim Sci 81: 492-502.
- Sutton AL, Kephart KB, Patterson JA, Mumma R, Kelly DT, Bogus E, Jones DD, Heber A, 1996. Manipulating swine diets to reduce ammonia and odor emission. Proc. Int. Conf. on Air Pollution from Agricultural Operations. Publication C-3. Midwest Plan Service. Ames. IA, USA. 445-452.
- Torrallardona D, Badiola JI, Broz J, 2005. Efficacy of benzoic acid in the feeding of weanling pigs. 56th Annual Meeting of EAAP. Uppsala. 5-8 June. p 329.

- Zervas S, Zijlstra RT, 2002. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. J Anim Sci 80: 3247-3256.
- Zhu JQ, Fowler VR, Fuller MF, 1993. Assessment of fermentation in growing pigs given unmolassed sugar-beet pulp: a stoichiometric approach. Br J Nutr 69: 511-525.

3.4. Porcino. Fase de cebo: dieta baja en proteína

- Aarnink AJA, Verstegen MWA, 2007. Nutrition. Key factor to reduce environmental load from pig production. Livest Sci 109: 194-203.
- Ball RO, Möhn S, 2003. Feeding strategies to reduce greenhouse gas emissions from pigs. Adv Pork Prod 14: 301-311.
- Canh TT, Verstegen MWA, Aarnink AJA, Schrama JW, 1997. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. J Anim Sci 75: 700-706.
- Canh TT, Aarnink AJA, Schutte JB, Sutton A, Langhout DJ, Verstegen MWA, 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livest Prod Sci 56: 181-191.
- Canh TT, Sutton AL, Aarnink MWA, Verstegen MWA, Schrama JW, Bakker GCM, 1998b. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. J Anim Sci 76: 1887-1895.
- Chabeauti E, Noblet J, Carre B, 1991. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. Anim Feed Sci Technol 32: 207-213.
- Choct M, Dersjant-Li Y, McLeish J, Peisker M, 2010. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. Asian-Aust J Anim Sci 23(10): 1386-1398.
- Clark OG, Moehn S, Price JD, Zhang Y, Sauer WC, Morin B, Feddes JJ, Leonard JJ, Atakora JKA, et al., 2006. Diet manipulation to control odor and gas emission from swine production. In: Climate change and managed ecosystems. Taylor & Francis Group. LLC. pp 295-318
- Cortus EL, 2006. A dynamic model of ammonia production within grow-finish barns. Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research . University of Saskatchewan. Department of Bioresource Engineering. Saskatoon, Canada.
- Guiziou F, Dourmad JY, Saint-Cast P, Picard S, Daumer ML, 2006. Reducing ammonia volatilization from pig slurry through the reduction of dietary crude protein and the incorporation on benzoic acid. 12th Ramiran Int. Conf. Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, vol. 1. Danish Inst. Agric. Sci. Report No. 122. pp: 71–74.
- Han IK, Lee JK, Piao XS, Defa L, 2001. Feeding and management system to reduce environmental pollution in swine production. Asian-Aust J Anim Sci 14: 432.
- Hansen JA, Knabe DA, Burgoon KG, 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. J Anim Sci 71: 452-458.
- Hobbs PJ, Pain BF, Kay RM, Lee PA, 1996. Reduction of odourous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. J Sci Food Agr 71: 508–514.
- IPCC, 2006. N2O emission from managed soils, and CO2 emission from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. CC/OECD/IEA.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Jensen BB, 1996. Methanogenesis in monogastric animals. Environ Monit Assess 42: 99-112.
- Kerr BJ, 1995. Nutritional strategies for waste reduction management. New horizons in animal nutrition and health. The Institute of Nutrition, North Carolina State University. pp: 47-68.
- Latimier P, Dourmad JY, 1993. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69.
- Le Bellego L, Noblet J, 2002. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livest Prod Sci 76: 45-58.

- Le PD, Aarnink AJA, Jongbloed AW, Van der Peet-Schwering CMC, Ogink NWM, Verstegen MWA, 2008. Interactive effects of dietary crude protein and fermentable carbohydrate levels on odour from pig manure. Livest Sci 114: 48–61.
- Lenis NP, Jongbloed AW, 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase, and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission — review. Asian- Aus J Anim Sci 12: 305-327.
- Mackie RI, Stroot PG, Varel VH, 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. J Anim Sci 76: 1331-1342.
- Martin AK, 1982. The origin of urinary aromatic compounds excreted by the ruminants 2. The metabolism of phenolic cinnamic acids to benzoic acid. Brit J Nutr 47: 155–164.

  Mroz Z, Jongbloed AW, Vreman K, Canh TT, van Diepen TM, Kemme PA, Kogut J, Aarnink AJA, 1996. The effect of different dietary cation-anion supply on excreta composition and nutrient balance in growing pigs. Institute for Animal Science and Health. Report 96.028, Lelystad, The Netherlands.
- NRC, 1997. Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, 10th Edition. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- NRC, 2003. Air emission from animal feeding operations. Current knowledge. Future needs. National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- Nyachoti CM, Omogbenigun FO, Rademacher M, Blank G, 2006. Performance responses and indicators of gastrointestinal heath in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. J Anim Sci 84: 125-134.
- SAS, 2002. SAS/STAT/IML users guide, Vers.9, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sauer W, Cervantes M, Yanez J, Araiza B, Murdoch G, Morales A, Zijlstra RT, 2008. Effect of dietary inclusion of benzoic acid on mineral balance in growing pigs. Livest Sci 122: 162-168.
- Shriver JA, Carter SD, Sutton AL, Richert BT, Senne BW, Pettey LA, 2002. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. J Anim Sci 81: 492-502.
- Sutton AL, Kephart KB, Patterson JA, Mumma R, Kelly DT, Bogus E, Jones DD, Heber A, 1996. Manipulating swine diets to reduce ammonia and odor emission. Proc. Int. Conf. on Air Pollution from Agricultural Operations. Publication C-3. Midwest Plan Service. Ames. IA, USA. 445-452.
- Torrallardona D, Badiola JI, Broz J, 2005. Efficacy of benzoic acid in the feeding of weanling pigs. 56th Annual Meeting of EAAP. Uppsala. 5-8 June. p 329.
- Zervas S, Zijlstra RT, 2002. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. J Anim Sci 80: 3247-3256.
- Zhu JQ, Fowler VR, Fuller MF, 1993. Assessment of fermentation in growing pigs given unmolassed sugar-beet pulp: a stoichiometric approach. Br J Nutr 69: 511-525.

4. USO DE ADITIVOS PARA EL PURÍN

- Amon, B., Sryvoruchko, V., Amon, T., Moitzi, G. 2004. Can the additive "Effective Micro-Organisms (EM)" reduce ammonia and greenhouse gas emissions from slurry stores?. Inst. Of Agricultural, Environmental and Energy Engineering (ILUET), University of Agricultural Sciences, Peter-Jordanstrasse 82, A-1190 Wien. Austria. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Andersson, M. 1996. Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Swedish. J. agric. Engng. Res. (1996) 65, 213-222.
- Andersson, M. 1994. Performance of Additives in Reducing Ammonia Emissions from Cow Slurry. Rapport 1994: 93. Swedish University of Agricultural Sciences, Dep. of Agricultural Biosystems and Technology, Alnarp, Sweeden.
- Bicudo, J. 1998. Manure and feed additives. Biosystem and Agricultural Engeneering Department. University of Minesota. http://www.bae.umn.edu/extens/ennotes/enfall98/manure.html.

- Borso, F., Chiumenti, A., Landa, A., Rodar, T., 2004. Gaseous emissions from alternative housing systems for laying hens. Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, University of Udine. Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- Braam, C.R., Smits, M.C.J., Gunnink, H., Swiestra, D. 1997. Ammonia emission from a double-sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.
- Burton, D.L. Beauchamp, E.G. 1986. Nitrogen losses from swine housings. Agricultural Wastes 15:59-74.
- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- Fabbri, C., Valli, L., Bonazzi, G. 2002. Ammonia emissions from two different flooring systems for heavy pigs. Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Proceedings of the 10th International Conference of the RAMIRAN Network.
- Fabbri, C., Valli, L., Guarino, M., Mazzotta, V., 2004. Ammonia, Methane, Nitrous Oxide and Particulate Matter emissions in two different buildings for laying hens. Research Centre on Animal Production – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy. Abstracts of the 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- FEDNA. 1999. Normas de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal para la formulación de piensos compuestos. C. de Blas, P. García, and G.G. Mateos. Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Fenyvesi, L., Mátyás, I. Et al. 2000. Possibilities for Reducing Gas-Emission of Animal Husbandry. Dept. of Animal Husbandry and Fodder Process, Hungarian Institute of Agricultural Engineering. Hungary. 2nd Agricultural Engineering Conference of Central and East European Countries.
- Groenestein, C.M. 1993. Animal waste management and emission of ammonia from livestock housing systems: field studies. Livestock Environment IV. Proceedings of the fourth International Symposium, Coventyr. 1169-1175.
- Heber, A. J., Ni, J. Q. 2000. Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. ASAE Member Engineer. USA. American Society of Agricultural Engineers 0001-235 1/00/4306
- Hendriks, J., d. Berckmans, and C. Vinckier. 1998. Field test of Bio- additives to reduce ammonia emmision from and ammonia concentration in pig houses. ASHRAE Trans. 104 part. 1 http://www.confex.com/store/items/ashrae/SF-98-26-4.htm.
- Johnson, J. 1997. Final Report: "Evaluation of comercial Manure Additives". Agricultural Institute Research University (AURI). http://www.auri.org/research/manadeva.pdf.
- Kroodsma, W., Veld, J.W.H., Scholtens, R. 1993. Ammonia emission and reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science 35: 293-302.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE Nº 157, de 2 de marzo de 2002.
- Lorimor, J. 1997. Manure odor reduction from pit additives. Department of Agricultural and Biosystems Engeneering. Iowa State University. http://www.ea.iastate.edu/pitadd.htm.
- Meisinger, J.J., A.M. Lefcourt, J.A. Van Kessek, and V. Wilkerson. 2001. In: Optimazing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmental Protection: Proceedings of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. The scientific world 1(S2): 860- 865.
- Ni, J. Q., Heber, A. J. 2000. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. Agricultural and Biological Engineering Department. Purdue. USA. Silsoe Research Institute.
- NRC. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th edition. National Academy Press, Washington, USA.
- O'Neill, D.H. and V.R. Phillips. 1991. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 1. Influence of the techniques for managing wastw within the building. Journal of Agricultural Engeneering Research 50:1-10.
- Ogink, N.W.M, Kroodsma, W. 1996. Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or a formalin solution. Journal of Agricultural Engineering Research 63: 197-204.

- Rideout, T., M.Z. Fan, Y. Gao, D. Lackeyram, M. Borysenko, R.R. Hacker, E.J. Squires, an T. Archbold. 2001. Treating swine slurry whith microbial urease inhibitors to control ammonia (NH3) and hydrogen sulfide (H2S) emission. Departments of Animal and Poultry Science. University of Guelp. http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livevstock/swine/research/page8.htm.
- Ritter. W.F. 1989 Odour of livestock wastes: state- of- the- art in North America. Journal of Agricultural Engeneering. Research 42: 51- 42.
- SAS Institute, 1990. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, EE.UU
- Stinson, R, s.p. Lemay, E.M. Barber, and T. Fonstad. 2000. Effectiveness of three manure pit additives in comercial scale manure channels and simulated outdoor storage. Advances in Pork Production 11.
- Swierstra, D., Smits, M.C.J., Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses for cattle solid floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 127-132.
- Tengman, C.L., Gralapp, A.K., Goodwin, R.N., Heber, A.J., Ni, J., Sutton, A.L., Patterson, J.A., Fakhoury, K.J., Kelly, D.T, Shao, P. 2001. Odor Solution Initiative Testing. Results manure pit additives. USDA Agricultural Research Service National Swine Research and Information Certer, Ames, IA. USA. National Pork Board. Pork Checkoff at Cork.
- Varel, V.H. 2001. Livestock manure odor abatement with plant- derived oils and nitrogen conservation with urease inhibitors. In Nnitrogen, Phosphorus, and Sulphur Interfaces Between Beef Cattle Production and the environment. International Animal Agriculture and Food Science Conference, July 26. Indianapolis.
- Warburton, D.J., J.N. Scarborough, D.L. Day, and A.J. Muehling. 1980. Evaluation of ommercial productes for odor control and solids reduction of liquid swine manure. In: Livestock Waste: A Renewable Resource. Proceedings of the 4th International Symposium on Livestock Wastes. ASAE: St Joseph, MI. Pp. 309- 313.
- Williams, C.M. 1995. Livestock odor control additives: effectiveness and laboratory- scale protocol for evaluation. Department of Animal Science College of Agriculture and Life Sciences North Carolina State University http://www.cals.ncsu.edu/on_sci/annrep95/swine/swin9515.Html.
- Zhang, Q. 1999. In- barn evaluations of manure pit additives for odour reduction. Department of Biosystems Engeneerng. University of Manitoba http://www.gov.mb.ca/agriculture/reserch/ardi/projects/98- 087.html.
- Zhu, J. 2000. The effectiveness of aerobes used as manure additives for swine manure odor. Swine Health Prod. 8(1): 5- 9.

5. MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES

5.1. Paja picada

5.2. Lona flotante

5.3. Costra natural

- Directiva 96/61/UE. Prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, nº L 257 de 10 de octubre de 1996.
- Ferm M. & Svanberg Per-Arne (1998). Cost-efficient Techniques for urban and backround measurements of SO2 and NO2. Atmospheric Environment, Vol 32, No 8, pp 1377-1381.
- Flesch, T.K., J.H. Prueger, and J.L.Hatfield. 2002. Turbulent Schmidt number from a tracer experiment. Agric. For. Meteorol. 111:299-307.
- Ley 16/2002. Prevención y control integrados de la contaminación. BOE Nº 157, de 2 de marzo de 2002.
- EPA - 454/R-99-005 (2000). Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modelling Applications.
- Pasquill, F., 1961. The estimation of the dispersion of windborne material, Meteorol. Mag., Vol. 90,pp. 33-49.
- Price JE., Lacey RE., Shaw BW., Cole NA., Todd R., Capareda S., Parnell CB.(ASAE - CSAE) (2004). A Comparison of Ammonia Emission Rates from an Agricultural Area Source Using Dispersion Modelling: Gaussian versus Backward-Lagrangian Stochastic.
- Proyecto europeo CARBOMONT. 2002-2004. Effect of land-use changes on sources, sinks and fluxes of carbon in European mountain areas. EVK2-CT2001-00125.
- R.W.Todd, N.A.Cole,L.A.Harper,T.K.Flesch, B.H.Baek Ammonia and Gaseous Nitrogen Emissions from a Commercial Beef Cattle feedyard estimated using the flux gradient method and N:P Ratio Analysis.

- Thom, A.S. 1975. Momentum, mass and heat exchange of plant communities. In Monteith, J.L.(ed) Vegetation and the atmosphere, Vol1, Principles. Academia Press, London. Pp. 57-109.
- T.H. Misselbrook, M.A Sutton & D.Scholefield A simple process-based for estimating ammonia emissions from agricultural land after fertilizer applications. Soil Use and Management (2004) 20,365 – 372.
- Wilson, J.D., T.K. Flesch, and L.A. Harper. 2001. Micro-meteorological methods for estimating surface exchange with a disturbed windflow. Agric. For Meteorol. 107:207-225.

6. MEJORAS EN LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES AL CAMPO

6.1. Sistema de bandas con mangueras

6.2. Sistema de aplicación con discos

6.3. Sistema de inyección

6.4. Enterrado posterior a la aplicación del purín

6.5. Enterrado posterior a la aplicación del estiércol

- EPA - 454/B-95-003a (1995). ISC3 User's Guide For The Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models - Volume I && II.
- EPA - 454/B-95-004 (1995). SCREEN3 Model User's Guide.
- EPA - 454/R-99-005 (2000). Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modelling Applications.
- Pasquill, F., 1961. The estimation of the dispersion of windborne material, Meteorol. Mag., Vol. 90,pp. 33-49.
- Price JE., Lacey RE., Shaw BW., Cole NA., Todd R., Capareda S., Parnell CB.(ASAE - CSAE) (2004). A Comparison of Ammonia Emission Rates from an Agricultural Area Source Using Dispersion Modelling: Gaussian versus Backward-Lagrangian Stochastic.
- Proyecto europeo CARBOMONT. 2002-2004. Effect of land-use changes on sources, sinks and fluxes of carbon in European mountain areas. EVK2-CT2001-00125.

7. TÉCNICAS DE AHORRO DE AGUA

7.1. Porcino. Fase de lactación y cebo: uso de bebederos con menores pérdidas de agua

- Albar, J., R. Granier. 1999. Intérêt du nourri soupé pour le porc a l'engrais selon le mode de présentation d'el aliments. Journées de la recherche Porcine en France, 31:223-229.
- Babot, D., N. Andrés, L. de la Peña, E. R. Chávez. 2004. Técnicas de gestión medioambiental en producción porcina. Proyecto Trama.
- BREF. 2003. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. European Commission. July 2003.
- Brumm, M.C. 1998. Impact of feeder and drinker selection on manure systems design. Manure matters, vol. 4, num.6.
- Brumm, M.C., J.M. Dahlquist, 1997. Impact of feeder and drinker designs on pig performance, water use and manure production. Nebraska Swine Report, 34-35.
- Brumm, M.C., J.M. Dahlquist, J.M. Heemstra. 2000. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use and manure volume. Journal in Swine Health Production, 8:51-57.
- Devant, M. 2003. Efecto del tipo de bebedero sobre los resultados productivos y el consume aparente de agua y alimento en cerdas en lactación. Infromativo porcino, 2º trimestre, 16-19.
- Fleming, R., D. Hocking, M. Macalpine, J. Johnston. 1999. Investigation of manure production in typical 3-site hog facilities. Project 97/03.
- Froese, C., D. Small. 2001. Water consumption and waste production during different production stages in hog operations. DGH Engineering Ltd. Presented to: Manitoba Livestock Manure Management Initiative Inc.
- Froese, C., D. Small. 2001. Water consumption and waste production during different production stages in hog operations. DGH Engineering Ltd. Presented to: Manitoba Livestock Manure Management Initiative Inc.
- Harmon, J. 1998. Water Usage in Finishing Facilities: Wet/Dry Feeders Versus Dry Feeders with Nipple Waterers. Iowa State University. Management/Economics.

- Laitat, M., M. Vandenheede, A. Desiron, B. Canart, B. Nicks. 1999a. Comparison of feeding behavior and performance of weaned pigs given food in two types of dry feeders with integrated drinkers. Animal Science, 35-42.
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine (10th ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Ramis, G. 2001. Optimización de recursos hídricos en granjas de porcino.
- Torrey, S., E.L.M. Toth Tamminga, T.M. Widowski. 2008. Effect of drinker type on water intake and waste in newly weaned piglets. Journal of animal Science 2008. 86:1439-1445.

8. TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA

8.1. Porcino. Fase de lactación: instalación de nidales

- BREF. 2003. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. European Commission. July 2003.
- Clarke, S., D. Ward. 2006. Energy Efficient Mechanical Ventilation Fan Systems. FactSheet. Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Order no. 06-057.
- Clarke, S., R. Chambers. 2006. Energy Efficient Swine Lighting. FactSheet. Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Order no. 06-011.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). 2005. Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas. IDAE M-42666-2005. www.idae.es.
- Íñigo, José Andrés. 2005. Ahorro y Eficiencia energética en explotaciones ganaderas. ITG Ganadero. Marzo-abril de 2005.
- MacDonald, R. 2002. Saving money by maximizing energy use efficiency in swine production. Advances in Pork Production (2002), Volume 13, pg. 99.
- MacDonald, R. 2009. Improving energy use efficiency - reducing and refining the use of energy inputs on farm. London Swine Conference – Tools of the Trade 1-2 April 2009.
- Predicala, B., L. Moreno, E. Navia, A. Alvarado, L. Domínguez, Y. Jin, J. Price. 2009. Comparison of performance of radian and forced convection heaters in swine grow-finish rooms. Praire Swine Centre Inc. 2009 Annual Research Report.
- SIP Consultors. 2010. Simulador de costes revista 3tres3. http://www.3tres3.com/.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE COSTES

- Nix, J. 2003. Farm Management Pocketbook. Imperial College at Wye. 33rd edition.

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CENTRO DE PUBLICACIONES
Paseo de la Infanta Isabel, 1 - 28014 Madrid