

# Gestión de residuos

El objetivo de este curso es aportar una visión general sobre los problemas medioambientales de la ganadería porcina intensiva en España y hacer especial énfasis en el manejo del purín, puesto que es el factor principal en la emisión de sustancias potencialmente contaminantes.

En el primer capítulo se explican los efectos medioambientales más importantes derivados de la ganadería intensiva. En el segundo se describirán las principales estrategias y técnicas aplicables para reducir las emisiones contaminantes derivadas de la producción de animales.

Hay casos en los que puede resultar necesario el uso de algún sistema de tratamiento de purines. Sobre esta posibilidad versará la tercera parte del curso.



GESTIÓN  
DE RESIDUOS :▶ 1. Efectos  
medioambientales  
derivados de la  
ganadería intensiva2. Reducción de  
emisiones  
procedentes de las  
dyecciones3. Tratamiento  
de purines y uso  
de aditivosCarlos Piñeiro<sup>1</sup>,  
Ana Isabel Pérez<sup>1</sup>,  
Pilar Illescas<sup>2</sup>,  
Gema Montalvo<sup>2</sup>,  
Manuel Bigeriego<sup>3</sup><sup>1</sup> PigCHAMP  
Pro-Europa<sup>2</sup> Tragsega, S.A.<sup>3</sup> Subdirección General  
de Ordenación  
y Buenas Prácticas  
Ganaderas. MAPAImágenes cedidas  
por los autores

# Efectos medioambientales derivados de la ganadería intensiva

Comenzamos este curso con un capítulo en el que se describen los efectos que puede tener sobre el medio ambiente la ganadería intensiva. Entre ellos hay que destacar los posibles impactos en las aguas (superficiales y subterráneas), las emisiones al aire, la contaminación de suelos, el ruido y la generación de residuos.

Durante las últimas décadas, el desarrollo de la ganadería intensiva se ha basado en la implantación de profundos cambios en los sistemas de producción, los cuales han permitido satisfacer la demanda creciente de alimentos de origen animal a un precio asequible para toda la población. Esto ha contribuido de forma importante al desarrollo de la sociedad del bienestar. Sin embargo, al mismo tiempo, esta intensificación de la producción ganadera ha originado un aumento de los problemas medioambientales ligados a la actividad pecuaria, especialmente en las zonas donde el crecimiento ha sido desordenado.

En los últimos años se ha evolucionado hacia una visión integrada de los procesos medioambientales, de manera que se deben evaluar conjuntamente los impactos producidos sobre el agua, el aire y el suelo.

En este sentido, las diferentes directivas medioambientales europeas han establecido la ganadería intensiva, en especial la porcicultura y avicultura, como actividades que deben ser reguladas.

## PRINCIPALES EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

Los principales efectos medioambientales ligados a las explotaciones ganaderas intensivas están relacionados con la generación de estiércoles y purines. Esto se debe a que, si bien son productos que inicialmente no contienen compuestos de alto riesgo medioambiental, la producción y acumulación de los mismos en grandes volúmenes pueden plantear problemas de gestión.

Conviene precisar que el hecho de que el estiércol de algunas especies ganaderas (como la porcina criada en intensivo y una elevada 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 deberá catalogarse como cualquier otro tipo de compuesto orgánico.

En consecuencia, los problemas medioambientales que puedan surgir cuando se procede a la eliminación de este tipo de residuos están más ligados al volumen generado puntualmente en una zona determinada, o lo que es lo mismo, a la carga ganadera, que a las características intrínsecas de los mismos.

Las propiedades físicas de los residuos ganaderos, así como su composición y la de las dyecciones animales (su principal componente) presentan variaciones importantes asociadas principalmente a la especie de producción, el tipo de explotación, la clase de alimentación y el grado de dilución de las dyecciones en agua.

No obstante, a efectos de sus consideraciones medioambientales, este tipo de residuos se caracteriza principalmente por los parámetros enumerados a continuación:

- Alto contenido en materia orgánica
- Alto contenido en macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y algunos micronutrientes
- Generación de compuestos fácilmente volatilizables (amoníaco, metano y óxido nítrico)
- Presencia de metales pesados y pesticidas

## ► ¿Cómo afecta la actividad ganadera al medio ambiente?

Teniendo en cuenta las características de los residuos producidos en la cría de animales de abasto, los principales efectos medioambientales que pueden originarse y deben tenerse en consideración en relación con la actividad ganadera intensiva son los siguientes:

- Contaminación difusa de aguas subterráneas por nitratos, ligada a prácticas agrícolas incorrectas, tanto en el uso de estiércoles como de abonos nitrogenados sintéticos.
- Eutrofización de aguas superficiales.
- Acidificación producida por amoníaco.
- Contribución al efecto invernadero producido por el dióxido de carbono, el metano y el óxido nítrico.
- Problemas locales por el olor, el ruido y el polvo.
- Dispersión de metales pesados (cobre, zinc) y pesticidas.

Figura 1: Aspectos medioambientales relacionados con la cría de ganado intensivo.



La composición del estiércol y del purín depende fundamentalmente de la dieta aportada y del metabolismo del animal. Cuanto mejor y más eficientemente utilicen los animales los nutrientes presentes en el alimento, menor será la carga de elementos (compuestos nitrogenados y fósforo, principalmente) eliminados con las deyecciones. Estos materiales son contaminantes en potencia, ya sea de forma directa o como precursores de otros compuestos.

En los últimos años se han realizado importantes avances en la mejora genética de los animales y se han obtenido líneas y cruces con una alta capacidad de aprovechamiento metabólico de los nutrientes para su transformación en productos animales (carne, leche o huevos). Por tanto, parece difícil a corto plazo esperar mayores avances por esta vía.

Actualmente, la disminución del contenido de nutrientes en las deyecciones pasa principalmente por la modificación de la dieta y la aplicación de estrategias nutricionales que permitan una mejor absorción de los elementos presentes en la ración.

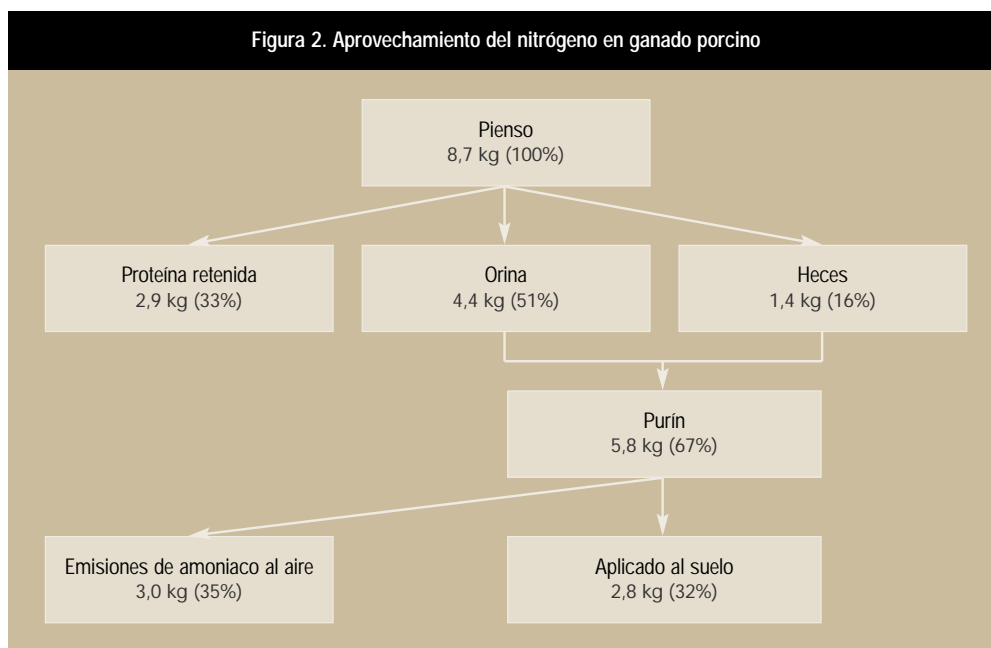


Las características físicas y la composición de los residuos varían en función del grado de intensificación de la producción ganadera.

Las necesidades de los animales varían durante los diferentes estados de su vida. Es una práctica habitual aportar niveles de nutrientes superiores a los necesarios para asegurar que los requerimientos nutricionales se completen, provocando mayores pérdidas de elementos en heces y orina. En la figura 2 se presenta el esquema del aprovechamiento del nitrógeno en ganado porcino.

Una vez establecida la calidad y la composición del estiércol y del purín, las alternativas para la disminución de las emisiones contaminantes pasan por la modificación del sistema de recogida de estiércol y purines, el correcto manejo de los mismos, la forma de almacenamiento y el sistema de gestión o valorización agrícola.

Aunque existen diversas técnicas de tratamiento de purines, en muchas ocasiones su aplicación está limitada por razones técnicas y/o económicas. La valorización agrícola debe considerarse como



Fuente: BREF, 2003

la opción principal y más favorable. No obstante, debe tenerse siempre en cuenta que cuando la aplicación agrícola no se hace correctamente y se supera la capacidad del agrosistema receptor, pueden producirse riesgos de contaminación y de alteración del medioambiente.

Por último, también deben considerarse otros problemas ambientales derivados de la actividad en

las instalaciones ganaderas intensivas, como la generación de residuos (cadáveres animales o envases, por ejemplo), olores, ruido y polvo. Además, hay que tener en cuenta los consumos de materias primas y energía asociados al proceso productivo.

#### Contaminación de las aguas subterráneas

El agua es un bien de primera magnitud para el desarrollo presente y futuro de la población humana. Las aguas subterráneas, como recurso potencialmente destinado a satisfacer el consumo humano, deben protegerse en cuanto a su aptitud y salubridad. En este sentido, existe una gran preocupación por el incremento del contenido de nitratos en este tipo de fuentes hídricas. En ocasiones se llegan a superar los límites establecidos para considerar que el agua es apta para ser consumida por las personas (50 mg/l).

El principal origen de la contaminación hídrica por nitratos son las fuentes agrarias, debido a prácticas inadecuadas de abonado nitrogenado.

En este caso, debe considerarse a los purines y estiércoles como un abono más, siendo por lo tanto una fuente potencial de contaminación nitrogenada de las aguas.

Cuando se aplica purín o estiércol al terreno con fines agrícolas, el amoníaco (principal componente nitrogenado de éstos) sufre un proceso de oxidación (nitrificación) mediante el cual se transforma en nitrato. Éste es una forma muy soluble que se mueve fácilmente en el perfil de suelo, de tal ma-



Balsa de purín con costra.



nera que todo lo que no es absorbido por el cultivo es susceptible de lixiviación y, por lo tanto, fuente potencial de contaminación de las aguas subterráneas, como se puede ver en la *figura 3*. Por esta razón, es necesario controlar las cantidades de purín que se aplican al suelo (Real Decreto 261/1996), debiendo considerar además los factores que pueden acelerar este proceso, tales como la permeabilidad, la textura del suelo, las condiciones climáticas y, por supuesto, el tipo de cultivo y el momento de aplicación.

#### Contaminación de aguas superficiales

Cuando un producto como el purín (con alta carga de materia orgánica y de nutrientes) alcanza el curso de las aguas superficiales, se pueden generar problemas de eutrofización, fenómeno que afecta a un número importante de lagos y embalses en el planeta. Por esta razón, los vertidos directos al agua están completamente prohibidos e incluso los indirectos están penalizados por la Ley de Aguas.

Sólo las explotaciones que dispongan de sistemas de depuración podrán eliminar sus efluentes a los cauces, siempre y cuando cuenten y cumplan con la correspondiente autorización de vertido.

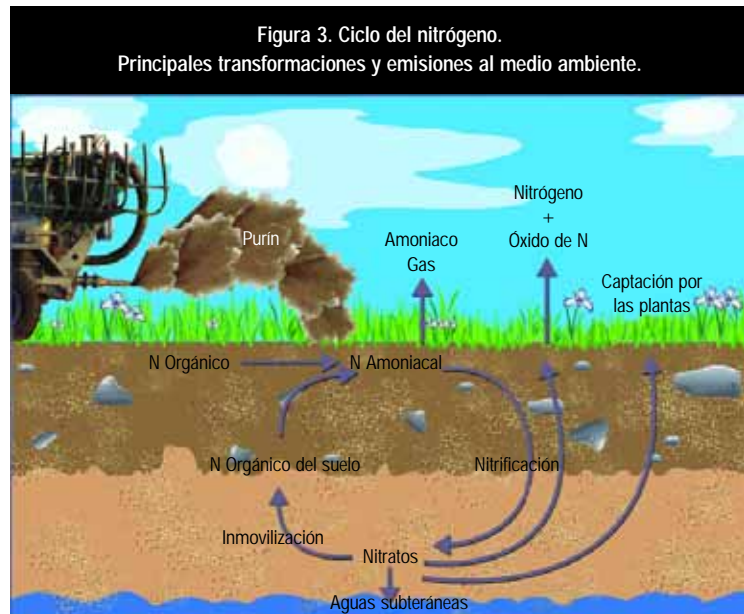
Para evitar los posibles problemas de escorrentía que pudieran producirse tras la aplicación de los purines y estiércoles al terreno deberán respetarse los perímetros de protección establecidos en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1996 y lo dispuesto en los diferentes planes hidrológicos de cuenca.

Otro riesgo potencial de contaminación de las aguas superficiales puede provenir de posibles incidentes en los sistemas de almacenamiento (desbordamiento o fugas) o por lixiviados producidos en el almacenamiento de estiércoles sólidos.

Por último, hay que tener en cuenta que también se aportan contaminantes a las aguas superficiales por vía aérea.

Las condiciones meteorológicas y ambientales juegan un papel decisivo a la hora de evaluar la dispersión de los contaminantes gaseosos desde los puntos de emisión y su deposición en medios cercanos o lejanos, ya que pueden convertirse en fuentes difusas de contaminación.

En este sentido deben considerarse las emisiones de amoníaco a la atmósfera como participantes en los problemas de acidificación de las aguas superficiales y como un aporte más de nitrógeno al medio que contribuye a los procesos de eutrofización.



#### Emisiones al aire

La mayoría de los gases producidos por la ganadería se generan como consecuencia de procesos naturales, tales como el metabolismo animal y la degradación de los purines o estiércoles. Su emisión depende de diferentes factores asociados al diseño y mantenimiento de las instalaciones, así como a la gestión que se realice durante los procesos de almacenamiento, tratamiento y reutilización agrícola de los purines o estiércoles (ver *tabla* en página siguiente).

#### Emisiones de amoníaco

Las emisiones de amoníaco requieren una especial atención en este tipo de producciones, debido a hechos como los citados a continuación:

- El sector agrícola es la mayor fuente de emisio-



Balsa de purín impermeabilizada.

Principales emisiones al aire de gases contaminantes en una granja	
Emisiones al aire	Punto de producción
Amoniac	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo del purín
Metano	Alojamientos animales, almacenamiento y tratamiento del purín
Óxido nitroso	Almacenamiento y aplicación de estiércol o purín
Dióxido de carbono	Alojamientos animales, energía usada como calefacción y transporte
Olor	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo del purín
Polvo	Preparación y almacenamiento del pienso, alojamientos animales y almacenamiento y aplicación de estiércol sólido

nes de amoniac a la atmósfera (80-90% del total según datos de 2002 del EMEP, programa cooperativo para la monitorización y la evaluación de las transmisiones a larga distancia de contaminantes aéreos en Europa). El incremento del uso de fertilizantes y de los aportes de nitrógeno al ganado a través del pienso ha provocado un gran aumento de las emisiones de amoniac en los últimos 50 años.

- El amoniac puede dañar los hábitats sensibles a niveles altos de nitrógeno, y provoca acidificación y eutrofización.
- Desde que las emisiones de otros contaminantes responsables de la acidificación, como el óxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, se han reducido (40-80% en los últimos años), la importancia relativa del amoniac ha aumentado (EMEP, 2002).
- Se han firmado varios acuerdos internacionales en los que se establece el compromiso de disminución de las emisiones de amoniac.
- En el proceso de síntesis y volatilización del amoniac se puede intervenir mediante diferentes

alternativas con mayor facilidad que para otros gases, lo que facilita la implantación de estrategias de reducción.

- El amoniac es también uno de los principales componentes asociados a los malos olores que causan molestias a las poblaciones cercanas a las explotaciones y tierras de labor.

### ► Generación y volatilización del amoniac

El amoniac proviene de la descomposición de la urea que contiene la orina. Dicho proceso se produce al ponerse en contacto la orina con las heces, donde existen microorganismos que generan la enzima ureasa.



En el caso del purín, más de la mitad del nitrógeno contenido en el mismo es de tipo amónico. El ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) está en equilibrio químico con el amoniac ( $\text{NH}_3$ ), que al ser un gas, puede emitirse fácilmente a la atmósfera mediante volatilización. Este proceso ocurre de forma continua, es decir, desde que se genera y a lo largo de las actividades de recogida, almacenamiento y aplicación agrícola.

Los principales factores que afectan a este equilibrio son:

- la temperatura del purín,
- la temperatura ambiente,
- la ventilación,
- el pH del purín,
- el contenido en amonio del purín,
- la superficie de contacto purín-aire.



Si la aplicación agrícola del purín no se realiza correctamente existe riesgo de contaminación y alteración del medio ambiente.

El amoníaco permanece durante un periodo de tiempo relativamente corto en la atmósfera (entre tres y siete días). La mayor parte se deposita en entornos cercanos al foco de emisión por precipitación seca, en forma de partículas.

Una parte del amoníaco puede reaccionar en la atmósfera formando compuestos y aerosoles amoniacales que pueden trasladarse a distancias más largas. En este caso, son depositados mayoritariamente sobre el terreno o las aguas por vía húmeda, esto es, junto con la lluvia o la nieve.

La deposición del amoníaco, tanto directamente como mediante compuestos secundarios, contribuye a la acidificación y a la eutrofización de los medios receptores.

#### Emisiones de gases de efecto invernadero

Los procesos que originan los gases con efecto invernadero tienen una capacidad práctica de control limitada, ya que se producen, en parte, en las actividades metabólicas del animal (metano y dióxido de carbono) o en los procesos microbiológicos del suelo (óxido nitroso). Por tanto, las posibilidades reales de intervenir en su forma de producción son muy restringidas. Ésta es otra de las razones por la que en este sector se da más importancia a las emisiones de amoníaco, ya que su capacidad práctica de control es mayor.

■ Emisiones de metano. Se originan como consecuencia de los procesos anaerobios que ocurren tanto en el tracto digestivo de los animales, como durante el almacenamiento de los estiércoles (en balsas de purines principalmente).

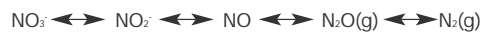
El proceso digestivo supone una importante fuente de metano en caso de los rumiantes, mientras que los niveles de producción en los monogástricos son bajos. El estiércol de todos los animales

puede producir metano, siempre y cuando se almacene bajo condiciones anaeróbicas, es decir, como estiércol líquido (lagunas, fosos y tanques).

Cuando el estiércol es manejado en forma seca o depositado por los animales en pastoreo, al estar en contacto con el aire, no produce cantidades importantes de metano.

El metano es un gas con efecto invernadero que afecta a la capa de ozono de la atmósfera y contribuye al cambio climático de la tierra.

■ Emisiones de óxido nitroso. Este compuesto se produce como parte del proceso de desnitrificación. Este fenómeno ocurre de forma natural en el propio suelo en condiciones de falta de oxígeno (por ejemplo en suelos encharcados) por la acción de microorganismos anaerobios, los cuales transforman los nitratos a formas reducidas de nitrógeno ( $N_2O$  y  $N_2$ ) que se eliminan a la atmósfera por su carácter volátil. Este proceso no sólo afecta al nitrógeno nativo presente en el suelo, sino que se ve incrementado como consecuencia de la aplicación de compuestos fertilizantes nitrogenados al terreno.



En las instalaciones ganaderas y durante el almacenamiento del purín también se produce desnitrificación, pero en menor cantidad que durante la aplicación del estiércol en la tierra.

La desnitrificación se activa cuando el suelo se somete a procesos de anaerobiosis. Por esta razón, las mayores pérdidas ocurren en los días posterior-

Es necesario separar y clasificar los envases y el instrumental utilizados en el tratamiento de animales, para poder almacenarlos y eliminarlos según la normativa vigente en cada comunidad.





res al riego o a la lluvia y se incrementan al aplicar fertilizantes nitrogenados junto a materia orgánica. No obstante, el aumento producido en la emisión de óxido nitroso cuando se aplica purín de cerdo enterrado puede ser incluso menor que si se utiliza urea, un abono mineral empleado tradicionalmente.

El óxido nitroso también contribuye al calentamiento global. Además, es responsable de la destrucción del ozono estratosférico. Puede permanecer en la atmósfera durante 150 años.

■ **Emisiones de dióxido de carbono.** Este compuesto es, después de los mencionados en los apartados anteriores, el gas más importante de efecto invernadero originado en la actividad ganadera. Se produce a través de procesos aeróbicos de degradación de compuestos orgánicos (respiración, metabolismo animal, compostaje o mineralización en suelos, por ejemplo).

Las cantidades derivadas de la actividad biológica son, a escala global, despreciables en comparación con las producidas por otras fuentes de emisión (motores de combustión e industria).

En la práctica, la mejor forma de incidir en la reducción de emisiones de dióxido de carbono en las explotaciones ganaderas es a través de programas de uso eficiente de la energía.



La aplicación de purines en terrenos agrícolas con frecuencia supone la aparición de olores molestos para las poblaciones cercanas.

### Olor

El olor es el impacto más directamente perceptible de todos los que se producen en una explotación ganadera y, por lo tanto, es el problema que más sensibiliza a la población.



Se debe distinguir entre las sustancias olorosas (compuestos capaces de producir olor) y el olor (percepción del efecto de una sustancia olorosa cuando es detectada por el sistema olfativo).

Se trata por tanto, de una cuestión subjetiva que es necesario abordar, puesto que es la principal fuente de molestias a las poblaciones cercanas y puede incluso afectar al valor económico de las propiedades.

De los elementos químicos presentes en los residuos ganaderos que contribuyen a la generación de malos olores cabe destacar el amoníaco, el ácido sulfhídrico y los compuestos orgánicos volátiles. Estos últimos se generan en el intestino grueso por la acción de las bacterias anaeróbicas sobre los carbohidratos, proteínas y ácidos grasos.

Se han identificado más de 150 compuestos con olores desagradables, algunos de los cuales tienen límites de detección muy bajos, lo cual dificulta la medición del olor.

El olor puede provenir de fuentes fijas, como los alojamientos y las infraestructuras de almacenamiento, o bien de fuentes temporales, como las emisiones producidas durante la aplicación de los purines y estiércoles al terreno.

El impacto por generación de malos olores depende fundamentalmente de la ubicación, tamaño y

tipo de instalaciones de la granja, así como de los procedimientos utilizados para la distribución de los purines y estiércoles.

#### **Polvo**

Normalmente, el polvo no provoca importantes problemas medioambientales alrededor de las granjas, pero puede causar alguna molestia durante épocas secas o ventosas.

Dentro de los alojamientos animales, el polvo puede afectar tanto a las vías respiratorias de los animales como a las de los operarios.

#### *Ejemplo*

El polvo emitido por las granjas contribuye al transporte del olor. En áreas con alta densidad de producción de cerdos, las nubes de polvo producidas por una explotación pueden, potencialmente, transmitir enfermedades a otras.

#### *Contaminación de suelos*

Cuando se aplica purín o estiércol al suelo como fertilizante, los metales pesados presentes en ellos suponen un riesgo potencial debido a su carácter acumulativo en el medio. El efecto que producen los metales pesados es de difícil evaluación, ya que en general, son acciones a largo plazo. Pueden cau-



Las propias estructuras de almacenamiento de estiércol y purines pueden ser fuente de olores desagradables.

Suis

sar daños tanto sobre los microorganismos del suelo, alterando los procesos naturales en que intervienen, como sobre las plantas, con efectos de fitotoxicidad.

El contenido en metales pesados de las deyecciones es muy variable y está relacionado fundamentalmente con la composición del pienso consumido por los animales, ya que su capacidad de asimilación es muy escasa.

Los metales pesados aparecen en general en concentraciones muy bajas, siendo los más frecuentes el cobre, el zinc, el hierro y el magnesio, que en función de su concentración pueden actuar como micronutrientes. Además, se pueden encontrar cantidades traza de otras sustancias, como el cadmio, el plomo, el arsénico y el mercurio. Aunque su efecto es acumulativo, en suelos alcalinos tienden a hacerse insolubles e inmóviles, no siendo por tanto asimilables por los cultivos.

Conviene recordar que el Reglamento 1334/2003 de la comisión del 25 de julio de 2003, redujo significativamente los niveles máximos de cobre y zinc en los piensos de porcino, lo que supuso una disminución en el potencial contaminante de los purines y estiércoles cuando son utilizados siguiendo los Códigos de Buenas Prácticas Agrarias.

#### *Emisiones de ruido*

El ruido, al igual que el olor, es un problema local, y las perturbaciones que genera pueden disminuir al mínimo con un plan de actividades apropiado. La relevancia de este problema puede aumentar con el desarrollo de zonas residenciales en áreas tradicionalmente ganaderas.

El ruido es un factor que hay que considerar dentro de la normativa de bienestar de los animales y de los programas de prevención de riesgos laborales destinados a los trabajadores.

#### *Generación de residuos*

La actividad desarrollada en las instalaciones ganaderas conlleva la generación de diversos residuos que deben ser gestionados conforme a su categorización legal.

Los elementos más importantes que hay que tener en cuenta son los siguientes:

- Cadáveres animales
- Envases y productos veterinarios
- Aceites y lubricantes

Estos residuos, una vez separados y almacenados correctamente en contenedores homologados, deben entregarse a un gestor autorizado que se encargará de las operaciones correspondientes de valorización y eliminación.