



# **CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE DEYECCIONES. SECTOR PORCINO INTENSIVO**



FEADER



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

**Dirección:** Isabel García Sanz. **Subdirectora General de Conservación de Recursos y Alimentación Animal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).**

**Coordinación:** Manuel Bigeriego Martín de Saavedra. **Jefe de Área, Subdirección General de Conservación de Recursos y Alimentación Animal (MARM).**

**Elaboración y redacción:** MARM.

**Instituciones colaboradoras:** Asociación Nacional de Productores de Ganado Porcino (ANPROGAPOR).

**Expertos colaboradores y revisores:**

Carlos de Blas Beorlegui (Universidad Politécnica de Madrid), Gonzalo González Mateos (Universidad Politécnica de Madrid), Natalia Alonso Sopeña (MARM), Antonio Torres Salvador (Universidad Politécnica de Valencia), Elena Sanchís Jiménez (Universidad Politécnica de Valencia), Marta Ferrer Roglán (Universidad Politécnica de Valencia), Antonio Ferreiro Chao (Análisis Estadístico de Datos, S.A.), Juan José Rincón Cristóbal (Análisis Estadístico de Datos, S.A.).

**Fotos de cubierta:** MARM.

## PRÓLOGO

---

La fuerte demanda de alimentos que ha tenido lugar a nivel mundial en los últimos años, ha provocado un cambio en los sistemas de producción agraria y para el caso de la ganadera se ha pasado de las típicas explotaciones extensivas ligadas al terreno a las granjas intensivas. Ello ha provocado un cambio en su mapa de distribución, que ha ido acompañado de un incremento de la carga ganadera en ciertas zonas, lo que ha dado lugar a la aparición de ciertas áreas con una alta concentración ganadera, que es la causa principal de los problemas medioambientales.

Esta transformación de la ganadería, que ha sido más drástica en el caso de algunas especies, como la avicultura, la porcicultura, y el vacuno de leche y cebo, se ha visto agravada con la aparición en zonas puntuales de una gran cantidad de estiércoles pastosos o semilíquidos que esta provocando problemas medioambientales debido a las dificultades que presenta su manejo y a que muchas explotaciones ganaderas intensivas no cuentan con suficiente terreno para reciclarlos como abono orgánico, que ha sido tradicionalmente la vía de eliminarlos.

No obstante conviene precisar, que los problemas medioambientales que puedan surgir en el reciclado de los estiércoles, están mas ligados con el volumen generado puntualmente en una zona determinada, o lo que es lo mismo con la carga ganadera, que con las características intrínsecas de los mismos. En este sentido conviene destacar que a nivel europeo son catalogados como subproductos fertilizantes orgánico-minerales y que más allá de otras normativas sectoriales, es de aplicación la Directiva 91/676/CEE –Directiva Nitratos- relativa a la protección de las aguas contra la contaminación de nitratos utilizados en agricultura.

Así mismo conviene precisar, que el hecho de que el estiércol de algunas especies ganaderas, como el porcino intensivo y una alta proporción del vacuno de leche, sea arrastrado de los establos mediante el uso de agua, no implica que cambien sus características agronómicas y medioambientales intrínsecas, por lo que deberán catalogarse como cualquier otro tipo de compuesto orgánico, sin olvidar que los costes de manejo y transporte de los purines se incrementan considerablemente debido a su alto contenido de agua, en torno al 95%.

Teniendo en cuenta los múltiples factores que intervienen en la valorización agrícola de los estiércoles y purines, a la hora de buscar soluciones ambientales estas no deberán ser de carácter general, sino que por el contrario han de ser estudiadas y elaboradas específicamente por cada país de acuerdo con sus condiciones medioambientales, agronómicas y de producción.

En consecuencia para disponer en cada momento de la información más actualizada posible como herramienta estratégica clave para cumplir, entre otros, con los compromisos internacionales sobre ejecución del Balance de Minerales de la Agricultura Española e Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino en colaboración con los sectores afectados, en este caso el porcino intensivo representado por ANPROGAPOR, ha llevado a cabo estos estudios de caracterización y gestión de estiércoles.



<b>1. PLANTEAMIENTO GENERAL .....</b>	<b>9</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	10
1.2. OBJETIVO .....	12
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LAS DEYECCIONES GANADERAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN . 13</b>	
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DEYECCIONES GANADERAS.....	14
2.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y RETIRADA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS.....	14
2.3. DESTINO DE LAS DEYECCIONES GENERADAS EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS ....	16
2.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN AGRÍCOLA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS.....	17
<b>3. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
4.1. CUESTIONES ANALIZADAS.....	26
4.2. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES EN EL INTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS.....	26
4.3. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL EXTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS .....	28
4.4. CUESTIONES RELATIVAS AL TRATAMIENTO INTERMEDIO DE DEYECCIONES.....	29
4.5. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS RESPECTO A LA IMPLANTACIÓN DE MTD.....	29
4.5.1. Cuestiones relativas a técnicas nutricionales .....	29
4.5.2. Cuestiones relativas al manejo de deyecciones en el interior de las explotaciones .....	30
4.5.3. Cuestiones relativas al almacenamiento exterior de deyecciones .....	33
4.5.4. Cuestiones relativas a la valorización agrícola del purín.....	33
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>





# 1. PLANTEAMIENTO GENERAL

1.1. ANTECEDENTES	10
1.2. OBJETIVO	12

### 1.1 ANTECEDENTES

Como actividad productiva, la ganadería presenta interacciones con el medio en el que se desarrolla, siendo la producción de estiércoles y purines uno de sus flujos de salida más significativos. Al mismo tiempo, la ganadería ha de someterse a diversas normativas y regulaciones de carácter ambiental redactadas con el objetivo último de mantener un medio ambiente saludable en el que se desarrolle dicha actividad de forma sostenible. Estas normativas establecen, entre otras muchas regulaciones, las condiciones admisibles para la gestión de las deyecciones ganaderas.

Aunque en Europa esta problemática medioambiental de la ganadería es de carácter general, resulta más grave en aquellos países con mayor carga ganadera y en este sentido conviene reseñar que si la producción ganadera se correlaciona con la superficie agraria, en el caso de España la carga ganadera es el 15% de la holandesa y en torno al 50% de la alemana y francesa.

No obstante, aunque estos datos globales parecen eliminar el problema medioambiental de la ganadería española, la realidad es que en algunas zonas puntuales se alcanzan elevadas cargas ganaderas, debido a un desarrollo desordenado de la ganadería desintegrado del medio ambiente.

En consecuencia, para emitir un juicio preciso sobre la incidencia medioambiental de la ganadería, así como para buscar las posibles soluciones, es imprescindible conocer con exactitud la situación productiva de las diferentes especies, diferenciando los sistemas de producción extensivos de los intensivos, que para el caso particular de la península ibérica tienen una incidencia medioambiental muy diferente.

Esta diferenciación de los sistemas intensivos y extensivos en relación con el medio

ambiente también queda claramente contemplada en la legislación europea sobre la materia, donde únicamente se regulan con carácter obligatorio las explotaciones intensivas de algunas especies y, dentro de estas, las granjas de mayor tamaño.

Los principales impactos de la ganadería sobre el medio ambiente, proceden fundamentalmente de dos orígenes: las emisiones de gases, tanto de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como de amoníaco, y de la gestión de sus estiércoles, tanto los estiércoles sólidos como los líquidos.

Respecto de las **emisiones de gases**, de acuerdo con los datos del Inventario Nacional de Emisiones de 2008, la contribución del sector agrario a las emisiones de GEI representa el 9,6% de las emisiones totales de las 405,048 Mt de CO<sub>2</sub> eq. y su incremento respecto al año base ha sido del 3,2%, habiendo pasado de 37,74 Mt de CO<sub>2</sub> eq. en 1990 a 38,96 Mt de CO<sub>2</sub> eq. en 2008.

Este 9,6% de emisiones de GEI del sector agrario fue originado por la “Fermentación entérica” en un 3,12%, los “Detritus animales” en 2,04%, los “Suelos agrícolas” en 4,27 % y el 0,17% procedió del cultivo de arroz y la quema de residuos.

De estos datos se desprende, que las posibles actuaciones para reducir emisiones de GEI en el sector agrario deben centrarse en la evaluación de proyectos de reducción en el ámbito de los “Suelos agrícolas” y en la “Gestión de estiércoles”, dado que las posibles medidas de reducción de emisiones por “Fermentación entérica” son prácticamente inviables en la ganadería española, por el carácter extensivo de una alta proporción de las especies rumiantes a los que sería prácticamente imposible aplicar mejores técnicas nutricionales para la reducción de emisiones de metano.

Ello justifica que en el Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia Española de Cam-



bio Climático y Energía Limpia (EECCEL) se incluyeran dos actuaciones específicas para el sector agrario, la **Reducción del uso de fertilizantes nitrogenados** y el **Plan de Biodigestión de purines**.

En relación con la **gestión de los estiércoles**, el problema medioambiental surge cuando se producen excedentes de estiércoles en ciertas áreas, al no poder ser valorizados como fertilizantes de acuerdo con los códigos de buenas prácticas agrícolas.

Teniendo en cuenta que en España la mayoría de los suelos presentan unos bajos índices de materia orgánica, la capacidad de nuestra agricultura para la valorización de los estiércoles de una forma respetuosa con el medio ambiente supera con creces la capacidad productiva de nuestra ganadería intensiva.

En este sentido se puede señalar que los actuales canales de comercialización y distribución de estiércoles sólidos permiten cubrir la demanda de los mismos sin que se produzcan excedentes y la problemática medioambiental surge con los estiércoles pastosos o semilíquidos (purines) cuando no es posible su reciclado agrícola en zonas próximas a los puntos donde son generados, ya que su alto contenido en agua, encarece el transporte y limita la distancia para su distribución en agricultura.

Por tanto, la actividad ganadera puede ser responsable en algunos casos del impacto de las deyecciones animales y de las emisiones producidas a partir de las distintas actividades relacionadas con la gestión de las mismas sobre el medio natural (Steinfeld et al., 2006).

En efecto, estos impactos sobre el medio se pueden concretar fundamentalmente en tres grandes aspectos: emisiones de amoníaco, emisiones de gases de efecto invernadero (metano y óxido nítrico) y contaminación de las aguas por Nitratos.

Respecto de las **emisiones de amoníaco** ( $\text{NH}_3$ ), conviene destacar que es el sector agrario el que contribuye en mayor proporción a las emisiones procediendo fundamentalmente de los fertilizantes nitrogenados, tanto los orgánicos como los minerales, y de la gestión de los estiércoles, especialmente los purines, dando como resultado efectos ecológicos difusos como la eutrofización y la acidificación (USDA<sup>1</sup>, 2009; Sanz et al., 2001; DEFRA<sup>2</sup>, 2002; European Commission, 2003; Krupa, 2003).

La relevancia de la actividad ganadera en la emisión de amoníaco queda demostrada por el hecho de que en la UE-27, el 69% del total de emisiones de este gas procede de la gestión del estiércol. Además, la actividad agraria en su conjunto representa más del 90% de emisiones de este gas (EEA<sup>3</sup>, 2008).

La ganadería también contribuye a las emisiones de gases de **efecto invernadero** debido fundamentalmente a las emisiones procedentes de dos fuentes: el metano ( $\text{CH}_4$ ) que es originado por la fermentación entérica y el estiércol, fundamentalmente los purines, y el óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que es origina fundamentalmente por los suelos agrícolas y en una baja proporción por la gestión de los estiércoles.

Por otra parte, el sector ganadero también puede contribuir a la **contaminación de las aguas** por nitratos cuando los estiércoles y purines son utilizados incorrectamente como abonos. No obstante, conviene resaltar que el Real Decreto 261/1996 de Nitratos, de 16 de febrero (BOE<sup>4</sup>, 1996), contempla que no sólo los subproductos derivados de la ganadería pueden ser considerados como fuentes potenciales de contaminación, sino que los abonos

<sup>1</sup>USDA: United States Department of Agriculture.

<sup>2</sup>DEFRA: Department of Environment, Food and Rural Affairs.

<sup>3</sup>EEA: European Environment Agency.

<sup>4</sup>BOE: Boletín Oficial del Estado.

minerales sintéticos utilizados en dosis inadecuadas son causantes también de esta contaminación.

Dentro del sector ganadero, el sistema de gestión de estiércoles o purines de las explotaciones tienen una incidencia directa en los impactos sobre el medio ambiente que variarán en mayor o menor medida en función de sus características intrínsecas. Un ejemplo claro de ello es el aumento de las emisiones de  $\text{NH}_3$  cuando las deyecciones se gestionan en forma líquida.

Asimismo, existen técnicas que favorecen la disminución de las emisiones de gases a la atmósfera tales como la frecuente retirada del purín, la utilización de cubiertas en balsas y tanques de almacenamiento o la aplicación del purín mediante inyección en el terreno (European Commission, 2003). Paralelamente, también resulta fundamental desde la perspectiva medioambiental el favorecer la correcta aplicación de los estiércoles sobre los cultivos y el desarrollo de una adecuada tecnología, especialmente en lo referente a la alimentación y manejo de las deyecciones (Steinfeld et al., 2006).

Debido a la importancia que los sistemas de gestión de deyecciones suponen en cuanto a la contaminación ambiental, surgen modelos tales como MITERRA-EUROPE, que determina balances de nutrientes en ganadería (Velthof et al., 2007) o el modelo RAINS-GAINS<sup>5</sup>, que determina factores de emisión de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  y  $\text{CH}_4$ . Estos modelos facilitan la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones de gases de efecto invernadero y amoniac.

Es por todo ello, por lo que se hace necesario conocer la situación de los actuales sistemas de gestión de deyecciones en las explotaciones ganaderas del territorio

español, con el fin de adaptar estos sistemas a las condiciones físicas, químicas y biológicas según el destino final que vaya a recibir el estiércol, siendo la clave para reducir la contaminación global asociada a la ganadería intensiva.

En España, el sector porcino es, dentro de la producción final ganadera, el primero en importancia. A lo largo de los últimos años, el sector porcino ha experimentado un marcado ascenso en el número de efectivos, acompañado de cambios importantes en los sistemas productivos dirigidos a mejorar las instalaciones de forma que en la actualidad la producción de cerdos está integrada en su mayor parte en granjas especializadas.

### 1.2. OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los sistemas de gestión de deyecciones del sector porcino intensivo en España. De esta manera, este estudio se constituye como documento de referencia y aporte de información a diversos trabajos llevados a cabo por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, como el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y el Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española.

<sup>5</sup>RAINS-GAINS: Regional Air Pollution Information and Simulation - Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies.



## 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS DEYECCIONES GANADERAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN

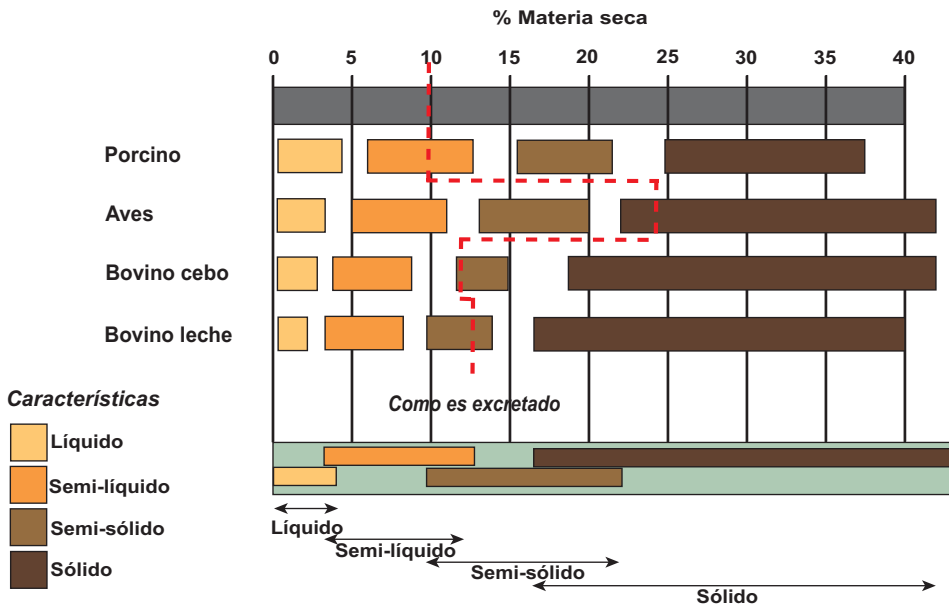
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	14
2.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y RETIRADA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	14
2.3. DESTINO DE LAS DEYECCIONES GENERADAS EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS	16
2.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN AGRÍCOLA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	17

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DEYECCIONES GANADERAS**

Las características principales de las deyecciones ganaderas son: contenido de materia seca, contenido en materia orgánica, contenido en macronutrientes (N,P,K) y micronutrientes y presencia de metales pesados y pesticidas.

naderas, según el porcentaje en materia seca, en sólidas (aquellas deyecciones que poseen aproximadamente más del 20% de materia seca), semisólidas (aquellas deyecciones que poseen en torno a un 10 – 22% de materia seca), líquidas o semilíquidas (aquellas deyecciones que poseen un contenido en materia seca alrededor de 0 - 15%).

Figura 1. Características relativas al manejo de diferentes tipos de estiércoles y porcentaje total de materia seca.



Fuente: Adaptado de USDA (2009).

Los factores que determinan dichas características físicas y químicas son, por una parte, factores biológicos (especie y edad del animal), y, por otra parte, cuestiones relativas al tipo de explotación que condiciona el manejo (alimentación, limpieza, etc.)

El contenido en materia seca es un aspecto relevante en la gestión de las deyecciones, dado que en gran medida determinará la sistemática de manejo y la tipología de los sistemas de almacenamiento.

USDA 2009, como se puede apreciar en la Figura 1, clasifica las deyecciones ga-

**2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y RETIRADA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS**

En el manejo de deyecciones ganaderas en el sector de porcino intensivo se pueden diferenciar principalmente tres fases: almacenamiento interior, almacenamiento exterior y retirada o transferencia entre ellos.

**Almacenamiento interior**

Destacan los siguientes sistemas:

- Fosas de almacenamiento bajo sue-

**lo enrejillado:** Depósitos con capacidad variable, generalmente contruidos por fábrica de ladrillo u hormigón, normalmente situados bajo suelos enrejillados o slat (Figura 2). En las fosas se almacena una mezcla constituida por excrementos, orina, agua de limpieza, agua vertida desde los bebederos, y restos de alimentos.

Figura 2. Explotación de porcino sobre suelo enrejillado.



Fuente: MARM.

- **Suelo con cama:** Suelos sin enrejillar, sobre los que se deposita la cama de paja y sobre la que a su vez se alojan los animales, tal y como se observa en la Figura 3. En la cama se almacena una mezcla constituida por excrementos, orina y restos de alimentos, donde la humedad es absorbida por el sustrato de la cama, por lo que se considera en su mayoría, como producción de deyecciones sólidas.

Figura 3. Cama de paja en una explotación de porcino.



Fuente: MARM.

- **Alojamiento tipo camping:** Aquel tipo de alojamiento, en el que la actividad productiva se desarrolla al aire libre sobre suelo natural, en contraposición con las instalaciones convencionales que presentan un suelo artificial enrejillado o sin enrejillado bajo cubierta.

### Almacenamiento exterior

Destacan los siguientes sistemas:

- **Balsas de almacenamiento:** Las balsas se utilizan para almacenar deyecciones de consistencia fluida o líquida (Figura 4). Estas balsas suelen estar constituidas por excavaciones en el suelo con forma cuadrangular o rectangular, recubiertas en su base por material impermeable con el objetivo de evitar posibles filtraciones hacia capas inferiores.

Figura 4. Almacenamiento purín en balsa.



Fuente: MARM.

- **Tanques de almacenamiento:** Este tipo de instalaciones suelen tener forma cuadrangular o circular. En ocasiones, se utilizan como almacén intermedio de las deyecciones líquidas que provienen de fosas situadas en el interior de los alojamientos. Este tipo de depósitos son estanques, en la mayoría de los casos prefabricados, abiertos o cerrados y se encuentran en el exterior de los alojamientos. Los tanques pueden ser de dos tipos: tanques excavados en el suelo o tanques circulares prefabricados. Ambos tipos

de tanque pueden tener o no cubierta. En algunos casos se utilizan cubiertas herméticas, aunque en la mayoría de los casos la única cubierta es la que forma la costra natural que se desarrolla en su superficie.

- **Estercoleros:** Este tipo de sistema de almacenamiento se utiliza en explotaciones ganaderas en las que se genera estiércol sólido. Éste se suele apilar en montones para favorecer la maduración hasta su posterior aplicación al campo. Esta estructura suele estar provista de cubierta para proteger el estiércol almacenado del agua de lluvia. Los estercoleros suelen ser de dos tipos, con fosa de purín o sin ella para el recogido de las fracciones líquidas.
- **Lagunas:** En este tipo de sistemas se puede combinar el almacenamiento de las deyecciones con el proceso de biodegradación de las mismas. Son estructuras generalmente construidas en tierra, donde se dejan descomponer las deyecciones bajo la acción de las bacterias anaeróbicas.

#### Sistemas de retirada:

Destacan los siguientes sistemas:

- **Vaciado por gravedad:** Método que se utiliza para evacuar las deyecciones almacenadas bajo suelo enrejillado o slat. Puede estar constituido por amplios depósitos poco profundos, aunque lo más frecuente es que estén constituidos por canales con desagüe inferior, de sección en Y, U o V, que se drenan cuando se llenan.
- **Vaciado mediante bombeo:** Las deyecciones almacenadas en fosas interiores situadas bajo suelos enrejillados, son evacuadas mediante sistemas de bombeo hasta tanques o balsas exteriores de almacenamiento.

- **Vaciado mediante rascado:** Evacuación de las deyecciones almacenadas en fosas interiores situadas bajo el slat mediante rascadores mecánicos. Estos sistemas suelen estar accionados de forma automática mediante motores eléctricos.

- **Retirada mediante chorro de agua:** Consiste en la utilización de un chorro de agua que barre el estiércol y el resto de materiales acumulados. Existen dos variantes: vaciado de fosas de almacenamiento situadas bajo el suelo del alojamiento y limpieza de pasillos mediante flujo de agua.

- **Retirada mediante arrobaderas:** Sistema generalmente utilizado en explotaciones en las que existe un pasillo interior de limpieza. Las más extendidas son las automáticas o autónomas accionadas por motor eléctrico mediante diversos sistemas (hidráulicos, cadenas o cables).

### 2.3. DESTINO DE LAS DEYECCIONES GENERADAS EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

Una vez retiradas desde los sistemas de almacenamiento, las deyecciones pueden destinarse a diferentes usos.

El uso más inmediato puede ser la aplicación como abono en terrenos agrícolas que disponga el propio ganadero. En aquellos casos en los que la explotación no disponga de ellos, existen distintas posibilidades de gestión:

- Venta a terceros como abono orgánico.
- Otros:
  - Recogida por gestores externos o cesión a terceros.
  - Tratamiento de deyecciones en la



propia explotación.

## 2.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN AGRÍCOLA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS

A continuación se describen los principales métodos de aplicación de deyecciones ganaderas al terreno agrícola:

### - Aplicación mediante esparcido

Generalmente se utiliza para aplicar deyecciones sobre grandes superficies cultivadas (Figura 5). La aplicación se produce en la superficie del suelo mediante la utilización de medios mecánicos (remolque distribución de estiércoles, bombeo desde cubas remolcadas por tractor, abonadoras centrífugas pendulares, de disco sencillo o doble, aspersores, etc.).

En superficies reducidas el esparcido se puede realizar de forma manual o con el apoyo de maquinaria menor.

Figura 5. Sistema de aplicación de deyecciones mediante esparcido.



Fuente: MARM.

### - Aplicación en bandas

Este método consiste en la aplicación de las deyecciones en bandas uniformes sobre el suelo agrícola. Las deyecciones se depositan generalmente por gravedad, sobre el suelo a través de un sistema de mangueras o tubos conectados a la cuba de deyecciones. La técnica es aplicable

a pastizales y tierras arables.

### - Aplicación mediante inyección superficial

Esta técnica está diseñada principalmente para usarse en pastizales (Figura 6). Mediante cuchillas de formas diferentes o arados de disco se abren ranuras verticales dentro de las cuales se deposita el estiércol líquido.

Figura 6. Sistema de aplicación de deyecciones líquidas mediante inyección superficial.



Fuente: European Commission (2003).

### - Aplicación mediante inyección profunda o directa

Mediante este método, las deyecciones se aplican directamente bajo la superficie del suelo utilizando aperos tales como discos (Figura 7), o bien mediante inyectoros de alta presión.

La aplicación puede ser inducida por gravedad o mediante alguna otra fuerza mecánica externa (bombas).

Figura 7. Sistema de aplicación de deyecciones líquidas mediante inyección profunda.



Fuente: MARM.







### 3. MATERIAL Y MÉTODO

---

El punto de partida de los trabajos fue la realización de una consulta al Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA) solicitando la estructura, a nivel provincial, de las explotaciones de ganado porcino intensivo en el año 2006.

La población total objeto de estudio se obtuvo a partir del análisis de dicha consulta al REGA, que proporcionó los datos correspondientes al año 2006. La consulta de REGA estaba estructurada en los siguientes sistemas de producción; Granjas de producción de ciclo cerrado, granjas de producción de lechones, granjas de producción de tipo mixto, granjas de cebo, granjas de selección, granjas de multiplicación, granjas de transición de reproductoras primíparas y granjas de transición de lechones.

Del resultado de la consulta, se transformaron todas las plazas obtenidas en UGM, con el objeto de poder abordar la población de estudio bajo un criterio estándar de referencia utilizando la tabla de equivalencia en UGM de los distintos tipos de ganado porcino del Anexo I del RD 324/2000, de 3 de marzo por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.

En la Tabla 1 se presenta el número de explotaciones y de plazas para cada Comunidad Autónoma, así como el tamaño medio de las mismas.

A continuación, se seleccionó una parte de la población a escala provincial, sobre la que efectuar las encuestas. Esta decisión vino condicionada por la búsqueda de la eficiencia en la recogida de información, tanto en lo que respecta al coste económico de la obtención de datos como a la variabilidad existente entre los sistemas de gestión de deyecciones.

En todo momento, la selección de provincias debía ser representativa de la población objeto de estudio, es decir del conjun-

**Tabla 1.** Distribución del nº de explotaciones y plazas en el sector porcino intensivo.

	Nº de Explot.	Nº de Plazas	Tamaño medio: plazas/explot.
Andalucía	6.226	2.182.716	351
Aragón	3.662	4.058.359	1108
Asturias	575	18.129	32
Baleares	2.703	20.426	8
Canarias	683	109.410	160
Cantabria	35	150	4
C. La Mancha	1.661	1.626.614	979
C. y León	11.170	3.198.970	286
Cataluña	7.092	7.017.256	989
Extremadura	8.250	596.886	72
Galicia	11.452	1.311.711	115
Madrid	59	45.922	778
Murcia	2.259	2.106.790	933
Navarra	954	809.299	848
País Vasco	298	51.880	174
La Rioja	141	99.162	703
Valencia	1.200	1.410.882	1176
Total	58.420	24.664.562	422

Fuente: Elaboración propia a partir del REGA 2006.

to nacional, y que las provincias elegidas recogieran todas las zonas posibles que pudieran existir.

La representatividad se concretó, principalmente, teniendo en cuenta la realidad de los diferentes sistemas de producción existentes en España. En este sentido, se seleccionaron únicamente las cuatro clasificaciones zootécnicas mayoritarias (95,52% del total de UGM), que son ciclo cerrado, cebo o cebaderos, producción de lechones y producción de tipo mixto, aunque finalmente se unificaron las explotaciones de tipo mixto y ciclo cerrado por tener un sistema de producción muy similar, sobre todo en lo que se refiere a la gestión de deyecciones. En la Tabla 2 se observan las diferentes categorías de animales que conforman cada tipo de sistema de producción.

La decisión de muestrear las provincias con las mayores concentraciones de granjas se apoya en dos argumentos. Por una parte, no existía a priori ningún motivo que apoyara en la existencia de dife-

**Tabla 2.** Categorías de animales por sistema de producción.

	Ciclo Cerrado	Lechones	Cebo
Gestación			-
Cerdas vacías secas			-
Reposición			-
Cerdas lactantes			-
Transición			-
Verracos			-
Cebo		-	

rencias entre provincias en cuanto a los sistemas de gestión de deyecciones. En este sentido, Smith et al.(2001) no considera el factor geográfico como determinante en la distribución de los diferentes sistemas de gestión de deyecciones.

En definitiva, se considera que con las provincias de estudio seleccionadas para llevar a cabo las encuestas se puede obtener del modo más eficiente posible una información representativa en cuanto a los sistemas de gestión de deyecciones, dada su elevada concentración de granjas y animales.

En un trabajo sobre análisis técnico estructural de explotaciones porcinas, Lainez (1998) utiliza un argumento en ese mismo sentido.

La cobertura así como la distribución de explotaciones y plazas en las provincias seleccionadas se puede observar en las Tablas 3, 4, 5 y 6.

**Tabla 3.** Cobertura de las provincias seleccionadas con respecto al total nacional.

		NºExplot.	NºAnimales
Ciclo Cerrado	Total Nacional	33.507 (100%)	8.878.789 (100%)
	Población de Estudio	18.487 (55,17%)	1.096.464 (12,35%)
Cebo o Cebadero	Total Nacional	8.317 (100%)	2.471.633 (100%)
	Población de Estudio	4.942 (59,42%)	880.589 (35,62%)
Produc.de lechones	Total Nacional	16.596 (100%)	13.605.140 (100%)
	Población de Estudio	9.903 (59,67%)	11.151.534 (81,96%)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del REGA, 2006.

**Tabla 4.** Distribución del nº de explotaciones y plazas en las provincias seleccionadas en ciclo cerrado.

	Nº Explotaciones	Nº De Plazas
La Coruña	3.326	265.994
Lugo	5.530	225.769
Pontevedra	1.069	62.663
Zamora	1.691	127.310
Palencia	35	87.956
Burgos	245	122.629
Soria	105	191.193
Segovia	747	704.641
Salamanca	1560	179.556
Toledo	675	763.225
Almería	113	147.934
Jaén	116	160.008
Malaga	253	268.650
Sevilla	258	348.871
Valencia	74	139.226
Castellón	166	268.746
Lléida	527	846.587
Tarragona	87	202.279
Barcelona	770	777.793
Gerona	222	200.958
Huesca	244	78.335
Zaragoza	129	49.631
Teruel	208	51.100
Murcia	60	129.831

Fuente: Elaboración propia a partir del REGA (2006).

**Tabla 5.** Distribución del nº de explotaciones y plazas en las provincias seleccionadas en producción de lechones.

	Nº Explotaciones	Nº De Plazas
La Coruña	41	54.355
Zamora	1.403	43.121
Burgos	251	20.476
Soria	47	26.332
Segovia	272	100.433
Albacete	8	7.972
Toledo	149	110.248
Almería	53	67.671
Castellón	87	91.804
Lléida	431	377.842
Tarragona	55	90.597
Barcelona	338	223.618
Gerona	186	87.841
Huesca	243	73.459
Zaragoza	247	165.408
Teruel	166	45.912
Navarra	671	289.716
Murcia	342	210.165

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del REGA, 2006.

**Tabla 6.** Distribución del nº de explotaciones y plazas en las provincias seleccionadas en cebo.

	Nº Explotaciones	Nº De Plazas
Burgos	204	183.342
Soria	119	203.879
Segovia	395	329.852
Albacete	50	125.541
Toledo	352	413.102
Almería	283	324.157
Sevilla	127	202.137
Castellón	457	485.917
Lléida	2.301	2.498.902
Tarragona	338	344.753
Barcelona	999	737.116
Gerona	838	623.970
Huesca	1.243	1.855.056
Zaragoza	708	1.154.273
Teruel	474	585.185
Navarra	223	389.752
Murcia	900	993.616

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del REGA, 2006.

A partir de la población total se determina el tamaño de la muestra, es decir el número de explotaciones a encuestar. Éste se obtuvo considerándose un error relativo de muestreo máximo aceptable inferior al 10% a nivel nacional, denominado en estadística “tamaño de la muestra en función de la precisión deseada” (Ambrosio, 1999).

Es posible determinar el tamaño de la muestra mínimo necesario para alcanzar una precisión deseada en las estimaciones. El nivel de precisión deseado se ha determinado fijando un límite de tolerancia (r) para el error relativo de estimación de la media. Con un error muestral inferior al 10% a nivel nacional, se considera la muestra como representativa.

La metodología para la estimación del error de muestreo se basa en la ecuación del “Límite de tolerancia r para el error relativo” (Ambrosio, 1999), siendo:

$$\left| \frac{\hat{X} - \bar{X}}{\bar{X}} \right| \leq r$$

o lo que es lo mismo:

$$\left| \frac{\hat{X} - \bar{X}}{\bar{X}} \right| \leq \frac{1}{\bar{X}} U_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{(1-f) \frac{S^2}{n}}$$

Donde:

$$\left| \frac{\hat{X} - \bar{X}}{\bar{X}} \right| : \text{Límite de tolerancia para el error relativo } r$$

$\bar{X}$  : Media de la población; en nuestro caso el tamaño medio, que es el factor de variación más importante

$U_{1-\frac{\alpha}{2}} = Z_{n,c}$ : Nivel de confianza para una distribución normal

$f = n / N = \text{Nº muestras} / \text{Nº explotaciones}$

totales (N)

$S$  : Desviación estándar; datos conocidos a través de la consulta REGA

$n$  : Muestra total

A partir de la ecuación anterior, utilizando el **criterio de la media**, el tamaño de la muestra se determina de la siguiente manera:

$$n = \frac{U^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot S^2 \cdot N}{r^2 \cdot N \cdot \bar{X}^2 + U^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot S^2}$$

Siendo:

-  $U_{1-\frac{\alpha}{2}} = Z_{n.c}$  : Nivel de confianza para una distribución normal. Uno de los tres niveles de confianza comunes en la investigación es el del 95%, que es el que se establece en este estudio o lo que es lo mismo,

$$U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96.$$

-  $N$ : tamaño total de la población. El número total de explotaciones se obtiene a partir de los datos del REGA (2006) tal y como se indica en la Tabla 1 del apartado anterior.

-  $r$ : error relativo. A partir de la población seleccionada se estableció la muestra o universo muestral a estudiar. El error relativo asumido a nivel nacional se consideró inferior al 10% para el número de explotaciones a encuestar.

-  $\bar{X}$  : Media de la población; en nuestro caso el tamaño medio de la explotación. En el caso del sector porcino este valor es de 422 a nivel nacional, siendo de 256 para las explotaciones de ciclo cerrado, 297 para las de cebo y de 820 para lechones.

-  $S$ : Desviación estándar. Los valores de desviación estándar se calculan a partir del REGA (2006), obteniéndose un valor de 187,5 para ciclo cerrado, 227 para cebo y 494 para lechones.

El tamaño muestral obtenido fue de **205** encuestas en **ciclo cerrado**, **219** encuestas en **cebo** y **137** encuestas en **producción de lechones**.

Este número de encuestas a realizar se confirmó aplicando el método de Azorín y Sánchez (1986), donde el tamaño de muestra vendrá fijado por una serie de condiciones previas que deberá conocer, o estimar, el investigador. Estas son (Ballasch, 2008):

- El margen de error (error relativo) admisible.
- El grado de confianza de la estimación, o probabilidad de que la proporción estimada se encuentre dentro de ese margen de error.
- Una idea previa del valor de la proporción a estimar. En caso de desconocimiento total de dicha proporción, debe asumirse el caso más desfavorable ( $p = 0,5$ ).

La fórmula de cálculo (Azorín y Sánchez, 1986) es la siguiente:

$$n \geq \frac{U^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \times N \times q}{(N - 1) \times r^2 \times p + U^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \times q}$$

Siendo:

$n$ : tamaño de muestra

$N$ : tamaño de la población

$p$ : proporción del sistema de gestión i

$q$ : proporción del sistema de gestión i(p) y

proporción de los demás sistemas ( $q=1-p$ )

$r$ : error relativo (margen de error)

$U_{1-\frac{\alpha}{2}}$  = Valor ligado al nivel de confianza para la distribución normal

Se ha comprobado si el tamaño de muestra calculado para la variable «tamaño de muestra» se ajusta al que correspondería a la metodología de cálculo para la proporción.

Considerando una proporción de sistemas líquidos de entre el 65 y el 75%, para un nivel de confianza del 95%, y un margen de error del 10%, el tamaño requerido está cubierto por el tamaño de la muestra utilizado para cada uno de los sistemas de producción del sector porcino intensivo.

Las 561 explotaciones ganaderas a encuesta (teniendo en cuenta todos los sistemas de producción) se seleccionaron de forma aleatoria a partir del registro general del REGA y en las provincias seleccionadas, expuestas en las Tablas 5, 6 y 7.

La selección de la muestra se realizó sin reposición y con probabilidades iguales.

Finalmente, y para la ejecución de los trabajos presenciales de campo, se diseñó un modelo de cuestionario, que incluyó una serie de preguntas con el objetivo principal de conocer los distintos sistemas y prácticas habituales de almacenamiento y manejo de deyecciones en explotaciones de porcino intensivo, así como los sistemas y prácticas habituales de aplicación al terreno agrícola y, en general, de manejo de las deyecciones en el exterior de las explotaciones.

El contenido del cuestionario se estableció a través de consultas efectuadas a ganaderos de diferentes zonas productivas así

como a asociaciones del sector (ANPROGAPOR<sup>6</sup>), incluyendo los siguientes grupos básicos de información:

- Localización y datos básicos productivos de la explotación
- Sistemas y prácticas de almacenamiento y manejo de deyecciones en el interior de los alojamientos.
- Sistemas y prácticas de aplicación de deyecciones a terrenos agrícolas y su manejo en el exterior de las explotaciones ganaderas.

Los cuestionarios se cumplimentaron con la utilización de un pocket PC, volcando posteriormente toda la información en un servidor dispuesto al efecto. Desde este servidor, se trasvasó la información a archivos Excel con la ayuda de una aplicación informática generada para tal fin. De este modo, se realizó un seguimiento de los datos recopilados en tiempo real a fin de verificar su validez.

<sup>6</sup>ANPROGAPOR: Asociación Española de Productores de Ganado Porcino.



## 4. RESULTADOS

4.1. CUESTIONES ANALIZADAS	26
4.2. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES EN EL INTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS	26
4.3. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL EXTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS	28
4.4. CUESTIONES RELATIVAS AL TRATAMIENTO INTERMEDIO DE DEYECCIONES	29
4.5. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS RESPECTO A LA IMPLANTACIÓN DE MTD	29

### 4.1. CUESTIONES ANALIZADAS

Las cuestiones recogidas en la encuesta para el sector porcino intensivo que han sido analizadas se pueden dividir en cinco grupos. La Tabla 7 resume cada uno de los grupos definidos así como las cuestiones preguntadas en cada uno de ellos.

### 4.2. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL INTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las cuestiones referentes al manejo de las deyecciones en las explotaciones ganaderas de porcino intensivo.

#### *Tipo de deyecciones que se generan en las explotaciones*

Como se puede observar en la Tabla 8 prácticamente la totalidad de las deyecciones encuestadas están asociadas a la generación de deyecciones líquidas.

**Tabla 7.** Cuestiones analizadas en el sector porcino.

<b>CUESTIONES RELATIVAS A TÉCNICAS NUTRICIONALES:</b> Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas de animales en transición y cebo en las explotaciones encuestadas	Alimentación por fases en animales en transición	
	Pienso único en animales en transición Alimentación por fases en animales en cebo Pienso único en animales en cebo	
<b>CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES EN EL INTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES:</b> Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas por categoría animal y sobre el total de plazas existentes en las explotaciones encuestadas.	Tipos de deyecciones que se generan en las explotaciones (sólidas y líquidas)	
	Tipos de superficie (suelos) sobre los que se alojan los animales	
	Sistemas de almacenamiento de deyecciones	
	Frecuencia de retirada y permanencia en los sistemas de almacenamiento	
<b>CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL EXTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES:</b> Analizadas y ponderadas en función del tipo de deyecciones (sólidas o líquidas) que se manejan	Almacenamiento exterior de deyecciones	
	Existencia de cubierta o no en los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones	
	<b>Manejo de deyecciones sólidas en el exterior.</b> Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas que generan deyecciones sólidas	Frecuencia de retirada del estiércol de los sistemas de almacenamiento exterior
	<b>Manejo de deyecciones líquidas en el exterior.</b> Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas que generan deyecciones líquidas	Frecuencia de retirada del purín de los sistemas de almacenamiento exterior
<b>CUESTIONES RELATIVAS A LA VALORIZACIÓN DEL PURÍN</b> Analizadas y ponderadas en función de las deyecciones líquidas que se manejan	Valorización agrícola de deyecciones líquidas: tipos de abonado y enterrado del purín	
<b>CUESTIONES RELATIVAS AL TRATAMIENTO INTERMEDIO DE DEYECCIONES:</b> Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas existentes en las explotaciones encuestadas	Tipos de tratamientos aplicados en las deyecciones	



**Tabla 8.** Tipos de deyecciones que se generan en la explotación.

	Tipo de Deyecciones	% total
Deyecciones Porcino (100%)	D. Líquidas	99,29
	D. Sólidas	0,71

**Sistemas de almacenamiento de deyecciones y frecuencia de retirada del purín en el interior de las explotaciones**

Los resultados obtenidos relativos a los sistemas de almacenamiento y retirada de deyecciones se exponen en las Tablas 9 y 10.

**Tabla 9.** Sistemas de almacenamiento de deyecciones en el interior de las explotaciones para porcino, a modo de resumen general.

	Tipo de animal	Almacenamiento de deyecciones
Almacenamiento de deyecciones en el interior de los alojamientos (100%)	Todos (100%)	Almacenamiento en fosas debajo del confinamiento de los animales (Suelo enrejillado y con foso) (97,58%) Deyecciones líquidas
		Suelo sin foso (2,23%) Deyecciones Sólidas
		Camping (0,19%)

**Tabla 10.** Frecuencia de retirada del purín del almacenamiento interior de deyecciones, en porcino. Comparación con frecuencia de retirada mensual.

	Almacenamiento de deyecciones	Frecuencia de retirada del purín	%	
Todos (100%)	Almacenamiento en fosas debajo del lugar de confinamiento de los animales (suelo enrejillado y con foso) (97,58%) deyecciones líquidas	Contesta a frecuencia de retirada	Retirada purín < a un mes 20,10	
			Retirada purín mensual 29,94	
			Retirada purín > a un mes 49,96	
	Suelo sin foso (2,23%) Deyecciones sólidas	NS/NC a frecuencia de retirada (9,85%)		
Camping (0,19%)				

Como se puede ver en la Tabla 9, en consonancia con el hecho de que el 99,29% de las plazas de las explotaciones encuestadas se asocian a la generación de deyecciones líquidas, se muestra cómo el sistema de almacenamiento mayoritario (97,58 % del total de plazas) en las explotaciones de porcino es la utilización de fosos bajo el lugar de confinamiento de los animales, a través del suelo enrejillado (parcial o total). En cuanto a los sistemas de almacenamiento considerados como sistemas de almacenamiento de deyec-

ciones sólidas (2,23% de suelo sin foso y 0,19% plazas alojadas en camping), su proporción es minoritaria con respecto al total de las plazas de las explotaciones encuestadas, nuevamente relacionado con el bajo porcentaje de plazas asociadas a la generación de deyecciones sólidas (0,71 % del total de plazas).

En cuanto a la frecuencia de retirada del purín del interior de las explotaciones, se puede observar en la Tabla 10 que prácticamente en la mitad de las plazas el purín se retira con una frecuencia superior a un mes. Del otro 50% restante, el 20% se re-

tira con una frecuencia menor a un mes, y en casi un 30% de las plazas, la retirada es mensual.

**4.3.- CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL EXTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS**

El presente apartado incluye el análisis de las cuestiones referentes al manejo de las deyecciones en el exterior de las explotaciones.

**Almacenamiento exterior de deyecciones**

Para analizar el almacenamiento exterior de deyecciones, las plazas existentes en las explotaciones de porcino se han repartido en función del porcentaje de deyecciones sólidas y líquidas generadas.

La Tabla 11 refleja que, en concordancia con la mayor producción de deyecciones líquidas en porcino, también es mayoritario el almacenamiento de las mismas.

**Sistemas de almacenamiento exterior en deyecciones líquidas**

En la Tabla 12 se detallan los porcentajes de los diferentes sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones líquidas.

Tal como se aprecia en la tabla, el sistema de almacenamiento exterior de deyecciones líquidas predominante es la balsa (75,24%). En menor proporción, se encuentra el tanque abierto (17,59%) y fi-

nalmente el tanque cubierto, bien con cobertizo o con otros medios, que suponen un porcentaje minoritario 7,17%.

**Frecuencia de retirada del purín desde los sistemas de almacenamiento exterior**

En el estudio de la frecuencia de retirada del purín desde los sistemas de almacenamiento exterior se determina la frecuencia mensual como referencia de retirada habitual, existiendo dos divisiones a partir de ella: frecuencia menor a la mensual y frecuencia mayor a la mensual.

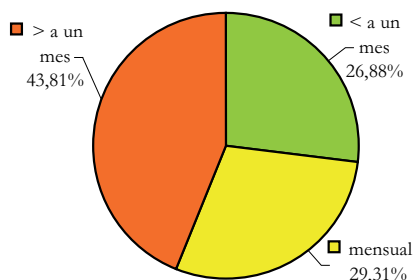
**Tabla 11. Almacenamiento exterior de deyecciones en el sector porcino.**

		Almacenamiento de deyecciones	%
Todos porcino (100%)	Sin almacenamiento exterior (11,58%)	Recolección y depósitos diarios	94,42
		Otros usos (no valoración agrícola)	5,58
	Con almacenamiento exterior (88,40%)	Almacenamiento exterior (plazas sólidas)	0,86
		Almacenamiento exterior (plazas líquidas)	99,14
NS/NC al almacenamiento exterior de deyecciones (0,02%)			

**Tabla 12. Sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones líquidas.**

		Almacenamiento exterior	Sistemas de Almacenamiento	%
Todos porcino (100%)	Sin almacenamiento exterior (11,58%)			
		Almacenamiento exterior (plazas sólidas) (0,86%)		
	Con almacenamiento exterior (88,40%)	Almacenamiento exterior (plazas líquidas) (99,14%)	Balsa	75,24
			Tanque abierto	17,59
			Tanque cubierto con cobertizo	5,42
Tanque cubierto con otros medios	1,75			
NS/NC al almacenamiento exterior de deyecciones (0,02%)				

**Figura 8.** Frecuencia de retirada del purín de los sistemas de almacenamiento exterior. Balsa/tanque abierto/tanque cubierto.

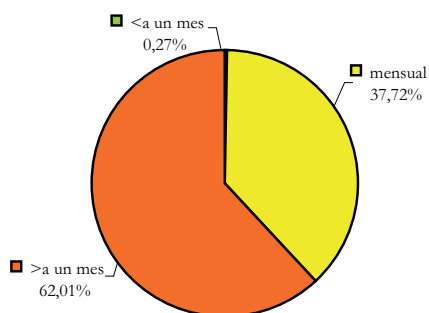


De la Figura 8 se desprende que la retirada del purín desde los sistemas de almacenamiento exterior se realiza mayoritariamente (43,81%) con una frecuencia superior a un mes.

**Frecuencia de retirada del estiércol desde los sistemas de almacenamiento exterior**

En la Figura 9 se expone la frecuencia de retirada de estiércol desde los sistemas de almacenamiento exterior.

**Figura 9.** Frecuencia de retirada del estiércol desde el almacenamiento exterior.



La frecuencia mayoritaria de retirada del estiércol de los estercoleros es mayor a un mes (62,01%), siendo prácticamente nula la frecuencia inferior a la mensual (0,27%), teniendo en cuenta que a nivel de producción de deyecciones en una explotación, las sólidas sólo suponen el 0,71%.

**4.4. CUESTIONES RELATIVAS AL TRATAMIENTO INTERMEDIO DE DEYECCIONES**

Se analizan en este punto los tratamientos intermedios que son aplicados a las deyecciones generadas en las explotaciones porcinas.

Como se muestra en la Tabla 13, el 80,94% de las deyecciones porcinas no se someten a ningún tipo de tratamiento intermedio, siendo sólo destacable el 7,54% de la separación sólido-líquido, el 5,86% de la desecación y el 3,77% que son sometidas a tratamiento aeróbico. El resto de tratamientos tienen una presencia prácticamente despreciable.

**Tabla 13.** Tratamiento intermedio de deyecciones porcinas.

	Tratamiento Intermedio	%
Total deyecciones. Todas las clasificaciones porcino (100%)	Digestión Anaerobica	0,43
	Tratamiento aerobico	3,77
	Descomposición orgánica (compostaje)	0,28
	Separación sólido líquido	7,54
	Desecación	5,86
	Digestión Anaerobica y Tto. Aerobico	0,53
	Separación sólido líquido y compostaje	0,35
	Desecación y compostaje	0,30
	Sin tratamiento	80,94

**4.5. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS RESPECTO A LA IMPLANTACIÓN DE MTD**

En los puntos siguientes se muestran los resultados obtenidos del análisis de las encuestas respecto al grado de implantación de MTD.

**4.5.1.- CUESTIONES RELATIVAS A TÉCNICAS NUTRICIONALES**

En este apartado se exponen los resultados ponderados por el total de plazas de cerdas

en transición y cerdos en cebo existentes en las explotaciones encuestadas, respectivamente y según el dimensionamiento.

**Técnicas nutricionales: Alimentación por fases en animales de transición**

En la Figura 10 y 11 se representan los resultados correspondientes a la MTD de alimentación por fases en las diferentes categorías animales.

Figura 10. Tipos de alimentación en cerdas de transición.

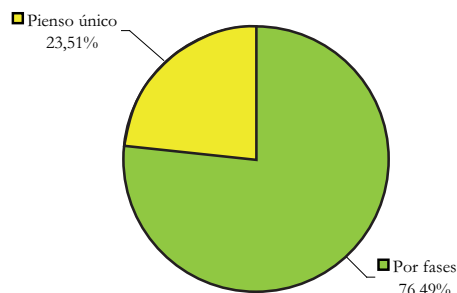
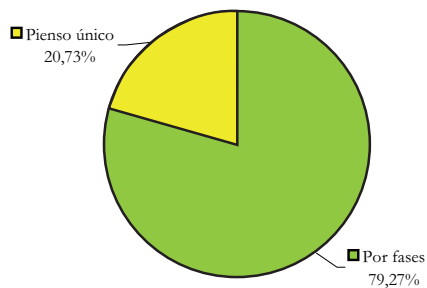


Figura 11. Tipos de alimentación en cerdos de cebo.



Como se puede observar en las figuras, la mayoría de plazas de transición y cebo aplican la técnica nutricional de alimentación por fases (entre el 75 y el 80%).

El hecho de considerar que se ha implantado la alimentación por fases, supone que en cada una de las categorías estudiadas se han suministrado como mínimo dos piensos, concretamente:

- Transición: al menos un pienso para lechones de 7 a 12 kg y otro de 12 a 20 kg.

- Cebo: al menos un pienso para cerdos de 20 a 60 kg y otro para cerdos de 60 a 100 kg.

**4.5.2. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN EL INTERIOR DE LAS EXPLOTACIONES**

El presente apartado incluye el análisis de las cuestiones referentes al manejo de las deyecciones en el interior de las explotaciones.

En este apartado del documento se analizan distintos tipos de mejora en el diseño y manejo de los alojamientos. En todos los casos se analizan las categorías concretas sobre las que las mejoras en el diseño y manejo de los alojamientos se consideran MTD.

**Tipos de superficie (suelos) sobre las que se alojan los animales**

Las superficies o suelos sobre los que se sitúan o alojan los animales de las explotaciones porcinas se diferencian fundamentalmente en si son enrejillados o sin enrejillar. Este último puede estar cubierto con una cama de distintos tipos o bien no tener ningún material cubriéndolo. En la categoría de cebo, se considera MTD cuando el suelo está parcialmente enrejillado en lugar de totalmente enrejillado.

En la misma línea (MTD), pero combinando el tipo de suelo con la construcción del foso de deyecciones en "V" se estudian y analizan las categorías de gestación y transición (ver Tabla 14).

Las MTD referentes a los tipos de suelo en los alojamientos son, tal y como quedan destacadas en la tabla:

- Gestación: Suelo parcialmente enrejillado y foso reducido (foso en "V").

**Tabla 14.** Suelos del interior de la explotación sobre los que se alojan cerdos en cebo, cerdas en gestación y transición. Combinación con fosos en "V".

		Tipos de suelos. Fosos en V		%
Gestación (100%)	Suelo enrejillado (96,84%)	Totalmente (18,15%)	Totalmente enrejillado y foso en V	0,00
			Totalmente enrejillado y foso rectangular	18,15
		Parcialmente (81,85%)	Parcialmente enrejillado y foso rectangular	76,51
			Parcialmente enrejillado y foso en V	5,34
	Suelo sin enrejillar (2,85%)	Suelo con cama (62,11%)		
		Suelo sin cama (37,89%)		
Camping (0,31%)				
Transición (100%)	Suelo enrejillado (99,25%)	Totalmente (76,74%)	Totalmente enrejillado y foso en V	0,46
			Totalmente enrejillado y foso rectangular	76,28
	Parcialmente (23,26%)			
	Suelo sin enrejillar (0,75%)			
Camping (0,00%)				
Cebo (100%)	Suelo enrejillado (98,24%)	Suelo parcialmente enrejillado	61,10	
		Suelo totalmente enrejillado	38,90	
	Suelo sin enrejillar (1,76%)	Suelo con cama (76,84%)		
		Suelo sin cama (23,16%)		
	Camping (0,00%)			

- Transición: Suelo totalmente enrejillado y foso en pendiente (fosos en "V") así como suelo parcialmente enrejillado.

- Cebo: Suelo parcialmente enrejillado.

para gestantes es muy baja (5,34%) y, aunque para cerdas en transición el suelo parcialmente enrejillado está más presente en las granjas, sólo se alcanza el 23,26%. En cebo, sin embargo, la proporción de suelo parcialmente enrejillado es mayoritaria (61,10%).

Según se refleja en la Tabla 14, la implantación de la MTD descrita en este punto

**Tipos de fosos para deyecciones líquidas**

**Tabla 15.** Foso en "V" para deyecciones líquidas de cerdas de lactación y cerdos de cebo.

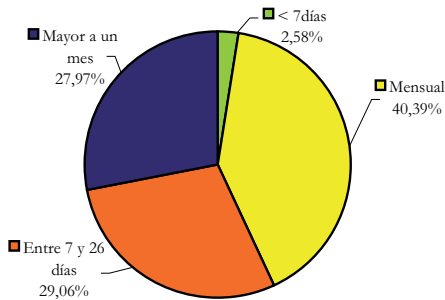
		Tipos de fosos		%
Lactación (100%)	Suelo con foso (98,08%)	Colocación de rampa en el foso de purines (foso en V)	5,83	
		Foso rectangular	94,17	
	Suelo sin foso (0,88%)			
	Camping (1,03%)			
Cebo (100%)	Suelo con foso (98,24%)	Aplicación de fosos en V para reducción superficie emisión	6,79	
		Foso rectangular	93,21	
	Suelo sin foso (1,76%)			
	Camping (0,00%)			

A nivel constructivo, en las explotaciones también se puede hablar de MTD para ciertos tipos de fosos. En concreto, el foso en “V” para cerdas lactantes y en cebo es una MTD, consiguiéndose de esta forma la disminución de la superficie de emisión de gases. Como se puede ver en la Tabla 15, la implantación de la MTD descrita es muy baja tanto en lactación como en cebo, no superando en ninguno de los casos el 7%.

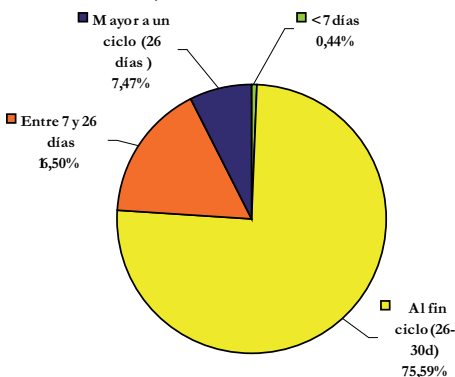
**Frecuencia de retirada del purín en el almacenamiento interior de las explotaciones**

A continuación, se exponen los resultados obtenidos sobre la frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para las diferentes categorías animales.

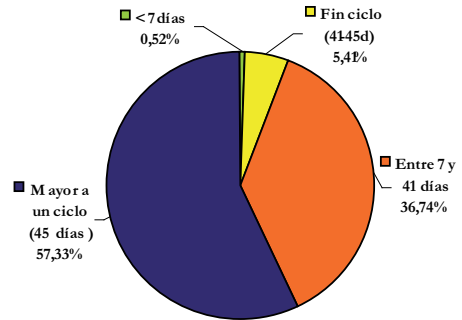
**Figura 12. Frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para cerdas gestantes.**



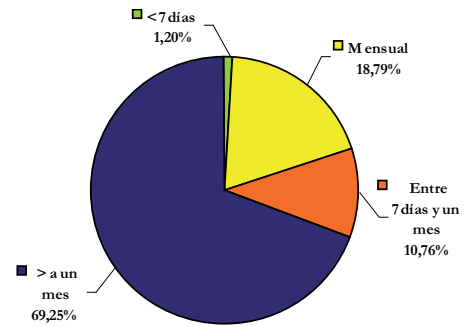
**Figura 13. Frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para cerdas lactantes.**



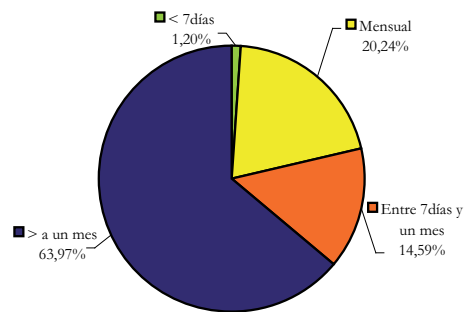
**Figura 14. Frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para cerdas en transición.**



**Figura 15. Frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para cerdos en cebo de 20 a 60 kg.**



**Figura 16. Frecuencia de retirada del purín en almacenamiento interior, para cerdos en cebo de 60 a 100 kg.**



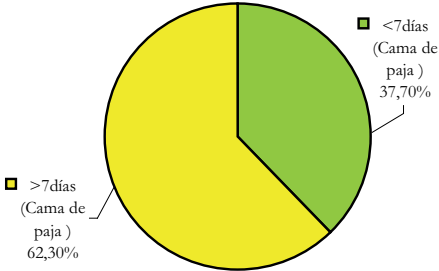
De los gráficos anteriores, en los que se analiza la implantación de la MTD “Eliminación frecuente del purín” para las categorías donde están definidas, se aprecia que la implantación de la MTD sobre eliminación del purín del almacenamiento interior cada menos de 7 días no alcanza el 3%, o lo que es lo mismo, el grado de implantación de la misma es

muy bajo. Lógicamente, y en contraposición a este porcentaje, se puede asegurar que la frecuencia de retirada del purín supera con creces estos 7 días, como es el caso de los cerdos en cebo donde predomina la retirada del purín con una frecuencia superior al mes (69,25%), o en cerdas en transición, donde el purín generado por el 57,33 % de las plazas es eliminado con una frecuencia mayor a un ciclo, es decir, 45 días.

**Frecuencia de retirada del estiércol en el almacenamiento interior de las explotaciones**

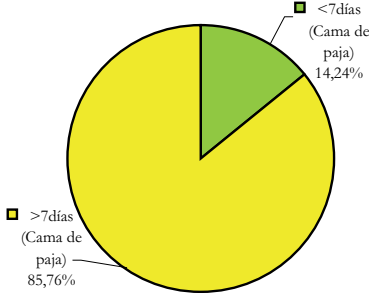
En las siguientes figuras se exponen los resultados obtenidos del análisis sobre la frecuencia de retirada del estiércol del almacenamiento interior, para las categorías de gestación y cebo.

**Figura 17. Frecuencia de retirada del estiércol en el almacenamiento interior, para cerdas gestantes.**



Como se observa en los resultados, la frecuencia habitual de retirada de la cama es la de más de 7 días, siendo éste porcentaje incluso más elevado en el caso de la

**Figura 18. Frecuencia de retirada del estiércol en el almacenamiento interior, para cerdos en cebo.**



categoría de cebo.

**4.5.3. CUESTIONES RELATIVAS AL ALMACENAMIENTO EXTERIOR DE DEYECCIONES**

**Cubierta en los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones**

La disposición de cubierta en los sistemas exteriores de almacenamiento de deyecciones es considerando como MTD, mientras que si las deyecciones están expuestas al aire libre y, en general, a los fenómenos meteorológicos de cada zona, se considera como técnica de referencia. A continuación, en la Tabla 16 se detallan los datos obtenidos relativos a la incorporación de cubiertas en los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones.

En el almacenamiento de purines, las plazas de porcino asociadas a un sistema de almacenamiento exterior con cubierta suponen

**Tabla 16. Cubierta en los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones.**

Almacenamiento de deyecciones		Cubierta		%
Todos porcino (100%)	Almacenamiento de deyecciones líquidas(87,64%)	Con cubierta		7,17
		Sin cubierta		92,83
	Almacenamiento de deyecciones sólidas (0,76%)	Contestan a existencia o no de cubierta (82,77%)	con cubierta	0,00
		No contestan a existencia o no de cubierta (17,23%)	sin cubierta	100,00
	Sin almacenamiento exterior (11,58%)			
NS/NC Al almacenamiento de deyecciones (0,02%)				

un 7,17%, es decir, un porcentaje superior al correspondiente para el caso del almacenamiento de estiércoles, donde la existencia de cubiertas en los estercoleros es nula.

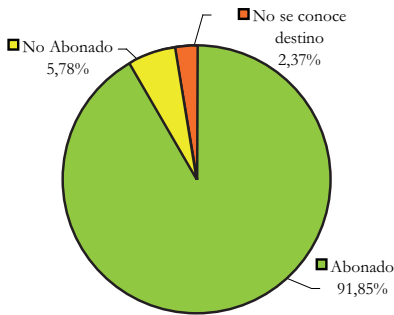
**4.5.4. CUESTIONES RELATIVAS A LA VALORIZACIÓN AGRÍCOLA DEL PURÍN**

En este apartado del estudio, se analiza el destino de las deyecciones líquidas al salir de las explotaciones, analizando si hay valorización agrícola de las mismas o no, los sistemas de abonado empleados en la aplicación del purín a campo y el tiempo transcurrido hasta el enterrado en el suelo tras su aplicación.

*Destino de deyecciones líquidas al salir de la explotación*

Como se puede apreciar en la Figura 19 la mayor parte de los purines de las explotaciones se destinan a la aplicación como abono en campo (más de un 91%), siendo minoritarios otros usos o destinos, ya que sólo suponen el 5,78%. Del 2,37% restante no se han obtenido resultados en cuanto a su destino final.

**Figura 19.** Destino de las deyecciones líquidas al salir de la explotación.

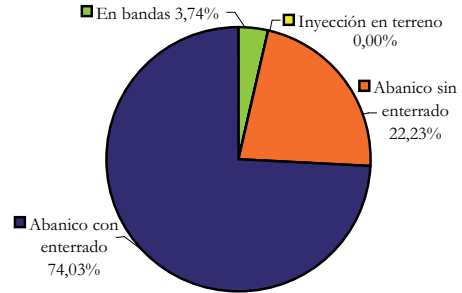


*Sistemas de abonado o aplicación del purín*

Como se puede apreciar en la Figura 20, el método de aplicación predominante con respecto al total de plazas con deyecciones líquidas valorizadas agrícolamente

como abono orgánico, es el de aplicación en abanico suponiendo un 74,03% del total de plazas. En cuanto al resto de los sistemas, la aplicación en bandas supone sólo un 3,74%, sin embargo, no se han encontrado casos de aplicación de deyecciones líquidas mediante inyección en el terreno. Estos últimos, son los dos métodos de aplicación considerados como MTD.

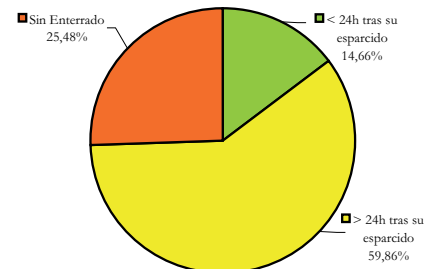
**Figura 20.** Sistemas de abonado/aplicación de purín a campo.



*Tiempo de enterrado del purín tras su aplicación a campo*

Tal como muestra la Figura 21, el enterrado del purín tras su aplicación a campo se realiza mayoritariamente después de 24 horas (59,86%). El 25,48% de las plazas que generan deyecciones líquidas no se entierran tras su esparcido en el campo, por lo que no reducen las emisiones procedentes del purín a la atmósfera. Sin embargo, el porcentaje de plazas con un enterrado rápido del purín (alternativa que más atenuaría dichas emisiones) es bajo, siendo de un 14,66% antes de 24 horas.

**Figura 21.** Tiempo de enterrado del purín tras su aplicación a campo.







## 5. CONCLUSIONES

A continuación se resumen las conclusiones alcanzadas sobre gestión de deyecciones e implantación de MTD en el sector porcino intensivo.

### **GESTIÓN DE DEYECCIONES**

**Manejo en el interior de los alojamientos.** En las explotaciones de porcino intensivo predominan las deyecciones de tipo líquido. En consonancia con este hecho, el sistema mayoritario de almacenamiento interior de deyecciones es el foso bajo el lugar de confinamiento de los animales y a través de suelo enrejillado, siendo la frecuencia de retirada superior a un mes.

**Manejo en el exterior de los alojamientos.** La mayor parte de las deyecciones generadas en las explotaciones porcinas son almacenadas exteriormente. El sistema de almacenamiento exterior predominante es la balsa con una frecuencia de retirada mayor a un mes.

**Tratamiento intermedio de deyecciones.** En nuestro país, la mayoría de las deyecciones porcinas no son sometidas a tratamientos intermedios. De los tratamientos aplicados los más significativos son la separación sólido-líquido y la desecación.

### **IMPLANTACIÓN DE MTD**

**Técnicas nutricionales.** En alimentación se considera MTD la alimentación por fases. En las dos categorías estudiadas (transición y cebo) se aplica mayoritariamente esta técnica, suponiendo un elevado porcentaje respecto al suministro de pienso único, considerada técnica de referencia.

**Manejo de las deyecciones en el interior de la explotación. Tipos de suelo, tipos de fosos y frecuencia de retirada.** En cuanto al manejo de deyecciones en el interior de las explotaciones, se consideran las siguientes MTD:

- Para la categoría animal de cerdas en gestación, se considera MTD el alojamiento en suelo parcialmente enrejillado y foso en "V". Del análisis de resultados se ha obtenido que el grado de implantación de esta MTD para esta categoría es muy bajo.
- Para la categoría animal de cerdas en transición, las dos MTD consideradas como tal son el suelo totalmente enrejillado con foso en "V" y el suelo parcialmente enrejillado. Al igual que para la categoría anterior, el grado de implantación de estas MTD es muy bajo.
- Para la categoría cerdas de cebo, la MTD considerada es la de suelo parcialmente enrejillado. En este caso, el grado de implantación es alto.

A nivel constructivo, el foso en "V" para cerdas lactantes y en cebo se considera MTD, siendo la implantación de esta técnica muy baja en ambas categorías.

Respecto a la retirada del purín del interior de los alojamientos, se considera MTD la eliminación frecuente del purín (<7 días). El grado de implantación de esta MTD es muy bajo.

**Almacenamiento exterior de deyecciones. Cubierta.** La utilización de cubierta en los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones, tanto líquidas como sólidas, se considera MTD y su grado de implantación es bajo.

**Valorización agrícola del purín.** La implantación de MTD en lo que respecta a la aplicación del purín a campo es minoritaria o muy poco significativa. Dos son las MTD consideradas: la aplicación del purín en bandas y la aplicación mediante inyección en el terreno, cuyo grado de implantación es nulo. Respecto al enterrado del purín una vez aplicado a campo, la MTD considerada es un tiempo de enterrado menor

a 24 horas. En este sentido, el grado de implantación también es bajo.

Como conclusión final, destacar que de todas las MTD sólo dos de ellas están implantadas en más del 50% de las plazas. Éstas corresponden a la alimentación por fases en lechones (plazas de cerdas en transición) y cerdos en cebo (76,49% y 79,27% respectivamente) y el alojamiento con suelo parcialmente enrejillado en cerdos de cebo (61,10%).





## 6. BIBLIOGRAFÍA

AMBROSIO FLORES, L. (1999). Muestreo. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

AZORÍN, F., SÁNCHEZ-CRESPO, J.L. (1986). Métodos y aplicaciones del muestreo. Alianza Editorial.

BALASCH, S. (2008). Muestreo. En Curso Lean Seis Sigma. Nivel Black Belt. Universidad Politécnica de Valencia.

BOE. (1996). Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. BOE núm. 61 del 11 de marzo de 1996.

DEFRA. (2002). Ammonia in the UK. DEFRA Publications, pp. 1-89. London.

EEA. (2008). Annual European Community LRTAP Convention Emission Inventory report 1990 - 2006. EEA Technical Report No 7/2008, European Environment Agency, 82 pag. Copenhagen, 2008.

EUROPEAN COMMISSION. (2003). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, European Commission, Sevilla, pp. 1-383. (BREF, 2003. Best Available Techniques Referente Document. Documento disponible en : <http://eippcb.jrc.es/referen-ce/irpp.html>) (con fecha julio 2009)

FLOTATS, X., ILLA, J., MAGRÍ, A., PALATS, J., SOLÉ, J., Y CAMPOS, E. (2004). Guia dels tractaments de les dejeccions ganaderes. Generalitat de Catalunya departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, IRTA.

IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Egglestone, H.S., Buendia, L.,

Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan.

KRUPA, S. V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH<sub>3</sub>) on terrestrial vegetation: a review. Environmental Pollution 124, 179-221.

LAINEZ, M. (1998). Caracterización técnica de la producción porcina en la Comunidad Valenciana. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

MARM. (2008). Anuario de Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 2008.

SANZ, M.J., CARRATALÁ, A., GIMENO, C., MILLÁN, M.M. (2001). Atmospheric nitrogen deposition on the east Coast of Spain: relevance of dry deposition in semi-arid Mediterranean regions. Environmental Pollution 118 (2002) 259-272.

SMITH K.A., BREWER A.J., CRABB J., DAUVEN A. (2001). A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. III. Cattle manures. Soil Use and Management 17: 77-87.

STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., DE HAAN, C. (2006). Livestock's long shadow. FAO, 377 pag.

USDA, National Resources Conservation Service. (2009). National Engineering Handbook (NEH): Part 651 - Agricultural Waste Management Field Handbook. Documento disponible en: <http://directives.sc.egov.usda.gov/viewerFS.aspx?id=3851>

VELTHOF, G.L., OUDENDAG, D.A., OENEMA, O. (2007). Development and application of the integrated nitrogen model MITERRA-EUROPE. Alterra, Wageningen, NL. 102 pp.