

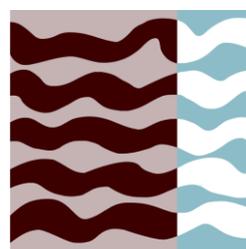
# Ciencia y tecnología del medio ambiente

## Subproductos de la industria del porcino, administración, almacenaje, gestión y aprovechamiento

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**ETSIA**  
Cartagena

Álvaro Belmonte Cánovas

Jorge Cerezo Martínez

María del Mar Galindo Galindo

Gabriel Luján Vidal

Sergio Marín García

Obdulia Martínez Oró

## Índice

1. Introducción.....	4
2. Capacidad de almacenamiento.....	4-6
2.1. Almacenamiento de purines en tanques.....	5
2.2. Almacenamiento de purines en balsas.....	5-6
3. Tratamiento de purines en la granja.....	6
4. MTDs a considerar en la aplicación de estiércol y purín al campo.....	6-7
5. Tratamientos de purines y estiércol.....	7-8
6. Mejoras de las técnicas disponibles.....	8-9
7. Nuevas tecnologías en tratamiento de purines.....	10-11
7.1. Producción de excedentes de purín.....	10
7.2. Proceso Resa de tratamiento y valoración de purines.....	10-11
8. Límites de vertido.....	11
9. Cálculo de costes.....	12-14
10. Tratamiento de los purines clasificación.....	15

"Durante centenares de miles de años, el hombre luchó para abrirse un lugar en la naturaleza. Por primera vez en la historia de nuestra especie, la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacerle un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre".

Santiago Kovadloff

When we will cut the last tree, the last river will pollute and will fish the last fish; we will realize that money can't eat...

Anonymous

El mundo es un lugar peligroso. No por causa de los que hacen el mal, sino por aquellos que no hacen nada por evitarlo.

Albert Einstein

Las tierras pertenecen a sus dueños, pero el paisaje es de quien sabe apreciarlo.

Upton Sinclair

Las obras humanas, la urbanización, deben estar EN el paisaje natural, no EN VEZ DE.

Ricardo Barbetti

Curiosa paradoja la de Occidente, que no puede conocer sin poseer y no puede poseer sin destruir.

Hernán Vidal

### **El purín, definición**

Materia generada en las explotaciones de ganado porcino formado por la mezcla semisólida de las deyecciones animales, pienso, orina, arena, agua, productos de lavado y otros restos, producidos en los establos de las explotaciones ganaderas.

Preferentemente el término se aplica a los estiércoles del porcino de las explotaciones intensivas.

Se trata de un material no esteril, básico y bastante salino.

### **Características de la composición de los purines**

Posee cantidades importantes de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea y compuestos azufrados, así como elevados contenidos de macroelementos y oligoelementos. La mayor parte del nitrógeno que contiene está presente en forma amoniacal; su pH es básico, tamponado (por carbonatos, amoníaco y ácidos grasos volátiles), una conductividad eléctrica (CE) elevada y un contenido de agua muy elevado; Suele ir compuesto por nutrientes secundarios, micronutrientes y metales pesados. Además contiene microorganismos fecales y patógenos.

### **MTD a aplicar en los sistemas de almacenamiento de estiércol sólido**

El estiércol se debe almacenar sobre una superficie impermeable que disponga de un sistema de recogida de lixiviados que impida la contaminación de las aguas por infiltración o escorrentía. Es fundamental disponer de una capacidad de almacenamiento suficiente que garantice una adecuada gestión posterior.

Para disminuir las emisiones gaseosas se puede cubrir de estiércol, bien media mediante la construcción de un cobertizo o bien mediante la colocación de una cubierta flexible.

### **MTD a aplicar en los sistemas de almacenamiento de purín**

El almacenamiento de los purines en las granjas se puede realizar mediante dos tipos de instalaciones: los tanques de almacenamiento y las balsas.

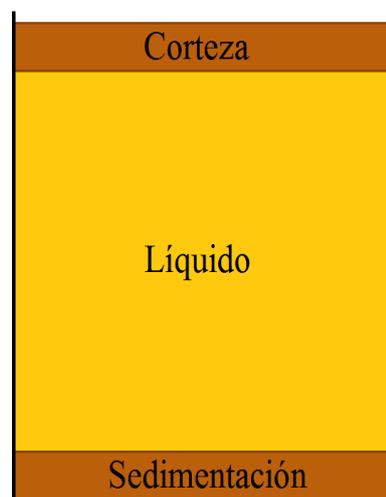
## **1. Introducción**

La generación de purines es uno de los problemas ambientales más importantes que provoca la ganadería industrializada. En España, se acentuó debido a la ganadería intensiva de algunas regiones, que empezaron a contar con explotaciones cada vez más grandes y con menor terreno donde aplicar el residuo. Se generan diariamente en España entre 94 y 188 millones de litros de purín de cerdo al día, lo que corresponde a una media de producción entre 4 y 8 litros/día/animal, y del cual sólo se gestiona un pequeño porcentaje.

El purín producido en los alojamientos se recoge y almacena en el exterior de las naves en fosas, tanques o balsas, siendo éste último el sistema más habitual en España.

Un primer aspecto a considerar para la prevención de riesgos medioambientales es definir y mantener una capacidad útil de almacenamiento que debe permitir retener el purín producido durante aquellas épocas en las que desde el punto de vista agronómico y medioambiental esté desaconsejada aplicación al campo.

Para reducir las emisiones al aire en el almacenamiento del purín es importante reducir la evaporación de gases desde la superficie. Se puede mantener un nivel de evaporación bajo si la agitación del purín es mínima, favoreciendo la aparición de costra en su superficie. Además, se pueden emplear diferentes cubiertas para reducir las emisiones y los olores en el almacenamiento. Las cubiertas son un sistema bastante efectivo, pero pueden tener problemas de manejo y de coste, especialmente en las balsas. Las cubiertas pueden ser de tipo fijo o bien de tipo flotante. Nunca deben ser herméticas, salvo que se asocien a producción de biogás, a fin de evitar acumulación de gases como el metano que supongan riesgo de explosión.



Para disminuir los olores, se debe tener en cuenta la localización de las balsas o de los estercoleros en función de los vientos dominantes. En algunos casos se puede considerar implantación de barreras naturales, como setos y árboles.

## **2. Capacidad de almacenamiento**

Disponer de una capacidad adecuada de almacenamiento de purines y estiércoles debe ser considerada como una MTD a aplicar en todas las instalaciones de ganado porcino, ya que es un aspecto crítico a la hora de facilitar una correcta gestión posterior de los purines y estiércoles, especialmente cuando ésta se realiza mediante valorización agrícola.

El RD 324/2000 de 3 de marzo, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas, obliga a las granjas de ganado porcino a disponer de una capacidad mínima que permita almacenar la producción de estiércoles y purines, de al menos tres meses. No obstante, es necesario ajustar individualmente esta capacidad para cada instalación, en función de los sistemas de tratamiento y gestión con que vaya a contar y las características agroclimáticas del medio receptor, en el caso de que los estiércoles vayan a ser utilizados con fines agrícolas.

Así mismo, debe ajustarse la capacidad de almacenamiento de la explotación al plan de gestión de estiércoles de la misma.

## 2.1. Almacenamiento de purines en tanques

Se considera MTD el almacenamiento en tanques de metálicos o de hormigón, siempre cuando reúnan las siguientes características:

- Estabilidad y capacidad de aguantar los esfuerzos mecánicos y las influencias químicas y térmicas
- Impermeabilidad, tanto en las paredes como en la base

Los tanques deberán llenarse perfectamente mediante un sistema cerrado que incorpore el purín por la base del tanque. La agitación del contenido se realizará, a ser posible, sólo en el momento del vaciado. De forma regular se procederá al vaciado de los tanques para su revisión y mantenimiento.

Las emisiones de amoníaco y los olores desde el sistema de almacenamiento, se pueden reducir mediante el uso de cubiertas que eviten el movimiento del aire sobre la superficie del purín. Existen varios tipos de cubiertas aplicables a los tanques de almacenamiento, pudiendo ser de tipo rígido, o bien de tipo flotante. En este último caso puede utilizarse varias alternativas, como dejar que se forme un costra natural en el purín o bien aplicar diferentes materiales como paja triturada, aceites o lonas flotantes.

Respecto a la utilización de cubiertas en los tanques de almacenamiento hay que tener presente que pueden favorecer la producción de gases tóxicos para las personas y que en ocasiones también se produce un incremento en la producción de gases importante significación medioambiental como metano y óxido nitroso.

## 2.2. Almacenamiento de purines en balsas

La utilización de balsas puede estar justificada cuando se quiera disponer de grandes volúmenes de almacenamiento para lograr periodos de retención prolongados. El coste de construcción de las balsas por metro cúbico almacenado, suele ser sensiblemente inferior al de los tanques.

Las balsas de almacenamiento deben estar cercadas y construidas de tal manera que se garantice su impermeabilidad, bien sea de forma natural o mediante revestimientos artificiales, a fin de evitar cualquier riesgo de filtración y contaminación hacia las aguas superficiales o subterráneas.

Respecto a la utilización de cubiertas en las fosas, aunque en algunos casos sería posible instalar cubiertas completas, en la mayor parte de los casos existen limitaciones para su aplicación y mantenimiento. En las balsas de almacenamiento es más adecuado recurrir a los sistemas de cubierta flotante.

La formación de costra natural se favorece evitando la agitación de la masa de purín almacenado, sin embargo, esta práctica fomenta la estratificación del purín.

## Definición de MTDs

La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para construir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir, en general, las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas.

El factor que se tendrá que tener en cuenta es:

- Programar adecuadamente el almacenamiento y la gestión final de los purines y estiércoles producidos, teniendo en cuenta lo establecido en los códigos de buenas prácticas agrarias cuando su destino sea la aplicación agrícola

## Problemas de la industria del porcino

Las posibles causas de la problemática con los purines son el aumento de la cabaña ganadera, la reducción de la superficie agraria útil y dimensión creciente de las explotaciones.

El resultado de todo esto provoca explotaciones ganaderas intensivas sin base territorial suficiente para la reutilización como abono del purín producido.

Los factores limitantes de la utilización de los purines como abonos son:

- Limitación de aplicación como fertilizante
- Utilización discontinua a lo largo del año
- Limitaciones de transporte

## Tipos de almacenamiento

### Tanques

Suelen ser de obra, de cemento armado y han de estar impermeabilizados por una lámina de plástico o por cualquier otro sistema que garantice el sellado.

Se acostumbran a construir con láminas curvas de acero o con bloques de hormigón. Pueden estar totalmente o parcialmente enterrados.



### Fosos

Situados bajo las instalaciones de la explotación. Puede ser de albañilería o bien puede tratarse de una excavación del terreno.

### Balsa

Excavadas en tierra o bien de obra. Es aconsejable cubrirlas para evitar la entrada de agua de lluvia y la volatilización del amoníaco. Se pueden cubrir con plásticos o bien con una cubierta flotante.

### Cisternas flexibles

Necesitan una superficie perfectamente plana y horizontal. Consiste en una malla de poliéster donde se superponen varias capas de PVC mediante soldaduras de alta frecuencia.



Para minimizar la heterogeneidad del purín en la aplicación agrícola, se recomienda una agitación en el momento previo a la carga.

## 3. Tratamientos de purines en la granja

La aplicación de sistemas de tratamiento de purín en la propia granja, puede estar justificada en algunas circunstancias concretas, principalmente cuando no haya superficie agraria suficiente donde realizar la aplicación. En estas circunstancias, la explotación ganadera deberá proveerse de sistemas de tratamiento que permitan alcanzar los parámetros de vertido a cauce público, o bien una disminución de la carga que permitan la valoración del efluente en la superficie agrícola de que disponga la explotación y conforme al plan de gestión que se le autorice.

En la selección de la tecnología de tratamiento se deberá tener muy en cuenta la eficacia medioambiental real de la misma, sus características de operación, sus consumos, sus costes asociados, y que no se produzcan efectos asociados indeseados.

Teniendo en cuenta las circunstancias señaladas, las tecnologías de tratamiento de purines sólo pueden ser consideradas como MTDs condicionales.

El uso de aditivos en el purín puede ser considerado como una MTD emergente, que precisa todavía una mejor evaluación de sus efectos medioambientales reales y de sus costes asociados. Se debe tener en cuenta que bajo el nombre genérico de aditivos se engloban productos con mecanismos de actuación de actuación muy diversos y con eficacias muy dispares.

## 4. MTDs a considerar en la aplicación de estiércol y purín al campo

### ➤ Técnicas para la reducción de los impactos y emisiones derivados de la aplicación de estiércoles

Dentro de este apartado las técnicas a aplicar se basan en ajustar las cantidades de estiércoles y purines aportados a las necesidades previsibles de cultivo, de manera que se eviten las pérdidas de nutrientes que puedan terminar resultando contaminantes.

Un correcto abonado con purines o estiércoles debe de estar basado en la aplicación de los códigos de buenas prácticas agrarias y requerirá conocer, en cada caso, las necesidades nutricionales del cultivo al que va destinado, las características fisicoquímicas del suelo y la composición del purín a utilizar. De lo contrario, podrían generarse problemas medioambientales, principalmente por contaminación de nitratos. En general, el elemento que se cuantifica a la hora de realizar un abonado con purín es el nitrógeno. Es necesario para cada caso definir las cantidades máximas de purín a aportar y épocas adecuadas para la aplicación.

En este apartado se deben tener en cuenta la prevención de impactos al agua, al suelo y a la atmósfera. Se debe considerar como MTD la aplicación simultánea de las siguientes actuaciones:

- Disponer de un plan de gestión agrícola, basado en los códigos de buenas prácticas agrarias y demás normativa de aplicación, adaptado a las características particulares de los estiércoles producidos, del terreno y a las necesidades de los cultivos. Se debe detallar en el mismo la previsión de realizar los aportes en las épocas y dosis más adecuadas para conseguir un grado óptimo de aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo, reduciendo así al mínimo las pérdidas por escorrentía y/o filtración de nutrientes y la posibilidad de contaminación del medio ambiente.
- Establecer sistemas de seguimiento y registro que permitan conocer el destino de todos los estiércoles aplicados al terreno.

➤ **Técnicas para la reducción de emisiones producidas durante el proceso de aplicación propiamente dicho**

Las emisiones de amoníaco y olores originados durante la aplicación del purín al campo pueden variar sensiblemente en función del sistema de aplicación utilizado.

En este caso, la técnica de referencia con la que se han comprado el resto de los sistemas es la utilización de un esparcidor en superficie convencional sin incorporación del purín al perfil del suelo de forma inmediata.

Un aspecto a tener en cuenta es que al reducir las pérdidas de amoníaco por volatilización mediante la utilización de estos sistemas, las dosis reales de purín aplicadas al terreno tienen un contenido mayor en nitrógeno y por lo tanto se pueden producir mayores riesgos de sobrefertilización y de contaminación de las aguas por nitratos. Este hecho debe considerarse a la hora de ajustar los planes de fertilización.

Los siguientes sistemas de aplicación de consideran MTD, pero resaltando que todos ellos pueden tener limitaciones en cuanto a su uso, derivadas fundamentalmente del tipo de terreno y cultivo donde se vayan a emplear. Por esta razón debe considerarse como MTDs condicionales.

**5. Tratamientos de purines y estiércol**

Cuando la superficie agrícola con que cuenta la explotación ganadera resulta insuficiente para realizar una correcta gestión agronómica de los purines, puede ser necesario el uso de algún sistema o tecnología de tratamiento del purín.

En el tratamiento de purines, existen dos planteamientos:

- **Tratamientos integrales**

Pretenden alcanzar las normas de vertido a cauce en el efluente tratado o bien evaporar completamente la fracción líquida del purín.

En las tecnologías de depuración, un problema muy importante es la carga de materia orgánica y macronutrientes presentes en el purín, tan elevada que dificulta enormemente poder llegar a parámetros de vertido a cauce dentro de unos costes asumibles. Además los procesos son complejos y tienden a saturarse y desestabilizarse.

En los sistemas de desecación, el principal inconveniente es el enorme contenido en agua de los purines y la presencia de nitrógeno amoniacal en la fabricación líquida a evaporar, lo que requiere un alto coste energético y la necesidad de aplicar procesos previos para la fijación del nitrógeno amoniacal.

**Aditivos del purín**

Los aditivos para el purín son productos naturales o sintéticos constituidos por una mezcla de sustancias de diferente naturaleza. Su mecanismo consiste en la interacción con los componentes del purín, bien interviniendo en las diversas rutas metabólicas, procesos o actividades bacterianas, o bien reaccionando con distintos compuestos y alterando de este modo las características físicas, químicas y biológicas de este tipo de residuos.

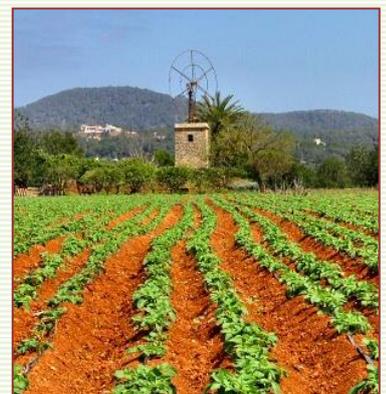
Con su utilización se han descrito los siguientes efectos:

- Reducción de las emisiones gaseosas, fundamentalmente amoníaco y sulfuro de hidrógeno
- Reducción de olores desagradables
- Incremento de valor fertilizante
- Incremento de la facilidad de manejo y gestión de purines por aumento de la fluidificación
- Inactivación de organismos patógenos

Actualmente es posible encontrar en el mercado una amplia oferta de aditivos para el tratamiento de los purines. Sin embargo, demostrar la eficacia de la mayoría de ellos es difícil.

Una de las principales dificultades estriba en el desarrollo de técnicas estándar que permitan corroborar y confrontar la eficacia de los aditivos en diferentes situaciones, aunque la de algunos de estos compuestos se ha verificado en condiciones controladas en el laboratorio.

Puesto que la mayoría de los compuestos químicos y biológicos desarrollados dependen fuertemente de las fluctuaciones de pH y temperatura, la aplicación de éstos y su actuación en condiciones de producción resulta bastante cuestionable.



## Aplicación de técnicas nutricionales

La composición del pienso, su contenido en nutrientes y el sistema de aplicación (estrategias nutricionales) no solo tienen una gran influencia en el rendimiento productivo de los animales, sino que además son un pilar fundamental dentro de la estrategia medioambiental de una granja a la hora de prevenir impactos. Como se ha indicado en otros apartados, las principales emisiones e impactos relacionados con la ganadería porcina están asociados a la producción y manejo del purín. Reduciendo la excreción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y, por lo tanto, su concentración en el purín, podemos reducir las emisiones que se puedan producir a lo largo de todo el proceso (alojamiento, almacenamiento, gestión y aplicación agrícola).

Básicamente, existen tres estrategias a considerar:

- Ajustar al máximo los aportes y los requerimientos de nutrientes de los animales, teniendo en cuenta que éstos varían a lo largo del proceso productivo, es decir, alimentar con piensos adaptados a cada fase.
- Ajustar el equilibrio de nutrientes en la formulación, en particular la proteína bruta, evitando su aporte excesivo. Para ello, en muchas ocasiones será necesario suplementar las dietas con aminoácidos sintéticos.
- Mejora la absorción de nutrientes utilizando materias primas de alta digestibilidad y/o incluyendo enzimas o aditivos capaces de mejorar la digestibilidad.



## – Tratamientos intermedios

Cuyos objetivos son, reducir la carga, cambiar las características del purín, para adecuar su composición y volumen a la superficie agraria de que dispone el ganadero, o reducir molestias por los malos olores.

Por tanto, el punto de partida cuando nos enfrentamos a la elección de un tratamiento para los purines es definir claramente cuál es el problema que se quiere resolver y plantearse un objetivo final que lo solucione. Es en ese momento cuando se pueden considerar las distintas alternativas de equipos y métodos para el tratamiento y elegir aquella que más se adapte a las particularidades de cada granja o zona.

Entre los problemas a resolver pueden estar:

- Molestias por los malos olores
- Contaminación de aguas
- Exceso de nitrógeno, en relación con la superficie agraria disponible

En el tratamiento de purín o estiércol normalmente no comprende una sola técnica, sino una secuencia de diferentes acciones, donde la eficiencia del proceso y los beneficios medioambientales se pueden ver afectados por:

- Las características del purín o del estiércol
- Los efectos de cada tratamiento individual aplicado anteriormente
- La forma y secuencia en que se aplican esas técnicas

Las alternativas disponibles actualmente en el mercado se basan en una serie de tratamientos básicos:

- Separación sólido-líquido
- Compostaje
- Nitrificación-desnitrificación
- Digestión anaerobia
- Digestión anaerobia
- Evaporación y secado
- Stripping y absorción
- Filtración por membrana

Según el objetivo que se quiera alcanzar, se puede optar por una única técnica o una combinación de varios tratamientos, diferentes según su complejidad, coste y número de operaciones.

En la selección de la tecnología de tratamiento se deberá tener muy en cuenta la eficiencia medioambiental real de la misma, sus características de operación, sus consumos, sus costes asociados, y que no se produzcan efectos asociados indeseados.

## 6. Mejoras de las técnicas disponibles

El objetivo final de estas técnicas es conseguir una reducción de la excreción de nutrientes, nitrógeno y fósforo principalmente, lo que redundará en un menor contenido de estos elementos en los estiércoles y en una reducción de las emisiones producidas a partir de los mismos.

La aplicación de estas técnicas, se constituye en la medida preventiva más importante para reducir la carga de elementos potencialmente contaminantes. Serán siempre preferibles sobre otro tipo de técnicas ya que al permitir la concentración de elementos contaminantes en el estiércol,

disminuyen la necesidad de aplicar medidas correctoras en las fases posteriores del proceso productivo. Su eficacia en la reducción de emisores se prolonga a lo largo de toda la cadena de producción. Por tanto, los datos de eficacia aportados, deben considerarse como reducción sobre la emisión global de la instalación.

A continuación se muestran unas fichas en las que se recogen las principales técnicas nutricionales que se consideran MTDs.

### – Técnicas nutricionales, alimentación por fases

#### ❖ Efecto medioambiental:

- Aplicación de alimentación en dos fases en cerdas reproductoras: reducción de la excreción de nitrógeno en un 7% y de la excreción de fósforo en un 2%
- Aplicación de la alimentación por fases en cerdos de cebo: reducción de la excreción de nitrógeno en un 10% y la excreción de fosforo en un 5-10%
- Reducción de las emisiones globales de amoniaco entre un 10% y un 15%

### – Efectos asociados

#### ❖ Al ajustar el contenido proteico a las necesidades animales:

- Se reduce el consumo de agua, disminuyéndose el volumen de purín generado
- Se reduce la excreción de compuestos del catabolismo nitrogenado y por tanto las emisiones de olores
- Es una técnica de fácil seguimiento y monitorización

#### ❖ Dieta baja en proteína

- Eficacia medioambiental:
- ✓ Reducción del contenido de nitrógeno en los purines y estiércoles en torno al 25%
- ✓ Reducción de las emisiones de amoniaco entre un 30 y un 40%

#### ❖ Utilización de fuentes de fósforo más eficaces

- Eficacia medioambiental:
- ✓ Reducción de la excreción de fósforo y , por tanto, del contenido de fósforo en estiércoles y purines. (25-30%) de reducción con la utilización de fitasas

#### ❖ Efectos asociados:

- ✓ Su uso puede incrementar ligeramente la absorción de nitrógeno, reduciéndose también la excreción de nitrógeno

## Aplicación de mejoras en el diseño y manejo de los alojamientos del ganado

En este apartado hay que tener muy presente que el principal objeto es prevenir y reducir las emisiones de amoniaco.

Las mejoras en el diseño y manejo de los alojamientos se refieren especialmente a los sistemas de recogida de deyecciones. En principio, las emisiones de amoniaco serán menores cuanto menor sea la superficie del suelo enrejillado y de foso, al reducir la superficie de intercambio y de emisión. Sin embargo, es muy importante encontrar un punto de equilibrio entre el porcentaje de suelo continuo y enrejillado, ya que una reducción excesiva del área sucia (suelo enrejillado) puede originar una concentración de deyecciones en la zona sin rejilla y aumentar notablemente las emisiones. En diseños con alojamientos con suelos continuos o parcialmente enrejillado, las temperaturas elevadas, la densidad animal o la mala disposición de los comederos pueden estimular que los animales utilicen la zona no enrejillada como zona sucia, depositando allí las deyecciones y potenciando las emisiones. En países muy calurosos como España los sistemas parcialmente enrejillados no siempre funcionan ya que los animales tienden a ensuciar esa zona de suelo continuo para tumbarse sobre las deyecciones y refrescarse.

La utilización de materiales lisos y no porosos para las rejillas (plásticos, materiales metálicos y hormigones tratados) pueden favorecer el drenaje de las deyecciones y reducir las emisiones, además facilitan las tareas de la limpieza, ahorrando agua y energía.

Respecto a la retirada de los purines hacia el exterior de los alojamientos, hay que considerar dos aspectos:

- Cuanto mayor sea la frecuencia de la retirada de purín menores serán las emisiones producidas en el interior de los alojamientos
- Existen sistemas especiales de retirada de las deyecciones como el flushing o los rascadores, pero en general, requieren una instalación compleja, más difícil y costosa de mantener

## Otros procesos

Existen otras alternativas como lo son:

La recepción y homogeneización, posteriormente la deshidratación mecánica y se puede dar un secado térmico antes de administrarlo a tratamientos biológicos de nitrificación

Añadiéndole en el proceso un tromel donde se introduce manualmente el humus ya cosechado, por la parte final del cilindro se extrae el rechazo que no traspase la malla, y se introduce de nuevo en la cuna, el humus fino queda amontonado para pasar al período de maduración final.



El tamizar el humus, permite eliminar elementos indeseables como plásticos, piedras, etc. Así como los no compostados, dar una granulometría más fina al producto acabado favoreciendo su aplicación y agregándole valor comercial.

## Dificultad de resultados

La mayor parte de las emisiones que puedan darse en la actividad ganadera tiene carácter difuso provocando que no pueda ser medido de forma directa. Las emisiones procedentes de la actividad ganadera tiene su origen en procesos de naturaleza biológica y dependen de distintos factores como la raza, el manejo y el alojamiento del animal.

En la actualidad grupos de trabajo europeos están estudiando estos problemas de recogida de datos en dos áreas bien diferenciadas:

- Aporte de purines al terreno
- Estimación de las emisiones de gases a la atmósfera

## 7. Nuevas tecnologías en tratamiento de purines

La composición del purín va a depender de muchos factores, como son por ejemplo los que se nombran a continuación:

- Sistema de limpieza
- Aguas pluviales
- Usos de camas
- Estructura de la granja
- Sistema de alimentación
- Tipo de alimentación
- Tipo de animal
- Época del año
- Tiempo y tipo de almacenamiento

### 7.1. Producción de excedentes de purín

En España contamos con 19 millones de cabezas, se producen 48 millones de  $m^3$ / año y se producen 16 millones de  $m^3$ / año de excedentes de purín.

La aplicación al terreno de dosis excesivas de purines ocasiona diferentes tipos de desequilibrios y problemas de contaminación, entre otros los siguientes:

En el suelo provocaría un exceso de nitrógeno, de formas asimilables de fósforo y potasio, acumulación de metales pesados y salinización.

En el agua provoca la contaminación de las aguas (superficiales y subterráneas) por nitratos.

En la atmósfera produce malos olores y una transferencia excesiva de amoníaco a la atmosfera por perdidas por volatilización.

### 7.2. Proceso Resa de tratamiento y valoración integral de purines

#### – Proceso del purín:

Una vez que llega el purín se tamiza, la fracción sólida se lleva al compostaje para ser destinado al compost, la fracción líquida pasa por un tratamiento aerobio donde se produce una oxidación biológica con nitrificación-desnitrificación, los lodos se pasan por una digestión anaerobia donde se da una reducción de MST, DBO5 y DQO, la eliminación de olores desagradables y producción de biogás y los lodos que están digeridos se centrifugan y la fracción líquida que quede tras estos tres procesos vuelve a pasar al tratamiento aerobio y así sucesivamente. Después del centrifugado la fracción sólida se lleva al compostaje, en él obtenemos un compost higienizado y estabilizado apto para aplicaciones agrícolas.

El agua que se emplea para el tratamiento aerobio se le realiza un proceso de evaporación (el tratamiento biológico previo permite que los vapores condensados sean completamente limpios) la fracción concentrada se destina al compostaje, la fracción condensada se destina para agua depurada. Podemos encontrar otra alternativa que sería emplear el agua fría de la evaporación para la cogeneración y ciclo térmico que puede llegar a cubrir las necesidades de energía térmica y eléctrica del proceso y permite, por medio de la venta la energía eléctrica, y compensar los costes de operación de la instalación, y así

producir con ayuda de gas natural y biogás de la digestión anaeróbica, energía eléctrica.

	VENTAJAS
MEDIOAMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Depuración biológica del purín hasta niveles que permiten su vertido a cauce público</li> <li>▪ Ausencia total de olores, efluentes y emisiones contaminantes</li> <li>▪ Obtención de compost de calidad</li> <li>▪ Consumo nulo de agua de red para el proceso</li> </ul>
ENERGÉTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ahorro de energía primaria gracias a la producción de biogás</li> <li>▪ Elevado rendimiento energético</li> </ul>
TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptabilidad del proceso al tratamiento de purines conjuntamente con otras fracciones orgánicas y/o aguas residuales urbanas</li> <li>▪ Equipos estándar</li> <li>▪ Tratamiento biológico adaptado al tratamiento de purines</li> </ul>

## 8. Límites de vertido

Cuando una explotación agraria supera los límites de vertido de gases u otros compuestos contaminantes deben ser notificados. Estos son las partículas más contaminantes:

Contaminantes a la atmósfera	Contaminantes al agua
CH <sub>4</sub>	N
NH <sub>3</sub>	P
N <sub>2</sub> O	Cu
PM10	Zn
	Carbono orgánico total

Todos estos valores límites que se asignan a cualquier explotación ganadera los encontramos en la Autorización Ambiental Integrada y se basan en diferentes aspectos:

- Uso de mejoras técnicas disponibles
- La implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente
- Las estrategias nacionales aprobadas y las normativas directas de aplicación
- Incidencia de las emisiones en la salud humana
- Peligrosidad del traslado de las emisiones

## Utilización de estiércoles

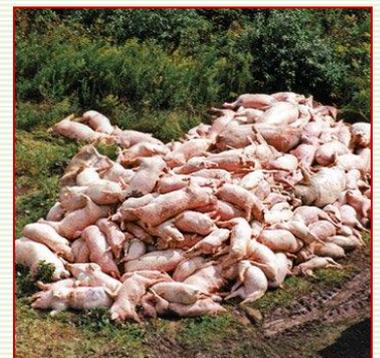
Cuando se declara un terreno como zona vulnerable la cantidad de estiércol que se puede añadir no puede sobrepasar 170 Kg N/ha, habiendo excepciones de 210 Kg N/ha. Este abono solo se podrá añadir a un terreno si está a una distancia superior de 200 m de una zona residencial.

## Emisión de amoníaco

Esta emisión inapropiada de nitrógeno está basada en el abuso de fertilización nitrogenada y la volatilización de sustancias nitrogenadas en alojamientos ganaderos.

## Residuos especiales

- Cadáveres de animales: Cuando el animal no es un rumiante la propia explotación debe tener una incineradora o bien entregar los cuerpos a través de un circuito de recogida.



- Envases de medicamentos: Todos los envases y materiales sanitarios debe almacenarse en contenedores apropiados y no mezclarse con otros residuos.



Coloindex, un controlador del estrés

## 9. Cálculo de costes

### – Consideraciones

El cálculo de costes unitarios requiere un conocimiento de:

- ❖ Técnica propuesta para disminuir las emisiones
- ❖ Rango de sistemas de producción y manejo que se pueden encontrar en las granjas afectadas
- ❖ Impacto que la implantación de la técnica tendrá en la producción de una granja en particular

### – Categorías de técnicas

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

- ❖ Alimentación, alojamientos
- ❖ Almacenamiento, tratamiento y aplicación de estiércoles y purines

### – costes

El coste unitario es el incremento de coste anual que el ganadero sufrirá como consecuencia de introducir una técnica. Estos costes unitarios se deben calcular siguiendo distintas normas como son:

- ❖ Utilización de costes actualizados
- ❖ Tener en cuenta los cambios en el rendimiento

## 10. Tratamiento de los purines clasificación

La mayoría de tecnologías ofertadas por las empresas especializadas en el sector consisten en tratamientos integrales resultantes de la combinación de diversos sistemas. La tendencia actual en España apunta hacia un tratamiento térmico del purín gracias al aprovechamiento del calor procedente de los motores de una cogeneración.

### – Pretratamientos

#### ❖ Separación sólido-líquido

Este sistema no elimina la carga contaminante del purín sino que la segrega en dos fracciones:

- Una fracción sólida, como abono
- Una fracción líquida, como fertilizante

Destacan 3 tipos:

- **Centrifugación:** se basa en el diferente peso de los elementos que componen el afluente y la fuerza centrífuga. La disminución de la carga contaminante se puede establecer entre 40-60 % de los sólidos totales del afluente. El grado de sequedad de la fracción sólida puede oscilar entre un 24-37%.
- **Tamizado:** consiste en hacer pasar el purín por un medio físico, como una lamina metálica, que retiene las partículas que superan la medida del agujero del tamiz (medida de malla). Hay diferentes tipos de tamices: el vibratorio, el de tambor o rotativo y el filtro-prensa.
- **Fluidificantes y/o desodorizantes:** Estos sistemas de pretratamiento reducen un aspecto muy concreto de la problemática global de los purines. En el caso de los fluidificantes permiten trabajar con un purín más líquido facilitando la aplicación agrícola y la no formación de costras.

Los desodorantes reducen o enmascaran los olores molestos que desprende el purín cuando se esparce.

Otros sistemas de separación de la fracción sólida, son:

- **Filtros por extrusión o por presión:** Es un compactador que se basa en un sistema de tornillo que arrastra el purín y va compactando la materia seca.
- **Rejas estáticas o filtro por gravedad:** Sus cualidades de separación no son demasiado conocidas por ahora. Su instalación es simple y nada más requiere un pequeño mantenimiento. Es adecuado para tratar pocos caudales.
- **Tratamientos**

#### ❖ Físicos y físico-químicos

- **Coagulación-floculación:** El objetivo de la floculación es concentrar las partículas insolubles presentes en el purín y mejorarlos procesos de separación sólido-líquido. La coagulación-floculación se basa en la adición de productos orgánicos o inorgánicos para conseguir un volumen de partículas mayor. El uso de estos compuestos permite reducir la materia en suspensión entre un 60-95% y reducir la DQO del afluente entre un 50-90% junto con una separación efectiva sólido-líquido.
- **Ozonización:** Aplicada a la fase líquida del purín, permite:
  - ❖ Destrucción de los microorganismos patógenos existentes en el purín.
  - ❖ Oxidación del nitrógeno amoniacal a nitritos y perteneciente a nitratos y una fracción más pequeña a nitrógeno gas
  - ❖ Llevar a los metales pesados a su máximo estado de oxidación
  - ❖ Reducir el contenido de materia orgánica soluble del purín
  - ❖ El ozono se obtiene a partir del oxígeno atmosférico mediante un generador. Cuando se obtiene se introduce en una cámara de contacto donde se produce la oxidación del purín
- **Ultrafiltración/ósmosis inversa:** El objetivo principal es el de separar partículas, sales y reducir la conductividad del purín.
- **Stripping/absorción:** El objetivo principal es el de recuperar el N-amoniacal de la fracción líquida del purín. El "Stripping" puede realizarse con aire caliente o con vapor.
- **Precipitación química:** Su objetivo principal es el de transferir algunos componentes a la fase sedimentable, particularmente el fósforo contenido en el purín.
- **Higienización térmica:** En este caso, el objetivo es el de eliminar patógenos e hidrolizar térmicamente el purín.
- **Evaporización:** Su objetivo es el de separar el agua y reducir el volumen de la fracción líquida del purín. De esta forma se obtiene un condensado de mayor calidad que el afluente.
- **Secado:** Su objetivo es el de separar el agua y reducir el volumen de fracción sólida del purín.

**Concepto de cogeneración:** Es la producción simultánea de energía mecánica o eléctrica y térmica útil a partir de una única fuente de energía.

Cogeneración con motores de combustión interna:

- Los motores de combustión interna son de gran interés para su aplicación en los procesos térmicos de tratamientos de purines.
- Durante la combustión se desprende una gran cantidad de calor que se dirige a la atmosfera. Se puede aprovechar el calor que se desprende para utilizarlo en diferentes procesos: secado, evaporización, higienización.

## ❖ Tratamientos biológicos

- **Descomposición aeróbica/Nitrificación/Desnitrificación:** Consiste en la degradación de la materia orgánica del purín en presencia de oxígeno, pasando en una primera etapa el nitrógeno orgánico a nitrógeno amoniacal y posteriormente a nitrógeno nítrico. De este tratamiento se obtiene un efluente líquido muy cargado de nitratos y de fosforo.

Como posibles usos del efluente líquidos:

- ❖ El efluente resultante presenta buenas condiciones por ser aplicado a los suelos agrícolas como fertilizante.
- ❖ Si el afluente resultante se quiere verter en cauce público habrá que reducir el contenido de nitrógeno en forma de nitrato y el contenido de fosforo.

El sistema aerobio es el más completo a nivel de reducción de la carga contaminante y los olores.

- **Compostaje:** Tratamiento aplicable sobre la fracción solida de algunos sistemas de pretratamiento o tratamiento. También es aplicable en purines con elevado contenido de materia seca.
- **Reducción biológica del fósforo:** El objetivo es el de transferir el fósforo soluble a la fase biológica sedimentable así como eliminar materia orgánica fácilmente degradable.
- **Digestión anaerobia:** Consiste en la degradación de la materia orgánica del purín en ausencia de oxígeno. Se produce la mineralización del nitrógeno orgánico que pasa a nitrógeno amoniacal. Se mantiene el amonio presente, es decir, no tiene lugar ningún proceso de nitrificación. De este tratamiento se obtiene, en primer lugar, biogás del cual se puede obtener energía calórica, y en segundo lugar, se obtiene un efluente líquido con un alto contenido de nitrógeno amoniacal.

Como posibles usos del efluente:

- ❖ El efluente resultante presenta unas buenas condiciones para ser aplicados en los suelos agrícolas como fertilizantes.
- ❖ Si el afluente resultante se quiere verter en cauce público, habrá que realizar posteriormente un tratamiento aerobio, con procesos de nitrificación-desnitrificación, con tal de reducir el contenido de nitrógeno amoniacal.

Este sistema de tratamiento es menos eficiente en la reducción de los parámetros de contaminación que el tratamiento de digestión aerobia.

## ❖ Post-tratamientos

- **Lagunaje:** se basa en dejar el efluente resultante de un tratamiento físico-químico y/o biológico durante un largo período de tiempo en balsas donde se pueden realizar un cultivo de macrófitos o algas. El agua resultante puede ser vertida a cauce o puede ser empleada para regar cultivos. El principal inconveniente del lagunaje es el de las elevadas necesidades de superficie que requiere.
- **Filtro verde:** es una técnica agraria que consiste en verter efluentes procedentes de tratamientos biológicos en el suelo y de forma controlada. Los filtros verdes actúan de sistema de tratamiento biológico vivo sobre un efluente tratado que no pueden ser vertido a cauce público. Se ha de vigilar el contenido de nitrógeno que lleve esta agua ya que los excesos pueden provocar contaminaciones de las capas freáticas por presencia de nitratos.

## 11. Bibliografía, referencias y páginas de consulta

- Las máquinas agrícolas y su aplicación. J. Ortiz-Cañavate. 6ª Edición. Editorial Mundi-Prensa.
- <http://www.asiain-asesores.com/rev6/pag62.htm>
- <http://www.hrs-spiratube.com/es/recursos/casos-de-estudio/concentracion-purines-cerdo.php>
- [http://www.engormix.com/s\\_search-estres-porcino.htm](http://www.engormix.com/s_search-estres-porcino.htm)
- <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Nitratos/Estiercol.asp>
- [http://www.dipc.es/MA/MA/MedioAmbiente/Purines/\\_K0HC8wKQYg4GLFKT7\\_x7Hrt7-5TLfzEI](http://www.dipc.es/MA/MA/MedioAmbiente/Purines/_K0HC8wKQYg4GLFKT7_x7Hrt7-5TLfzEI)
- <http://www.revistanatural.com/noticia.asp?id=266>
- [http://www.ctv.es/clean\\_world\\_hispania/purines-p256-laballenita.htm](http://www.ctv.es/clean_world_hispania/purines-p256-laballenita.htm)