



CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE DEYECCIONES. SECTOR BOVINO DE LECHE



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: Cooperativas Agroalimentarias.

Expertos colaboradores y revisores:

Carlos de Blas Beorlegui (Universidad Politécnica de Madrid), Gonzalo González Mateos (Universidad Politécnica de Madrid), Natalia Alonso Sopena (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 ganadería 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 está 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 más 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 vacuno de leche representado por COOPERATIVAS AGROALIMENTARIAS, ha llevado a cabo estos estudios de caracterización y gestión de estiércoles.

1. PLANTEAMIENTO GENERAL	9
1.1. ANTECEDENTES	10
1.2. OBJETIVO	12
2. CARACTERÍSTICAS DE LAS DEYECCIONES GANADERAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN . 13	
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
3. MATERIAL Y MÉTODO	19
4. RESULTADOS	25
4.1. INFORMACIÓN DE PARTIDA.....	26
4.2. CUESTIONES ANALIZADAS.....	26
4.3. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS.....	27
4.4. CUESTIONES RELATIVAS A LA GESTIÓN Y DESTINO DE DEYECCIONES GANADERAS ..	31
5. CONCLUSIONES.....	33
6. BIBLIOGRAFÍA.....	35



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 CO₂ eq, y su incremento respecto al año base ha sido del 3,2%, habiendo pasado de 37,74 Mt de CO₂ eq. en 1990 a 38,96 Mt de CO₂ 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** (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 (USDA¹, 2009; Sanz et al., 2001; DEFRA², 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 (EEA³, 2008).

La ganadería también contribuye a las emisiones de gases de **efecto invernadero** debido fundamentalmente a las emisiones procedentes de dos fuentes: el metano (CH_4) que es originado por la fermentación entérica y el estiércol, fundamentalmente los purines, y el óxido nítrico (N_2O), 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 (BOE⁴, 1996), contempla que no sólo los subproductos derivados de la ganadería pueden ser considerados como fuentes potenciales de contaminación, sino que los abonos

¹USDA: United States Department of Agricultura.

²DEFRA: Department of Environment, Food and Rural Affairs.

³EEA: European Environment Agency.

⁴BOE: 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 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-GAINS⁵, que determina factores de emisión de NH_3 , N_2O , NO y CH_4 . Estos modelos facilitan la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones de gases de efecto invernadero y amoníaco.

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 vacuno es, dentro de la producción final ganadera, el segundo en importancia, por detrás del sector porcino. Dentro del sector vacuno, el subsector de bovino de leche ha experimentado, a lo largo de los últimos años, un marcado descenso en el número de explotaciones, si bien acompañado de un progresivo aumento en el tamaño y cuota de producción, la profesionalización y la alta rentabilidad económica de las mismas.

1.2. OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los sistemas de gestión de deyecciones del sector bovino de leche 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.

⁵RAINS-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

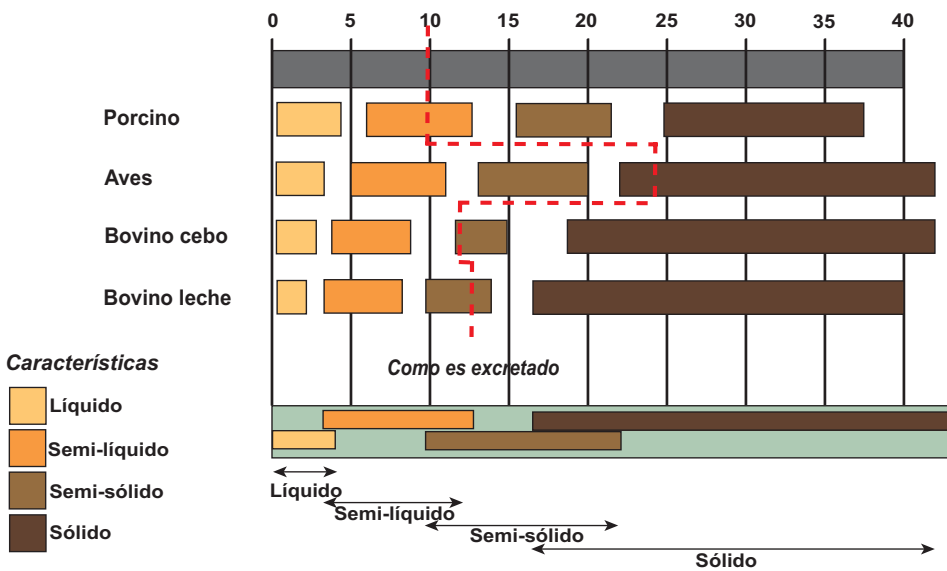
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	14
2.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y RETIRADA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	14
2.3. DESTINO DE LAS DEYECCIONES GENERADAS EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS	16
2.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN AGRÍCOLA DE LAS DEYECCIONES GANADERAS	17

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.

Figura 1, clasifica las deyecciones ganaderas, 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

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

En el manejo de deyecciones ganaderas en el sector de bovino de leche 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 suelo enrejillado:** Depósitos con capacidad variable, generalmente construidos por fábrica de ladrillo u hormigón, normalmente situados bajo suelos enrejillados o slat. En las fosas se almacena una mezcla constituida por excrementos, orina, agua de limpieza, agua vertida desde los bebederos, y restos de alimentos.
- **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 2. 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 2. Cama de paja en una explotación de vacuno.



Fuente: MARM.

Almacenamiento exterior

Destacan los siguientes sistemas:

- **Balsas de almacenamiento:** Las balsas se utilizan para almacenar deyecciones de consistencia líquida. Estas balsas suelen estar constituidas por excavaciones en el suelo con forma cuadrangular o rectangular, recubiertas en su base por material impermeable con el ob-

jetivo de evitar posibles filtraciones hacia capas inferiores.

- **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 estancos, 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 de ellos 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 (Figura 3). 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,

Figura 3. Almacenamiento de deyecciones sólidas en estercolero.



Fuente: MARM.

con fosa de purín o sin ella para el recogido de las fracciones líquidas.

Sistemas de retirada:

Destacan los siguientes sistemas:

- **Retirada mediante tractor con pala.**
- **Retirada manual (pala y carretilla).**
- **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 (Figura 4). Las más extendidas son las automáticas o autónomas accionadas por motor eléctrico mediante diversos sistemas (hidráulicos, cadenas o cables).

Figura 4. Sistema de retirada de deyecciones mediante arrobaderas en una explotación de vacuno.



Fuente: MARM.

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

A través de 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 bovino con producción láctea en el año 2005; año establecido como hito intermedio en la serie temporal del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

La población total objeto de estudio se obtuvo a partir del análisis de dicha consulta al REGA, que proporcionó los datos correspondientes al año 2005. La consulta de REGA estaba estructurada en seis estratos según tamaño de explotación, que se puede asimilar a número de plazas.

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

Tabla 1. Distribución del nº de explotaciones y plazas en el sector bovino de leche.

	Nº de Explot.	Nº de Plazas	Tamaño medio: plazas/explot.
Andalucía	1.126	96.471	86
Aragón	131	18.271	139
Asturias	4.324	142.313	33
Baleares	259	18.148	70
Canarias	218	4.320	20
Cantabria	3.531	145.044	41
C. La Mancha	439	32.028	73
C. y León	2.974	155.067	52
Cataluña	1.238	139.184	112
Extremadura	569	12.867	23
Galicia	16.423	578.973	35
Madrid	144	14.109	98
Murcia	64	8.812	138
Navarra	299	35.590	119
País Vasco	490	26.159	53
La Rioja	32	3.244	101
Valencia	50	8.326	167
Total	32.311	1.438.926	45

Fuente: Elaboración propia a partir del REGA 2005.

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

A la vista de la consulta REGA, en la que se estructura toda la población por provincias, se seleccionaron las siguientes: Córdoba, Asturias, Girona, León, Lugo y Cantabria.

La justificación de dicha selección de provincias se debe a que se consideran, por juicio de expertos, las más relevantes para los objetivos propuestos, por las siguientes razones:

- El conjunto seleccionado recoge una elevada concentración de granjas y de animales.
- La estructura de dichas provincias recoge la diversidad de situaciones existentes, lo que también podría asociarse a los sistemas de gestión de deyecciones.
- El grado de cobertura es muy amplio porque el porcentaje que representan es alto. Presumiblemente el error de cobertura, es decir la omisión deliberada de una parte de la población, no sería elevado.

En la discusión de la selección de provincias, se debatió sobre la elección entre Lugo, Pontevedra y A Coruña, dado que son provincias de alta concentración y muy próximas geográficamente. Se desestimaron Pontevedra y A Coruña porque en ellas se producía una eleva proporción

de granjas de tipo familiar, y la realización de encuestas en ellas podía suponer un número muy bajo de animales; esta eliminación de explotaciones de pequeña dimensión suele ser habitual en trabajos de este tipo (Smith et al., 2001).

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 diferencias 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 (plazas).

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 2 y 3.

Tabla 2. Cobertura de las provincias seleccionadas con respecto al total nacional.

	Nº de Explt.	Nº Animales
Total Nacional	32.311 (100%)	1.438.926 (100%)
Provincias Seleccionadas	17.164 (53,12%)	694.209 (48,24%)

Fuente: Elaboración propia a partir del REGA (2005)

Tabla 3. Distribución del nº de explotaciones y plazas en las provincias seleccionadas para el sector bovino de leche.

	Nº Explotaciones	Nº Plazas
Córdoba	496	41.979
Asturias	4.324	142.313
Cantabria	3.531	145.044
León	1.173	45.941
Gerona	480	54.084
Lugo	7.160	264.848
Total	17.164	694.209

Fuente: Elaboración propia a partir del REGA (2005).

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:

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

o lo que es lo mismo:

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

Donde:

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

\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

$f = n / N = N^{\circ}$ muestras / N° 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:

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

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 (2005) 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 de bovino de leche, toma un valor de 45.

- S : Desviación estándar, que se obtiene del REGA (2005). En el caso de bovino de leche es de 40,15.

El tamaño muestral obtenido fue de **303 encuestas**.

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 (Balsch, 2006):

- 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:

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

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.

Una vez realizados los cálculos, considerando unos valores de p y q del 60 y 40 por ciento, respectivamente, es decir una proporción de 0,6 para almacenamiento de sólidos, de acuerdo a la bibliografía, para un nivel de confianza del 95%, y un margen de error del 10%, el tamaño requerido es de 254 explotaciones de leche, que está cubierto por el tamaño de la muestra utilizado. Se ha calculado el margen de error para el tamaño de muestra obtenido para la variable continua, consiguiéndose un margen del 5,8% para la proporción y sobre la totalidad de explotaciones españolas.

Las 303 explotaciones ganaderas a encuesta se seleccionaron de forma aleatoria a partir del registro general del REGA y en las provincias seleccionadas, expuestas en la Tabla 3.

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 bovinas de leche, 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 (ASOPROVAC⁶ y Cooperativas Agroalimentarias), 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.

⁶ASOPROVAC: Asociación Española de Productores de Carne de Vacuno.



4. RESULTADOS

4.1. INFORMACIÓN DE PARTIDA	26
4.2. CUESTIONES ANALIZADAS	26
4.3. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS	27
4.4. CUESTIONES RELATIVAS A LA GESTIÓN Y DESTINO DE DEYECCIONES GANADERAS	31

4.1. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Para llevar a cabo la “caracterización de los sistemas de gestión de deyecciones” en el sector bovino de leche se repartió la muestra (303 explotaciones ganaderas, en 6 provincias diferentes y suponiendo un total de 21.305 plazas) en 6 estratos en función del número de plazas. En cada estrato y provincia se ha llevado a cabo un número prefijado de encuestas, tal y como queda reflejado en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución geográfica del número de encuestas por estrato (bovino de leche).

	01-15	16-40	41-60	61-80	81-100	>100	
Girona	1	3	2	6	4	8	24
Asturias	1	28	11	9	6	9	64
Lugo	9	19	17	17	7	10	79
Cantabria	2	13	20	4	6	8	53
León	2	23	10	9	8	12	64
Córdoba	3	1	1	2	3	9	19
	18	87	61	47	34	56	303

4.2. CUESTIONES ANALIZADAS

Las cuestiones recogidas en la encuesta para el sector bovino de leche que han sido analizadas se pueden dividir en dos grupos: cuestiones sobre el manejo de las deyecciones en las explotaciones ganaderas y sobre la gestión y destino de éstas.

Los resultados obtenidos se exponen ponderados por plaza, esto es, se estiman sobre las 21.305 plazas de las explotaciones encuestadas, a fin de reflejar unos resultados lo más ajustado posible a la realidad del sector a nivel nacional. En el caso del uso y destino se diferencia entre el número de plazas con deyecciones sólidas (se pondera sobre 10.767 plazas) y con deyecciones líquidas (se pondera sobre 10.538 plazas).

En la Tabla 5 se resumen las cuestiones preguntadas en cada uno de los grupos definidos anteriormente.

Tabla 5. Cuestiones analizadas en el sector bovino de leche.

CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS. Analizadas y ponderadas sobre el total de plazas existentes en las explotaciones encuestadas: 21.305 plazas	Tipos de deyecciones que se generan en las explotaciones	
	Distribución de los sistemas de almacenamiento de deyecciones	
	Métodos de retirada de las deyecciones desde el interior de los alojamientos hacia el exterior	
	Frecuencia de retirada y permanencia en los sistemas de almacenamiento	
	Capacidad media de los sistemas de almacenamiento exteriores	
CUESTIONES RELATIVAS A LA GESTIÓN Y DESTINO DE LAS DEYECCIONES GANADERAS. Analizadas y ponderadas en función del tipo de deyecciones (sólidas o líquidas) que se manejan	Gestión, destino y aplicación de deyecciones sólidas. Analizadas y ponderadas sobre un total de 10.767 plazas	Destino de las deyecciones sólidas generadas Gestión de las deyecciones por parte de ganaderos que las valorizan agrícolamente como abono orgánico.
	Gestión, destino y aplicación de deyecciones líquidas. Analizadas y ponderadas sobre un total de 10.538 plazas	Destino de las deyecciones líquidas generadas Gestión de las deyecciones por parte de ganaderos que las valorizan agrícolamente como abono orgánico.

4.3. CUESTIONES RELATIVAS AL MANEJO DE DEYECCIONES EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

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

Tipo de deyecciones que se generan en las explotaciones

Para el caso particular de las explotaciones de bovino de leche y, tras analizar las encuestas realizadas, los diferentes tipos de deyecciones que se generan se distribuyen prácticamente al 50% entre deyecciones sólidas y líquidas como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Tipos de deyecciones que se generan en la explotación.

	nº de plazas	% del total
Deyecciones sólidas	10.767	50,50
Deyecciones líquidas	10.538	49,5
Total	21.305	100

Distribución de los sistemas de almacenamiento y retirada de deyecciones

Los resultados obtenidos relativos a los sistemas de almacenamiento y retirada de deyecciones se exponen en las Tablas 7 y 8.

En la Tabla 7 se puede comprobar como, en concordancia con el hecho de que las deyecciones se distribuyan al 50% entre sólidas y líquidas, el porcentaje total de plazas vinculadas a explotaciones en las que existen sistemas denominados como “líquidos” (ya sean exclusivos o combinados) es de un 49,54% y el porcentaje total de plazas vinculadas a explotaciones con sistemas “sólidos” es de un 50,46% del total de plazas.

Analizados de forma individual cabe destacar que el sistema compuesto por cama con menos de un mes de frecuencia de retirada en el interior de los alojamientos seguido de apilado /estercolero en el exterior, supone un 47,5% del total de plazas existentes en las explotaciones de bovino de leche encuestadas y el sistema de foso con frecuencia de retirada menor de un mes seguido de balsa o tanque, que es el que mayor porcentaje de plazas representa dentro de los sistemas líquidos supone un 18,19%.

En cuanto a los métodos de retirada de deyecciones desde el interior de las explotaciones al exterior se observa en la Tabla 8 que la retirada mediante tractor y pala es el método más utilizado, con un porcentaje del 38,3% del total de las plazas de las explotaciones de bovino de leche encuestadas.

Tabla 7. Distribución de los sistemas de almacenamiento.

	Porcentaje respecto al total de plazas estudiadas (%)	
Sistemas líquidos combinados:		
Sistemas de almacenamiento interior seguidos o no de un sistema de almacenamiento en el exterior	Permanencia en foso menos de 1 mes seguido de balsa o tanque	18,19
	Permanencia en foso más de 1 mes y retirada	0,95
	Permanencia en foso más de 1 mes seguido de balsa o tanque	0,33
Sistemas líquidos exclusivos:		
Sistemas que disponen únicamente de un almacenamiento en el exterior de los alojamientos	Tanque cubierto	11,07
	Tanque abierto	12,58
	Balsa	6,42
Sistemas sólidos combinados:		
Sistemas de almacenamiento interior seguidos o no de un sistema de almacenamiento en el exterior	Permanencia en cama menos de 1 mes y apilado/estercolero	47,50
	Permanencia en cama más de 1 mes y apilado/estercolero	2,02
	Permanencia en cama más de 1 mes y retirada	0,94
Total:		100,00

CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE DEYECCIONES. SECTOR BOVINO DE LECHE

RESULTADOS

El porcentaje de plazas con suelo enrejillado es del 17,8% que, junto con el de arrobaderas (29,8%), son los métodos utilizados para la retirada de las deyecciones líquidas.

El 12,2% que corresponde a “otros” métodos se refiere a las plazas que presentan una retirada manual, con pala y/o carretilla.

Tabla 8. Método de retirada de las deyecciones desde el interior de las naves hacia el exterior.

	n° de plazas	% del total
Tractor y pala	8.154	38,3
Arrobaderas	6.364	29,8
Vaciado por gravedad	3.786	17,8
Otros	2.596	12,2
Arrastre con agua	405	1,9
Total	21.305	100

Frecuencia de retirada y permanencia media en los sistemas de almacenamiento combinados sólidos y líquidos

Combinando los resultados relativos a la frecuencia de retirada y permanencia media con los obtenidos en el análisis global de los sistemas de almacenamiento de deyecciones expuesto anteriormente, se puede reflejar de forma resumida, en la

Tabla 9. Frecuencia de retirada y permanencia media de los sistemas de almacenamiento combinados sólidos y líquidos.

DEYECCIONES LÍQUIDAS					Capacidad (días)	Permanencia media (días)	% permanencia	
SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	FRECUENCIA DE RETIRADA (días)							
	Foso < 1 mes + balsa o tanque (18,19 %)	Desde el almacenamiento exterior				53	27	94,64%
Invierno		Primavera	Verano	Otoño				
64,19		41,87	62,28	45,48				
Desde el interior del alojamiento				3	1,5	5,35%		
Foso > 1 mes + balsa o tanque (0,33 %)		Desde el almacenamiento exterior				72	36	51,80%
		Invierno	Primavera	Verano	Otoño			
	67,14	73,82	79,57	67,97				
Desde el interior del alojamiento				67	33,5	48,20%		
Foso > 1 mes sin balsa (0,95 %)	Desde el interior del alojamiento				217	108	100%	
Tanques cubiertos (11,07 %)	Desde el almacenamiento exterior				87	43	100%	
Tanques abiertos (12,58 %)	Desde el almacenamiento exterior				135	67	100%	
Balsa (6,42 %)	Desde el almacenamiento exterior				151	76	100%	

DEYECCIONES SÓLIDAS					Capacidad (días)	Permanencia media (días)	% permanencia
SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	FRECUENCIA DE RETIRADA (días)						
	Cama < 1 mes + apilado /estercolero (47,50 %)	Desde el almacenamiento exterior				48	24
Invierno		Primavera	Verano	Otoño			
64,30		44,51	51,26	30,81			
Desde el interior del alojamiento				7	3,5	12,70%	
Cama > 1 mes + apilado /estercolero (2,02 %)	Desde el almacenamiento exterior				62	31	49,20%
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño			
	81,65	64,82	56,03	46,09			
Desde el interior del alojamiento				64	32	50,80%	
Cama > 1 mes sin depósito (0,94 %)	Desde el interior del alojamiento				138	69	100%

Tabla 9, la información relativa al manejo de las deyecciones en el interior de las explotaciones. Se asume que alcanzada la capacidad máxima (días) se vacían completamente los sistemas de almacenamiento y que el depósito de deyecciones se produce desde el primer día hasta el día de retirada completa. Por tanto, la permanencia media es la mitad de la capacidad de almacenamiento.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: foso < 1 mes y almacenamiento en balsa o tanque (18,19% del total de plazas): Las deyecciones líquidas se recogen en fosos o canales situados bajo los alojamientos animales, provistos de suelos enrejillados, y tras un breve periodo inferior a 1 mes se llevan a sistemas de almacenamiento exterior como balsas o tanques. Los fosos se limpian cada 3 días y las balsas o tanques se vacían cada 53 días. Por tanto, la permanencia media en el foso es de 1,5 días y de 27 días en las balsas o tanques. Es decir, el 5,2% del tiempo que permanecen las deyecciones en las explotaciones se encuentran en foso breve y el 94,8% del tiempo en balsas o tanques.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: foso > 1 mes y almacenamiento en balsa o tanque (0,33% del total de plazas): Sistema semejante al anterior en cuanto a la estructura de las instalaciones, sin embargo, las deyecciones líquidas se mantienen en los fosos durante un periodo superior a 1 mes. Los fosos se vacían cada 67 días y las balsas o tanques cada 72 días. La permanencia media en el foso es de 33,5 días y de 36 días en las balsas. Por tanto, el 48,2% del tiempo que permanecen las deyecciones en las explotaciones se encuentran en foso prolongado y el 51,8% del tiempo en balsas o tanques.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: foso > 1 mes sin almacenamiento en balsa o tanque (0,95% del total de plazas): Las deyecciones líquidas se almacenan exclusivamente en fosos

en el interior de las naves, sin que luego exista un almacenamiento en el exterior. En este caso los fosos se vacían cada 217 días, siendo por tanto la permanencia media en el foso de 108 días. El 100% del tiempo que las deyecciones permanecen en las explotaciones ganaderas con este tipo de sistema de almacenamiento lo hacen en foso prolongado.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: tanque cubiertos sin estar precedido por sistema de almacenamiento en el interior de los alojamientos (11,07% de las plazas): Las deyecciones líquidas no se almacenan en el interior de la nave y se llevan directamente al exterior, para ser recogidos en tanques cubiertos. Según las explotaciones encuestadas, las deyecciones líquidas se retiran de los tanques cada 87 días, siendo su periodo medio de permanencia de 43 días. En este caso, el 100% del tiempo que las deyecciones permanecen en las explotaciones ganaderas lo hacen en tanques cubiertos.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: tanque abierto sin estar precedido por sistema de almacenamiento en el interior de los alojamientos (12,58% de las plazas): Las deyecciones líquidas no se almacenan en el interior de la nave y se llevan directamente al exterior, para ser recogidos en tanques abiertos. Según las explotaciones encuestadas, las deyecciones líquidas se retiran de los tanques cada 135 días, siendo su periodo medio de permanencia de 67 días. En este caso, el 100% del tiempo que las deyecciones permanecen en las explotaciones ganaderas lo hacen en los tanques abiertos.

Sistema de almacenamiento de deyecciones líquidas: balsa sin estar precedido por sistema de almacenamiento en el interior de los alojamientos (6,42% de las plazas): Las deyecciones líquidas no se almacenan en el interior de la nave y se lle-

van directamente al exterior, para ser recogidos en balsas. Según las explotaciones encuestadas, las deyecciones líquidas se retiran de las balsas cada 151 días, siendo su periodo medio de permanencia de 76 días. En este caso, el 100% del tiempo que las deyecciones permanecen en las explotaciones ganaderas lo hacen en balsas.

Sistema de almacenamiento de deyecciones sólidas: cama < 1 mes y depósito en montones (apilado) o estercolero (47,50% del total de plazas): Se trata de un sistema de cama mayoritariamente de paja, con limpiezas mensuales, seguido de un almacenamiento exterior de los estiércoles en montones. La cama se mantiene en el interior unos 7 días y permanece 48 días en los montones. Por tanto, la permanencia media de la cama es de 3,5 días y de 24 días en los montones. Es decir, el 12,7% del tiempo que permanecen las deyecciones en las explotaciones se encuentran en cama breve y el 87,3% el tiempo en montones (apilado o estercolero).

Sistema de almacenamiento de deyecciones sólidas: cama > 1 mes y depósito en montones (apilado) o estercolero (2,02% del total de plazas): Se trata de un sistema de almacenamiento semejante al anterior pero

las limpiezas son menos frecuentes y la cama se mantiene durante un periodo mayor de 1 mes, antes de almacenarla en el exterior. La cama se retira cada 64 días y permanece 62 días en los montones (apilado o en estercolero). Así, la permanencia media de la cama es de 32 días y de 31 días en los montones. Lo que supone un 50,8% del tiempo que permanecen las deyecciones en las explotaciones en cama prolongada y el 49,2% del tiempo en montones (apilado o estercolero).

Sistema de almacenamiento de deyecciones sólidas: cama > 1 mes sin depósito posterior (0,94% del total de plazas): El almacenamiento únicamente se realiza en el interior de los alojamientos, donde el estiércol se mantiene durante un periodo prolongado para ser manejado en el exterior de las explotaciones mediante abono orgánico agrícola o someterse a otro tipo de gestión. Esta cama se retira con una frecuencia de 138 días, por lo que su permanencia media es de 69 días. En este caso, el 100% del tiempo que permanecen las deyecciones en las explotaciones lo hacen en cama prolongada.

Tabla 10. Capacidad media ponderada por el número de plazas de los sistemas de almacenamiento de deyecciones.

	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INTERIOR	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EXTERIOR	Capacidad (m ³)	Capacidad (días)
SISTEMAS LÍQUIDOS COMBINADOS	Foso < 1 mes	Balsa	990,74	252
		Tanque abierto	321,69	81
		Tanque cubierto	409,63	104
SISTEMAS LÍQUIDOS COMBINADOS	Foso > 1 mes	Balsa	-	-
		Tanque abierto	200	90
		Tanque cubierto	313,32	59
SISTEMAS LÍQUIDOS EXCLUSIVOS		Tanque cubierto	406,79	99
		Tanque abierto	663,38	135
		Balsa	1346,63	151
SISTEMAS SÓLIDOS COMBINADOS	Cama < 1 mes	Apilado/Estercolero	995,09	210
	Cama > 1 mes	Apilado/Estercolero	472,45	157
CAPACIDAD MEDIA DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EXTERIOR SIN COMBINAR POR SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES		Balsa	979,32	182
		Tanque abierto	530,56	117
		Tanque cubierto	404,80	100
		Apilado/Estercolero	881,39	218

Capacidad media de los sistemas de almacenamiento exteriores

En la Tabla 10 se presentan los valores medios ponderados por plaza de las capacidades de los sistemas de almacenamiento exterior de deyecciones en el sector bovino de leche. Estos sistemas son: balsa, tanque abierto, tanque cubierto y apilado/estercolero.

4.4. CUESTIONES RELATIVAS A LA GESTIÓN Y DESTINO DE DEYECCIONES GANADERAS

Las cuestiones incluidas en este apartado hacen referencia a la gestión y destino de las deyecciones una vez son retiradas de las explotaciones.

Para llevar a cabo el análisis de los datos, los porcentajes que se presentan se calculan, por un lado sobre el total de las plazas encuestadas (21.305), y por otro lado se subdividen entre las plazas de las explotaciones con deyecciones sólidas (10.767) y con deyecciones líquidas (10.538) por separado.

Destino de las deyecciones generadas en las explotaciones estudiadas

Tal como se aprecia en la Tabla 11, el destino principal de las deyecciones tanto sólidas como líquidas, es el abono orgánico en

ros sin ningún tipo de intercambio económico, que se engloba en el grupo “otros” y que presenta un porcentaje de 1,60% para deyecciones sólidas y de 1,28% para las líquidas, respecto al total de las plazas asociadas a la producción de deyecciones sólidas y líquidas, respectivamente.

Gestión de las deyecciones por parte de ganaderos que valorizan agrícolamente las deyecciones generadas en su explotación

De los resultados obtenidos y como se recoge en la Figura 8, se desprende que el método de aplicación que predomina tanto para deyecciones líquidas como para deyecciones sólidas es el de “esparcido”, con un 83% para las sólidas y un 92% para las líquidas, del total de plazas consideradas.

En el caso de las deyecciones líquidas existen otros métodos de aplicación (inyección, bandas, etc.), que presentan una proporción minoritaria con respecto al esparcido.

–Tiempo medio transcurrido hasta el enterrado de las deyecciones aplicadas como abono orgánico en tierras propias.

Como se puede ver en la Tabla 12, el mayor porcentaje, un 41,20% del total de plazas, entierran sus deyecciones transcurridas entre 12 y 24 h. El 29,50% del total de plazas presentan un tiempo hasta el enterrado

Tabla 11. Destino de las deyecciones generadas.

	Deyecciones solidas			Deyecciones líquidas		
	nº de plazas	% del total	% del total de sólidos	nº de plazas	% del total	% del total de líquidos
Abono en tierras propias	10.289	48,26	95,60	10.111	47,50	95,95
Venta a terceros	126	0,59	1,20	57	0,27	0,54
Otros	178	0,83	1,60	135	0,63	1,28
NS/NC	174	0,82	1,60	235	1,10	2,23

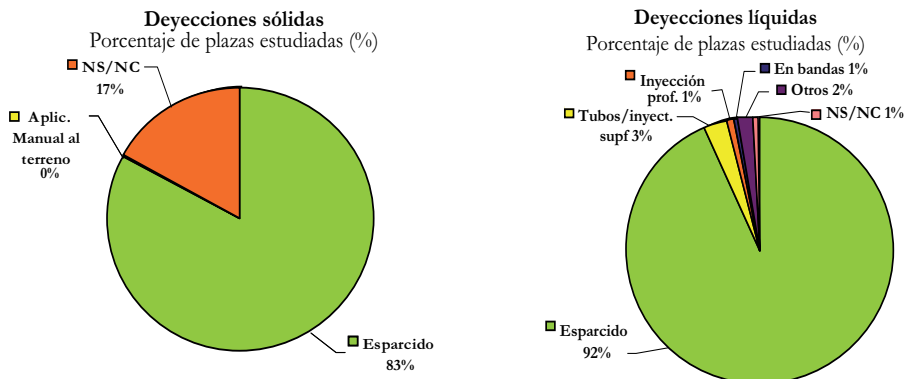
tierras propias, con un porcentaje respecto del total de plazas que generan deyecciones sólidas o líquidas cercano al 96%.

El segundo destino, es la cesión a terce-

mayor de 24 h, existiendo un 5,3% de las plazas que no entierran sus estiércoles.

Por otra parte, como muestra la Tabla 13, en el 49,15% de las plazas con deyeccio-

Figura 8. Métodos de aplicación de deyecciones valorizadas agrícolamente por los propios ganaderos.



nes líquidas, éstas no se entierran después de su aplicación. En el 23,18% de las plazas transcurren más de 24 horas hasta su incorporación al suelo y en porcentajes minoritarios se hace transcurridas entre 4

y 12 horas y entre 12 y 24 horas. Finalmente, hay que destacar que existen plazas asociadas a explotaciones en las que las deyecciones líquidas se entierran antes de 4 horas desde su esparcido.

Tabla 12. Principales destinos de la gestión de las deyecciones sólidas.

Destino de las deyecciones generadas	n° de plazas	% del total	% del total de sólidos	Tiempo medio hasta enterrado como abono orgánico en tierras propias			
				n° de plazas	% del total	% del total valorado	
En tierras propias	10.289	48,26	95,60	Menos de 12h	628	2,95	6,10
				Entre 12 y 24h	4.243	19,90	41,20
				Más de 24h	3.039	14,25	29,50
				Sin enterrado	540	2,53	5,30
				NS/NC	1.839	8,63	17,90
Venta a terceros	126	0,59	1,20				
Otro	178	0,83	1,60				
NS/NC	174	0,82	1,60				

Tabla 13. Principales destinos de la gestión de las deyecciones líquidas.

Destino de las deyecciones generadas	n° de plazas	% del total	% del total de líquidos	Tiempo medio hasta enterrado como abono orgánico en tierras propias			
				n° de plazas	% del total	% del total valorado	
En tierras propias	10.111	47,50	95,95	Menos de 4h	774	3,63	7,66
				Entre 4 y 12h	1.014	4,76	10,03
				Entre 12 y 24h	931	4,37	9,21
				Más de 24h	2.339	10,98	23,13
				Sin enterrado	4.970	23,33	49,15
				NS/NC	83	0,39	0,82
Venta a terceros	57	0,27	0,54				
Otro	135	0,63	1,28				
NS/NC	235	1,10	2,23				



5. CONCLUSIONES

El presente documento constituye una aproximación al conocimiento de la realidad española en cuanto a la gestión de las deyecciones en el sector de bovino de leche, como una de las principales fuentes de emisiones de la actividad ganadera.

Los resultados obtenidos del estudio reflejan la siguiente información:

Tipo de deyecciones que se generan en las explotaciones. En las explotaciones de bovino de leche las deyecciones se distribuyen prácticamente al 50% entre sólidas y líquidas.

Distribución de los sistemas de almacenamiento de deyecciones en las explotaciones de bovino de leche, frecuencia y método de retirada. El sistema mayoritario de almacenamiento interior de deyecciones sólidas es la cama de paja, siendo la frecuencia de retirada inferior a un mes. Dicha retirada se realiza mediante tractor con pala y las deyecciones son depositadas en un estercolero en las inmediaciones de las naves de producción. En cuanto a los sistemas de almacenamiento de deyecciones líquidas destaca la permanencia en foso durante un tiempo inferior a un mes seguido de balsa o tanque, el sistema de retirada desde el interior de la nave se realiza mayoritariamente mediante arrobaderas.

Destino de las deyecciones generadas en las explotaciones estudiadas. El principal destino de las deyecciones, tanto sólidas como líquidas, en la mayoría de las explotaciones es el abono orgánico para aplicar en tierras propias.

Manejo de las deyecciones por parte de ganaderos que valorizan agrícolamente las deyecciones generadas en su explotación. El método de aplicación que predomina es el esparcido. La mayoría de las deyecciones sólidas son enterradas entre las 12 y las 24 horas tras su aplicación al campo, mientras que en el caso

de las deyecciones líquidas la mayoría se entierran en el momento de la preparación del terreno para la siembra.

El presente estudio supone la primera recopilación oficial de información relativa a los sistemas de gestión de deyecciones del vacuno de leche y será de gran utilidad a la hora de elaborar con un mayor soporte técnico el Inventario Nacional de Emisiones y los Balances de Nitrógeno y Fósforo de la agricultura española. Así mismo, dada la creciente demanda de información específica sobre esta materia, que en la mayoría de los casos surge de los requerimientos contemplados en la nueva legislación, se prevé profundizar en el conocimiento y en la actualización de los datos de este trabajo mediante la realización de nuevas campañas de encuestas.



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. (2006). 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/reference/irpp.html> (con fecha julio 2009)

KRUPA, S. V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) 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.

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., WASSERNAAR, 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.