

**REUTILIZACIÓN AGRONÓMICA  
DE LOS PURINES DEL CERDO**



# REUTILIZACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PURINES DEL CERDO

**Juan B. Lobera Lössel**

Técnico Responsable de Transferencia Tecnológica Ganadera  
del Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica

**Pedro Martínez Rangel**

Veterinario de la Consejería de Agricultura,  
Agua y Medio Ambiente

**Francisco Ferrández Ferrándiz**

Técnico en Formación y Experimentación del Centro  
Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Lorca

**José Martín Gámez**

Técnico en Capacitación del Centro Integrado  
de Formación y Experiencias Agrarias de Lorca



**Región de Murcia**

Consejería de Agricultura,  
Agua y Medio Ambiente

© Comunidad Autónoma de la Región de Murcia  
Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente  
Depósito Legal: MU-2378/98  
Fotocomposición: CompoRapid  
Impresión: Imprenta Regional

# SUMARIO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL ENSAYO</b> .....	17
2.1. Repercusión económico-social del porcino en España y en la Región de Murcia .....	20
2.2. Producción actual de Purines de cerdo a nivel regional, e incluso por comarcas .....	21
2.3. Referencia especial a la legislación existente que afecta a Purines del cerdo .....	25
<b>3. OBJETIVOS DEL ENSAYO</b> .....	33
<b>4. METODOLOGÍA: MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	37
4.1. Descripción del objeto del ensayo .....	39
4.2. Recursos humanos implicados en el ensayo .....	40
4.3. Descripción del material empleado .....	41
4.4. Método seguido .....	43
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	47
5.1. Resultados agronómicos .....	49
5.2. Resultados sanitarios .....	62
5.3. Resultados económicos .....	67

<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	69
6.1. Área agronómica.....	71
6.2. Área sanitaria .....	77
6.3. Área económica .....	77
6.4. Corolario .....	78
<b>7. ANEXOS</b> .....	79
7.1. Tablas y Gráficos .....	81
7.2. Anexos de Legislación .....	92
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	149
<b>9. ANEXO FOTOGRÁFICO</b> .....	153

# 1. INTRODUCCIÓN





Desde que se tiene constancia, el hombre ha utilizado los residuos procedentes de las actividades agropecuarias como única fuente de fertilización natural de los cultivos. Es más aún, la agricultura, la ganadería y el medio ambiente están muy relacionados entre sí, incluso los dos primeros han sido aliados fundamentales para proteger a la naturaleza.

Los residuos agrarios y forestales, además de otros residuos, como los domésticos (urbanos) o los procedentes de las depuraciones de las aguas residuales urbanas, pueden suponer una considerable fuente de energía, de agua, y de materia orgánica, necesaria para los suelos agrícolas, como: mantenimiento de la estructura del suelo agrícola, fertilizantes, oligoelementos, bacterias beneficiosas, etc., pero sin embargo, su utilización y aprovechamiento debe ser estudiado cuidadosamente para evitar la contaminación del medio natural y de los cultivos a donde irán destinados una cierta parte de estos elementos (**Cuadros García, 1990**).

En 1986, el entonces Ministerio de Industria y Energía publicaba la cantidad de residuos que se generaban en nuestro país en un año, entre los que destacamos:

<b>Residuos</b>	<b>Año 1986</b>	<b>Año 1991</b>
Residuos de origen forestal	14,4 millones de Tm.	17 millones de Tm.
Residuos de origen agrícola	25,6 millones de Tm.	35 millones de Tm.
Residuos de origen ganadero	85 millones de Tm.	92 millones de Tm.

*(Datos oficiales)*

Es un hecho, que en las últimas 3 décadas estamos asistiendo a una intensificación creciente, tanto de la actividad agrícola como de la ganadera, y no sólo en nuestro país, sino en todos los países de nuestro entorno socioeconómico. La causa de esta intensificación viene determinada en mayor medida por el propio desarrollo de la sociedad que se ha hecho más “urbana”, a expensas de la población agraria, que por ende, ve reducir año tras

año su contingente de población. Y es este aumento de la población urbana, en los países desarrollados, la que conlleva la intensificación del sector agrícola y ganadero, porque demanda una alimentación con una calidad cada vez más exigente, pero a la vez, a un coste mucho más bajo, y esto sólo se puede conseguir con la intensificación de la producción. Además, la filosofía de la Unión Europea, desde su creación allá por la segunda mitad de la década de los años 50 (1957), ha sido la de lograr una autosuficiencia alimentaria de toda su población, y esto ha impulsado la creación de granjas y explotaciones agrarias más productivas y más intensivas.

Partiendo de esta base, no nos puede extrañar el hecho de que países como Holanda o Gran Bretaña que presentan el porcentaje de población activa agraria más bajo de toda la Unión Europea (1,8% y 2% respectivamente), unido esto, a que su agricultura y ganadería tienen unos sistemas de producción altamente intensivos, sean los que presenten los mayores problemas de contaminación por residuos agrícolas y ganaderos de toda la UE.

Parece claro, que con la intensificación ganadera se generan una serie de situaciones que pueden ser ventajosas unas y desfavorables otras. Entre las ventajas están la concentración de explotaciones en zonas muy concretas y la consiguiente concentración de residuos ganaderos, también se mejora la eficacia productiva del ganado, se reducen las cantidades de residuos generados por unidad producida y que duda cabe, se mejora la comercialización de los productos. Y entre las desventajas nos encontramos con que la más importante es que al instalarse granjas de tipo industrial, que no disponen de terreno agrícola (a veces ni de terreno material) para acoger esos residuos orgánicos, se rompe el perfecto equilibrio existente entre la ganadería y la agricultura y hace surgir el problema de la contaminación. Además el sistema intensivo de producción ganadera lleva también asociado una creciente automatización de las granjas y también un aumento considerable en la utilización de agua en la limpieza de los alojamientos, lo que produce una mayor cantidad, fluidez y dilución del estiércol producido, para el que no siempre se cuenta con terrenos de cultivos suficientes, cercanos o preparados para distribuirlo en ellos. Por esto, la ganadería especializada ha traído consigo, al convertir algunas explotaciones intensivas en industrias, no sólo la generación de excedentes de producción (que ocasionan, de manera cíclica, brutales caídas de precios en el sector) sino un acumulo de excretas de animales cuya utilización crea un problema, **no por su calidad, sino por su cantidad.**

En definitiva, los problemas ambientales surgen cuando aparecen las explotaciones ganaderas industriales intensivas (explotaciones “sin tierra”),

por lo que las ayudas establecidas por los reglamentos de estructuras agrarias, incluidos en el FEOGA, es lógico que vayan destinadas a incentivar la “extensificación” productiva de la ganadería, lo que se espera que reduzca los niveles de contaminación, que disminuyan los “stocks” acumulados y que contribuya a la fijación de la población rural.

De todas maneras, conviene precisar, que no es cierto que la producción animal tenga siempre un efecto negativo sobre el medio ambiente; en principio por algo tan obvio como el que las deyecciones de los animales en las explotaciones ganaderas no son muy diferentes de las que se producen en condiciones naturales por los animales salvajes; y solamente cuando el volumen de estos residuos orgánicos es muy alto o porque debido a los cambios que se hacen en la alimentación, cambia la composición de las deyecciones, puede sobrepasarse el nivel ecológico de las mismas y provocar la contaminación.

En determinadas zonas geográficas, la problemática creada actualmente entre la ganadería intensiva y el medioambiente, en cuanto al posible impacto de la primera sobre el segundo, se plantea desde diversos campos:

- Contaminación acústica: por los ruidos causados por: ventilación de alojamientos, animales, motores diversos, vehículos, etc.
- Contaminación de las aguas: superficiales y subterráneas por nitratos y fosfatos, causando la eutrofización de ríos, lagos y pantanos.
- Contaminación de suelos por metales y fármacos.
- Contaminación de la atmósfera por amoníaco, sulfhídrico, y otros gases.
- Producción de malos olores, en general, debido a los animales y sus excrementos.

Toda esta hipotética contaminación (menos la referida en el primer punto) se atribuye, por la sociedad en general, a las deyecciones sólidas y líquidas procedentes de la ganadería explotada como fuente de recursos alimenticios y también, no lo olvidemos, como creadora de puestos ocupacionales. Pero cuando hablamos de residuos ganaderos siempre pensamos en primer lugar, y a veces en el único, en el estiércol, y hay otros residuos presentes en el medio rural que, en ocasiones, pueden ser mucho más peligrosos y nocivos de lo que pudiera pensarse y con un efecto contaminante grande y de los que se habla muy poco. Estos residuos los podemos clasificar en:

- **Residuos orgánicos:**
  - Sólidos: estiércol, piensos caducados, forrajes sobrantes, animales muertos.
  - Líquidos: purines, aguas sucias, etc.

- **Residuos inorgánicos:**

- Normales: sacos de papel o plástico, ropa vieja, papel, cartones, plásticos.
- Especiales: restos de productos zoonosanitarios (frascos que contienen restos de productos farmacológicos y biológicos), agujas, jeringas, hojas de bisturí, envases de: pesticidas, raticidas e insecticidas y desinfectantes.
- Otros: chatarras, gomas, neumáticos y demás restos de vehículos y maquinaria de la explotación agropecuaria, materiales aislantes y de construcción de desecho, restos de pinturas, barnices, disolventes, colas, pilas, grasas minerales y lubricantes.

La OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) denomina “residuos sólidos” a las materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han llegado a alcanzar un determinado valor económico en el contexto en el que son producidos. Esta falta de valor económico puede deberse o bien a la falta de adecuada tecnología para su aprovechamiento (en pocos casos) o a la dificultad de comercialización de los productos recuperados por su elevado coste o bien (en la mayoría de los casos) por la inexistencia de un mercado para los productos recuperados, o incluso por el rechazo a la utilización del producto en sí (**Otero, 1988**).

Pero la adición de residuos orgánicos a los suelos, y por consiguiente la reutilización de toda clase de residuos orgánicos, es también uno de los mayores intereses de todo país desarrollado, con el doble fin de contrarrestar las degradaciones del medio ambiente y de reducir el coste energético de los cultivos, ya que de esta manera se necesita una menor utilización de los abonos inorgánicos.

Diversos estudios realizados en países de nuestro entorno, coinciden en afirmar que el método más efectivo y económico de afrontar el problema de la acumulación de los desechos procedentes de animales, es a través de su esparcimiento o aplicación en el suelo; sin embargo, es aconsejable la prudencia en su uso, al objeto de evitar posibles deterioros del suelo por su abuso y en los cultivos por su utilización descontrolada, además de resultar molestos a la sociedad por el mal olor que causan. Ya en 1904, en Suiza, **Schellenberg** y colaboradores, redactaron unas “Normas de fertilización”, en las que preconizaban diluir los purines en agua en la proporción de 1:1 con el objeto de reducir las pérdidas de amoníaco, lo que supone una pérdida de nitrógeno y por lo tanto de su poder de abonado, y además, conseguir una disminución de los malos olores y reducir el peligro de “quemado” de las plantas al aplicar el purín en bruto sobre los cultivos establecidos.

---

Por último, la aplicación racional y programada de los purines en terrenos agrícolas presenta un gran interés desde el punto de vista de la fertilización y, como no, de la economía. Ahora bien, para un buen aprovechamiento agrícola de los purines, es esencial conocer la riqueza de los mismos, es decir, su caracterización química. Y los purines de cerdo se caracterizan por presentar una enorme variabilidad: tanto en el contenido de elementos químicos como desde el punto de vista físico, como veremos a lo largo de este trabajo.

La solución que proponemos para el problema que puedan generar los purines, radica en cambiar los criterios que acerca del purín existen. En contra de las creencias más extendidas entre la sociedad actual, el purín no es un residuo industrial más, del que hay que desprenderse a toda costa, sino que se trata de un subproducto, con una utilidad agronómica nada desdeñable, pero que sin embargo, debemos manejar con criterios agrícolas en cuanto a su valor fertilizante, para optimizar su uso y a la vez minimizar el impacto ambiental que se origina. Para todo esto, es de capital importancia conocer su caracterización química, su valor agronómico y, por supuesto, utilizarlo y aplicarlo correctamente.



## 2. JUSTIFICACIÓN DEL ENSAYO





---

La Región de Murcia, al igual que el resto del territorio español, es una región integrada por un auténtico mosaico de paisajes agrarios que presentan una desigual capacidad productiva, derivada de una irregular distribución de las lluvias, tanto en el tiempo como en el espacio, de un déficit hídrico casi secular en sus cuencas y de los fenómenos de actuación de la erosión en el suelo, así como de la existencia de diferencias edafológicas, que llegan a dificultar los usos agrarios de estiércoles y de purines.

Tanto es así, que en cultivos de secano la producción depende exclusivamente de la pluviometría, y así cuando ésta es baja, no pueden ser aprovechados los purines en los cultivos porque salinizan el terreno. Pero también nos podemos encontrar con que en zonas de regadío o de alta pluviosidad, puede haber también problemas al uso de purines pues puede haber lixiviación y constituir una seria amenaza de contaminación a cauces.

Por otro lado la aplicación agrícola de purines en cultivos irrigados con aguas salobres de origen freático, parece que aminora la salinización de los suelos debido a la retención que la materia orgánica ejerce sobre el sodio, cuyo exceso provoca serios desequilibrios en la fisiología de la mayoría de los vegetales (**Muñoz, 1997**).

La Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua consciente del problema, se planteó hace dos años abordar un ensayo con purines del porcino, con el objetivo de conocer algunos parámetros necesarios no existentes, y clarificar y avalar otros ya conocidos.

La preocupación de la Consejería, citada, por el tema, está refrendada por los datos reflejados en los puntos siguientes de este mismo Capítulo 2, y la existencia de unas 7.300 explotaciones de ganado porcino, que producen más del 60% de la Producción Final Ganadera de la Región de Murcia. Estos mismos datos, justifican más que suficiente el haber iniciado el ensayo en el sector porcino.

## 2.1.- REPERCUSIÓN ECONÓMICO-SOCIAL DEL PORCINO EN ESPAÑA Y EN LA REGIÓN DE MURCIA:

Respecto al censo total de cabezas y de reproductores de porcino, la clasificación por Autonomías es la que sigue:

Por Censo Total de Cabezas de Porcino		Por Censo de Reproductores Porcinos	
1º CATALUÑA	5.085.993	1º CATALUÑA	415.967
2º ARAGÓN	2.624.895	2º CASTILLA-LEÓN	404.629
3º CASTILLA-LEÓN	2.580.741	3º ARAGÓN	238.707
4º ANDALUCÍA	1.645.560	4º ANDALUCÍA	201.385
5º MURCIA	1.516.443	5º MURCIA	183.570

(Fuente: MAPA, Boletín Mensual de Estadística. julio 1997)

Respecto al censo total de cabezas y de reproductores de porcino, la clasificación por Provincias es la siguiente:

Por Censo Total de Cabezas de Porcino		Por Censo de Reproductores Porcinos	
1º LÉRIDA	2.315.569	1º MURCIA	183.570
2º MURCIA	1.516.443	2º BARCELONA	172.029
3º BARCELONA	1.481.279	3º LÉRIDA	133.351
4º HUESCA	1.190.128	4º SEGOVIA	110.002
5º SEGOVIA	966.073	5º HUESCA	95.581

(Fuente: MAPA, Boletín Mensual de Estadística. julio 1997)

En cuanto a la comparación de censos de ganado porcino, del total de cabezas y de reproductores entre España y la Región de Murcia, los datos nos deparan los siguientes hechos:

Total Cabezas Porcino			Reproductores Porcino		
España	Murcia	%	España	Murcia	%
18.516.690	1.516.443	8.2	2.044.151	183.570	8.9

Por último para darnos una idea de la importancia de la producción porcina en la Región y en todo el estado español, adjuntamos la siguiente tabla en donde vienen recogidos datos referentes a la Producción Final Agraria (P.F.A.), la Producción Total Agrícola (P.T.A.), la Producción Total Ganadera (P.T.G.) y la Producción Total Porcina (P.T.P.), esta última sólo como dato estimativo, el resto de datos provienen del M.A.P.A. de 1996, y los referentes a Murcia de la Estadística Agraria de Murcia 96/97.

	P.F.A.	P.T.A.	P.T.G.	P.T.P.
ESPAÑA	3.735.500	2.066.400	1.571.000	847.379
MURCIA	232.261	158.503	69.396	44.573

(En millones de pesetas)

## 2.2.- PRODUCCIÓN ACTUAL DE PURINES DE CERDO A NIVEL REGIONAL, E INCLUSO POR COMARCAS:

Para poder aproximarnos, con una cierta precisión, al cómputo total de producción de purines por el ganado porcino en la Región, y poder determinar qué zonas son excedentarias en la producción de purines con arreglo a la Superficie Agraria Útil (SAU) que posea cada una, deberemos estructurar a la Región de Murcia en 6 Comarcas. Teniendo en cuenta el censo de explotaciones ganaderas de porcino de fecha julio 1998, de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua, nos encontramos con que:

➔ Comarca I o del Altiplano: que comprende los Términos Municipales de: Yecla, Jumilla, Abanilla y Fortuna. Tiene 58 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 4.995 reproductores porcinos y de 17.586 cerdos de cebo y una Superficie Agraria Útil de 132.304 Ha. Este censo porcino produce aproximadamente al año unos 82.324 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 374,5 Tm. Si tomamos como cantidad máxima de nitrógeno por Ha. y año la de 170 Kg. (como recoge la Directiva 91/676/CEE), el % de cobertura de la SAU de la Comarca por el nitrógeno del purin es del 1,7% aproximadamente.

➔ Comarca II o del Noroeste: que comprende los Términos Municipales de: Caravaca, Cehegín, Bullas y Moratalla. Tiene 147 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 6.828 reproductores porcinos y de 58.105 cerdos de cebo, y una SAU de 85.059 Ha. Este censo porcino produce al año unos 197.017 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 896 Tm. El % de cobertura de la SAU de la Comarca por el nitrógeno del purín es del 6,2% aproximadamente.

➔ Comarca III o del Río Mula: que comprende los Términos Municipales de: Mula, Albudeite, Campos del Río y Pliego. Tiene 55 explotaciones de

ganado porcino con un censo de: 7.728 reproductores porcinos y de 29.744 cerdos de cebo, y una SAU de 38.080 Ha. Este censo porcino produce al año unos 133.657 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 608 Tm. El % de cobertura de la SAU de la Comarca por el nitrógeno del purin es del 9,4% aproximadamente.

➡ Comarca IV o de La Vega del Segura: que comprende las zonas de: Vega Baja, Vega Media y Vega Alta. Tiene 1.693 explotaciones de ganado porcino con un censo total de ganado porcino de: 46.062 reproductores porcinos y de 238.186 cerdos de cebo, y una SAU de 105.876 Ha. Repartido en cada una de estas zonas de la siguiente manera:

- Vega Baja o Huerta de Murcia: que comprende los Términos Municipales de: Murcia, Santomera Alcantarilla y Beniel. Tiene 1.513 explotaciones porcinas con un censo de: 37.263 reproductores porcinos y de 191.122 cerdos de cebo, y una SAU de 3.124 Ha. Este censo porcino produce al año unos 762.771 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 3.470,6 Tm. El % de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purin es del 653% aproximadamente.
- Vega Media: que comprende los Términos Municipales de: Molina de Segura, Archena, Torres de Cotillas, Ojós, Ricote, Villanueva del Segura, Ulea, Lorquí, Ceutí, Alguazas. Tiene 85 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 6.159 reproductores porcinos y de 27.272 cerdos de cebo, y una SAU de 77.114 Ha. Este censo porcino produce al año unos 115.367 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 525 Tm. El % de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 4% aproximadamente.
- Vega Alta: que comprende los Términos Municipales de: Cieza, Calasparra, Abarán y Blanca. Tiene 95 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 2.640 reproductores porcinos y de 19.792 cerdos de cebo, y una SAU de 25.638 Ha. Este censo porcino produce al año unos 69.544 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 316 Tm. El

---

% de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 7,25% aproximadamente.

➔ Comarca V o del Guadalentín: que comprende las zonas de: Alto Guadalentín y Bajo Guadalentín. Tiene 4.367 explotaciones de ganado porcino con un censo total de: 99.648 reproductores porcinos y de 743.052 cerdos de cebo, y una SAU de 153.089 Ha. Repartido en cada una de estas zonas de la siguiente manera:

- Alto Guadalentín: que comprende los Términos Municipales de: Lorca, Águilas, Puerto Lumbreras y Totana. Tiene 4.174 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 87.907 reproductores porcinos y de 648.735 cerdos de cebo, y una SAU de 95.125 Ha. Este censo porcino produce al año unos 2.290.142 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 10.420 Tm. El % de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 64,4% aproximadamente.
- Bajo Guadalentín: que comprende los Términos Municipales de: Alhama de Murcia, Mazarrón, Aledo, y Librilla. Tiene 196 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 11.741 reproductores porcinos y de 94.317 cerdos de cebo, y una SAU de 57.964 Ha. Este censo porcino produce al año unos 324.899 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 1.478 Tm. El % de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 15% aproximadamente.

➔ Comarca VI o de Cartagena: que comprende las zonas de Cartagena y Mar Menor. Tiene 1.061 explotaciones de ganado porcino con un censo total de ganado porcino de: 35.944 reproductores porcinos y de 288.558 cerdos de cebo, y una SAU de 89.706 Ha. Repartido en cada una de estas zonas de la siguiente manera:

- Cartagena Oeste: que comprende los Términos Municipales de: Cartagena y La Unión. Tiene 463 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 12.204 reproductores porcinos y de 83.109 cerdos de cebo, y una SAU de 63.924 Ha. Este censo porcino produce al año unos 300.691 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 1.368 Tm. El %

de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 12,6 % aproximadamente.

- Mar Menor: que comprende los Términos Municipales de: Torre-Pacheco, San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares, Fuente Álamo. Tiene 598 explotaciones de ganado porcino con un censo de: 23.740 reproductores porcinos y de 205.449 cerdos de cebo, y una SAU de 25.782 Ha. Este censo porcino produce al año 693.498 m<sup>3</sup> de purines, al que se le puede calcular una riqueza media de 4,55 Kg. de N./m<sup>3</sup> de purín bruto, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 3.155,5 Tm. El % de cobertura de la SAU de la zona por el nitrógeno del purín es del 72% aproximadamente.

En el total de la Región de Murcia, la cabaña porcina puede llegar a producir 4.969.911 m<sup>3</sup> de purines al año, por lo que la cantidad de nitrógeno total disponible al año es de aproximadamente 22.613 Tm.; y teniendo en cuenta que la SAU de toda la Región es de 604.114 Ha., tenemos que el tanto por ciento de cobertura por el nitrógeno del purín es del 22% de la SAU (aumentando un 3% en el transcurso de dos años), es decir que el grado de cobertura por el nitrógeno de los purines, es de aproximadamente la quinta parte de la superficie agraria útil de toda la Región, y que sólo en la Vega Baja de la Comarca IV o de la Vega del Segura presenta un problema la producción de purines al superar la cantidad anual producida de nitrógeno el 100% de cobertura de la SAU de esa Comarca. Si descendiéramos en este estudio a analizar pedanías de los términos municipales, nos encontraríamos con algunos casos puntuales en los que la producción de purines superaría los límites de utilización de su nitrógeno en la actividad agrícola, pero sólo serían eso, casos muy puntuales en zonas muy circunscritas, y de fácil y rápida solución, porque en las zonas vecinas a éstas con problemas, la producción de purines de su respectiva cabaña no entraña ningún problema desde el punto de vista de poderse utilizar de manera agronómica y sin superar, en ningún momento, el límite fijado por la Unión Europea de 170 Kg. de nitrógeno total por hectárea y año, en la situación de máxima restricción de utilización de nitrógeno en suelos agrícolas.

Para estos cálculos se han tomado las siguientes referencias:

- Para el cálculo de la producción de purines de los reproductores al año, la de 7,75 m<sup>3</sup>, que se obtiene a partir de aceptar que: un animal adulto produce alrededor de un 9% de su peso en orina y heces, que una cerda de vientre media tiene 175 kg. de p.v.; que un verraco medio tiene 250 kg. de p.v. y que hay una media de un verraco por cada 20 cerdas de

vientre; que los animales jóvenes (hasta los 40 kg. de p.v.) producen un 6% de su peso en orina y heces; y que una cerda tiene una media al año de 22 lechones.

- Para el cálculo de la producción de purines de los animales de cebo se ha tenido en cuenta que la producción media de purines es de 1 m<sup>3</sup> de purines/cerdo cebado en 140 días (desde 40 kg. de p.v. a 100 kg. de p.v.), y que en un año se pueden realizar 2,48 cebos por plaza existente.

En todos los casos, se supone que el agua procedente de la lluvia está canalizada aparte; de todas maneras, en nuestra Región, el volumen aportado por estas aguas no supera el 5% del volumen total de producción de purines por reproductor y año, según cálculos estimativos, trabajando con las precipitaciones anuales en los últimos 25 años.

### **2.3.- REFERENCIA ESPECIAL A LA LEGISLACIÓN EXISTENTE QUE AFECTA A PURINES DEL CERDO**

En este apartado haremos referencia a los aspectos que afectan directa o indirectamente a los purines y residuos ganaderos, tanto a nivel de la Unión Europea como a nivel Nacional o a nivel Regional.

➔ A nivel de la Unión Europea: Ya en el Tratado de Roma se establecía la base jurídica para conceder ayudas de la entonces Comunidad Económica Europea, que compensaran las pérdidas de ingresos sufridas por aquellos que se someten a unas determinadas obligaciones para respetar el medio rural (en los artículos 39 y 43; el primero marca los objetivos a cumplir y el segundo, permite adoptar las medidas necesarias para cumplir los objetivos antes marcados). En épocas mucho más recientes tenemos la siguiente legislación:

**ACTA ÚNICA EUROPEA:** En su artículo 1 del apartado 130 R se dice: « *La acción de la Comunidad, por lo que respecta al medio ambiente, tendrá por objeto:*

- conservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente;
- contribuir a la protección de la salud de las personas;
- *garantizar una utilización prudente y racional de las reservas naturales.»*

Directiva 75/442 relativa a los residuos. De entre cuyos puntos cabe destacar los siguientes: a) Intenta limitar la producción de residuos y garantizar su eliminación, sin perjuicio para la salud humana y la del medio ambiente; b) Aborda conceptos nuevos como reciclado y reutilización; c) Se

contempla la reducción del movimiento de residuos; d) Contempla asimismo las tecnologías necesarias que faciliten la eliminación de los residuos, utilizando de las mejores disponibles; e) Su objetivo final es hacer autosuficiente a la comunidad en materia de eliminación de residuos.

Directiva 85/337 del 3 de julio de 1988 sobre la evaluación del Impacto Medioambiental de los proyectos agropecuarios. Modificada por la Directiva 97/11. Esta Directiva, en lo que se refiere a la ganadería, justifica la realización de una Evaluación de Impacto Medioambiental, a causa de su dimensión y contenido, en todos los proyectos siguientes:

a) La cría intensiva de más de 25 Unidades de Ganado Mayor (UGM), con una densidad superior a 3 unidades/ha., teniendo en cuenta las siguientes correlaciones:

**Équidos:**

de más de seis meses ..... 1 UGM  
de menos de seis meses ..... 0,4 UGM

**Vacuno:**

toros, vacas, y de más de dos años ..... 1 UGM  
vacunos de entre 6 meses y dos años ..... 0,6 UGM

**Ovino-Caprino:**

cualquier edad ..... 0,15 UGM

**Porcino:**

cerdas de cría a partir de 50kg ..... 0,5 UGM  
lechones menos de 20 kg ..... 0,027 UGM  
otros cerdos ..... 0,3 UGM

**Aves:**

pollos carne ..... 0,007 UGM  
gallinas ponedoras ..... 0,014 UGM  
otros ..... 0,03 UGM

b) La cría intensiva o extensiva de especies exóticas.

El primer punto intenta controlar la producción de abonos semilíquidos y otros residuos que pueden contaminar el suelo, las aguas o la atmósfera por adición de nitratos, elementos oligotóxicos o microorganismos patógenos.

El segundo punto intenta minimizar las acciones negativas medioambientales que se han provocado con la introducción de especies foráneas como el cangrejo americano, el visón, el coipú, el siluro, etc...



Esta Directiva permite a su vez, que los Estados miembros, establezcan normas más estrictas en materia de evaluación medioambiental de los proyectos citados. No obstante, y antes de entrar dicha Directiva, algunos Estados miembros de la CEE, y a causa de la extensificación, y la continua introducción de nuevas tecnologías cada vez más agresivas (pesticidas, hormonas, automatización, etc.) ya disponían de normas y umbrales limitativos, a partir de los cuales, los diversos proyectos ganaderos estaban sujetos a un procedimiento de autorización con el fin de asegurar que la realización de dichos proyectos no supusiera un riesgo para la conservación del medio ambiente. A título de información, aquí van unos ejemplos:

- En Alemania se necesita una autorización para proyectos que superen los 400 cerdos, o bien más de 84.000 pollos.
- En el Reino Unido es necesario una autorización para poder construir cualquier edificación de más de 454 m<sup>2</sup>, para la cría de determinados animales.

Sin embargo, y a causa de la constante presión agraria sobre las zonas naturales, existe una de modificación de dicha Directiva: la Directiva 97/11.

Directiva 86/278 de 12 de junio de 1986: sobre los niveles totales de cobre en suelos. De forma resumida, comentaremos que esta Directiva trata sobre los niveles totales de cobre en suelos agrícolas, y recomienda que el nivel total de cobre en el suelo debe estar por debajo de 50 a 140 ppm (suelos de pH entre 6 y 7). Asimismo, limita la concentración de cobre en los lodos de las depuradoras que se usen posteriormente en agricultura a 1.750 ppm, y que el total que se añada a las tierras cultivadas no supere los 12 kg./ha/año.

Propuesta de Directiva 88/708 de 8 de febrero de 1988: Contaminación de aguas por nitratos de origen ganadero, entre otros. La Comisión de la CEE ha realizado una propuesta de Directiva sobre medidas comunitarias de protección de las aguas continentales, costeras y marinas contra la contaminación provocada por los nitratos de las fuentes difusas, en la cual realiza un estudio profundo del problema, por lo que es interesante considerarla detenidamente. En su preámbulo destaca:

- *“En España existen grandes áreas muy irrigadas, con grandes niveles de nitratos en las aguas subterráneas que sobrepasan los 100 mg/l. En Cataluña se han constatado niveles de hasta 500 mg/l. Existen también niveles altos de nitratos en los acuíferos situados bajo los cultivos de secano (ver punto 1.4 del presente informe).*

- *Sólo España y Portugal están faltos de una legislación específica sobre el uso de los abonos y la regulación de la producción y utilización del estiércol.*”

En esta propuesta, la Comisión establece unos límites máximos de utilización del estiércol, expresados en cabezas por hectárea, y fija otros criterios limitativos y de control, creando así unos organismos de control estatal y comunitarios para comprobar su cumplimiento.

Dictamen 269/89 sobre el medio ambiente y la agricultura.

Directiva 91/156 de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442 relativa a los residuos.

Directiva 91/271 de 21 de mayo de 1991: Sobre tratamiento de aguas residuales y tratamiento de las aguas para la eliminación de materia orgánica.

\* Directiva 91/676 de 12 de diciembre de 1991: Sobre contaminación de aguas por nitritos y nitratos, además de tratar sobre: “Código de Buenas Prácticas Agrícolas”, “Zonas vulnerables”, así como de la cantidad máxima de nitrógeno de origen orgánico por hectárea, entre otras cosas importantes.

Directiva 91/692 de 23 de diciembre de 1991 sobre la normalización y la racionalización de los informes relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al medio ambiente.

Reglamento del Consejo nº 2078/92 de 30 de junio de 1992, sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del medio natural. Este Reglamento fue publicado en el DO nº L 215/85-90 de 30.07.92. y establece un régimen comunitario de ayudas económicas para fomentar, entre otras cosas, la utilización de prácticas agrarias que disminuyen los efectos contaminantes de la agricultura; estas ayudas se podrían conceder a agricultores que se comprometan a reducir sensiblemente la utilización de fertilizantes y/o productos fitosanitarios.

Posición Común 9/96 de 27 de noviembre de 1.995(1)

\* Directiva 96/61 del Consejo de 24 de septiembre de 1.996 (1). Relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación. Los puntos que contempla esta Directiva son los siguientes: a) No trata de aplicar medidas

correctoras a las emisiones, sino que intenta la reducción de las emisiones desde su origen; b) Incluye términos de: Prevención, Reducción y Eliminación de la contaminación; c) Pretende realizar un control integrado de la contaminación, pero no valorando la contaminación en compartimientos aislados del medio ambiente, como se venía haciendo hasta ahora, sino en todos ellos de forma global; d) No aconseja ni obliga a utilizar técnicas o tecnologías específicas, sino las mejores técnicas disponibles, considerando para ello tres parámetros: las características de la explotación, las geográficas y las del medio ambiente; e) El ámbito de aplicación de esta Directiva recaerá sobre las instalaciones dedicadas a la cría intensiva de cerdos que dispongan de más de 2000 emplazamientos para cerdos de cría de más de 30 kg. de peso o de 750 emplazamientos para cerdas de vientre; f) A nivel regional esta Directiva establece que deberán tenerse en cuenta la densidad ganadera de la zona, así como las características físicas y ambientales del medio, con el fin de regular el valor límite de emisión en cada región y de las emisiones particulares de cada explotación en concreto; g) La Directiva incluye los plazos de cumplimiento para el sector porcino: el 31 de octubre de 1999 para las nuevas explotaciones y el 31 de octubre del 2007 para las explotaciones existentes.

Directiva 97/11 del Consejo de 3 de marzo de 1997<sup>(1)</sup> que rectifica a la Directiva 96/61 en su punto e).

La normativa legal con este signo delante (\*) se encuentra íntegramente copiada en el Capítulo 7.- Anexos, apartado 7.2: Anexos de Legislación, del presente trabajo.

➡ A nivel Nacional:

- Decreto 2414/61 de 30 de noviembre de 1961, por el que se aprueba el Reglamento de actividades molestas insalubres, nocivas y peligrosas (RAMINP).
- Orden 15 de marzo de 1963 por la que se aprueban las Normas Complementarias de Aplicación del RAMINP.
- Ley 38/72 de protección del ambiente atmosférico (B.O.E. de 22 de diciembre de 1972).

---

(1) El objetivo de las tres es la prevención y control integrados de la contaminación procedente de las actividades que figuran en el Anexo I de la Directiva del Consejo 97/11, y que afectan entre otras, a las instalaciones ganaderas siguientes: Instalaciones para cría intensiva de cerdos con más de 3.000 plazas de cerdos de engorde o de 900 plazas para cerdas de cría.

- Ley de Aguas 28/85 de 2 de agosto (B.O.E. n° 189 de 8 de agosto de 1985). En su contenido se contempla la prohibición de vertidos, directa o indirectamente a las aguas, precisando para ello autorización.
- Real Decreto 849/86 de 11 de abril de 1986, publicado en el B.O.E. n° 103 de 30 de abril de 1986 y que desarrolla la Ley 28/85, antes mencionada y aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. Vertidos y Canon de vertidos.
- Real Decreto Legislativo 1302/86 de 28 de junio de 1986, de evaluación de impacto ambiental: y que dice que las evaluaciones de impacto ambiental constituyen una técnica generalizada en todos los países industrializados, recomendada de forma especial por los Organismos Internacionales como el PNUMA, OCDE y CEE que, reiteradamente a través de los programas de acción, las han reconocido como el instrumento más adecuado para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente. Esta técnica singular, que introduce la variable ambiental en la toma de decisiones sobre los proyectos con incidencia importante en el medio ambiente, se ha venido manifestando como la forma más eficaz para evitar los atentados a la naturaleza proporcionando una mayor fiabilidad y confianza a las decisiones que deban adoptarse al poder elegir entre las diferentes alternativas posibles, aquella que mejor salvaguarde los intereses generales desde una perspectiva global e integrada y teniendo en cuenta todos los efectos derivados de la actividad proyectada.
- Orden de 12 de noviembre de 1987, publicada en los B.O.E. n° 279 y 280 de 21 y 23 de noviembre de 1987, y que trata sobre aguas residuales.
- R.D. 1131/88 de 30 de septiembre de 1988 (B.O.E. n° 239 de 5 de octubre de 1988) sobre Evaluación de Impacto Ambiental.
- \* R.D. 1310/90 de 29 de octubre (B.O.E. n° 262 de 1 de noviembre de 1990) que regula la utilización en agricultura (suelo) de los lodos en base a su contenido en metales pesados. Establece parámetros de aplicación por año y hectárea, así como si se trata de praderas o de cultivos hortícolas.
- Orden de 26 de octubre de 1993 sobre la utilización de lodos de depuradora en el sector agrario. Desarrolla el anterior R.D. 1310/90.
- R.D. 261/96 de 16 de febrero de 1996 (B.O.E. n° 61 de 11 de marzo de 1996), y que trata sobre: la contaminación de las aguas por nitratos; del Código de Buenas Prácticas Agrarias; Zonas vulnerables; cantidad máxima de nitrógeno de origen orgánico por hectárea, y de Programas de Actuación.
- Ley 10/98 de 21 de abril (B.O.E. n° 96 de 22 de abril de 1998). Tema residuos. Calificación de las deyecciones de origen animal.
- Resolución de 17 de noviembre de 1998 de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/

---

3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993. En este CER se han realizado las oportunas adaptaciones de tipo lingüístico, conforme a las versiones originales inglesa y francesa.

La normativa legal marcada con este signo (\*) se encuentra íntegramente copiada en el Capítulo 7.- Anexos, apartado 7.2: Anexos de Legislación, del presente trabajo.

➔ A nivel de la Región de Murcia:

- Ley 1/95 de 8 de marzo (B.O.R.M. nº 78 de 3 de abril de 1995). Sobre protección del medio ambiente. Entre otros temas se establecen las actividades ganaderas, entre otras, que han de ser sometidas a Calificación y Evaluación Ambiental.
- Orden de 15 de julio de 1997 (B.O.R.M. nº 169 de 24 de julio de 1997) en la que se establecen las ayudas a Asociaciones y Organizaciones empresariales, para la adecuación de las industrias y demás actividades a las exigencias de la Normativa Ambiental. Las subvenciones pueden alcanzar el cien por cien, según tema.
- Orden de 11 de diciembre de 1997 (B.O.R.M. nº 294 de 22 de diciembre de 1997): Norma para la adecuación de las Industrias y demás actividades a las exigencias de la Normativa Ambiental.
- \* Orden de 31 de marzo de 1998 (B.O.R.M. nº 85 de 15 de abril de 1998): publicación del Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.
- Orden de 21 de diciembre de 1998 (B.O.R.M. nº 6 de 9 de enero de 1999) por la que se establecen ayudas para la mejora de la infraestructura zosanitaria y medioambiental de las explotaciones ganaderas.

La normativa legal con el signo (\*), se encuentra íntegramente copiada en el Capítulo 7.- Anexos, apartado 7.2: Anexos de Legislación, del presente trabajo.



### **3. OBJETIVOS DEL ENSAYO**





---

Dentro de lo que se podría llamar como “declaración de buenas intenciones” al inicio del presente ensayo, se establecieron que las actuaciones a realizar se podrían enmarcar dentro de tres áreas fundamentales:

- Área Agronómica
- Área Sanitaria
- Área Socioeconómica

Intrínsecamente a cada área, se idearon una serie de acciones a realizar, de la siguiente manera:

- a) Área Agronómica:
  - a.1) Caracterización físico-química de los purines y sus fases (líquida y sólida)
  - a.2) Utilización racional de la fase líquida del purín en sistemas de riego por aspersión y por goteo.
  - a.3) Uso racional de la fase sólida en agricultura convencional y ecológica o sostenible.
  
- b) Área Sanitaria:
  - b.1) Identificación de los agentes patógenos más importantes dentro de la patología porcina en la región, y estudio de su prevalencia en los purines.
  - b.2) Evaluación de la reducción o en su caso eliminación del contenido en fármacos y metales pesados del purín, mediante:
    - Producción de humus, a través de la lombricultura
    - Compostaje de la fase sólida
    - Aireación de la fase líquida
  
- c) Área Socioeconómica:
  - c.1) Estudio económico del sistema de separador de fases: con expresión del coste del metro cúbico de purín tratado, producción de estiércol vendible por metro cúbico de purín, etc.

- c.2) Evaluación de la reducción de “malos olores” y del impacto medioambiental y paisajístico de los purines, así como la evaluación de la reducción de emisiones de amoníaco y otros gases a la atmósfera después del tratamiento de los purines.

De todos estos aspectos, sólo han sido abordados los puntos a.1) y b.1) en la medida en que se pueden obtener conclusiones bastante fiables. Por otra parte, en los puntos b.2) y c.1) se han iniciado algunas acciones, aunque los resultados no pueden ser tratados como concluyentes. De los puntos a.2), a.3) y c.2) no se han podido llevar a cabo, por lo que se propone la continuación del referido ensayo en los objetivos no acometidos y que figuraban en la “declaración de buenas intenciones” del inicio del ensayo.

## 4. METODOLOGÍA: MATERIAL Y MÉTODO



#### 4.1.- DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL ENSAYO

El objeto del ensayo es un producto conocido con diversos nombres, aunque es el nombre de “purín” el más aceptado aquí en España (en Francia es denominado “lisier”), o de “efluente líquido porcino”, o de “estiércol líquido de cerdo” o bien con el nombre, mucho más suave, de “aguas residuales porcinas”.

Como purín se considera a la mezcla de heces y orina del cerdo, junto con restos de alimentos y de los propios animales (pelos y descamaciones, etc.) así como de una pequeña proporción de restos de la cama o yacija, proveniente de la paridera (generalmente serrín o virutas de madera), y todo esto, mezclado con agua procedente de la limpieza de las instalaciones ganaderas, pérdidas de agua de los bebederos, e incluso con agua procedente de las precipitaciones meteorológicas, en la mayoría de las explotaciones porcinas.

• Desde **el punto de vista físico**: nos podemos encontrar con 3 presentaciones de purín, dependiendo de la relación de Materia seca /Agua que posean, y así proponemos la siguiente clasificación:

- **Purín espeso**: cuando contiene del 10% hasta un 14 % de M.S. o más. En este caso la proporción de deyecciones sólidas y líquidas se encuentran en un estado natural y no hay adición de más líquidos extraños.
- **Purín líquido**: cuando contiene entre el 5 y el 10% de M.S.. En este caso existe una mezcla de deyecciones sólidas y líquidas de animales con un 20-30% de aguas de lavado o de lluvia.
- **Purín licuado**: cuando tiene menos de un 5% de M.S.. En este caso se trata de un purín muy líquido que, por diversas razones, lleva un 50% de agua.

• Desde **el punto de vista químico**: la variabilidad del purín es enorme y responde a un número mayor de factores, entre los que comentamos como más importantes los siguientes:

- La proporción de heces en el purín: ya que la orina es generalmente baja en fósforo y alta en potasio. El nitrógeno se excreta a partes iguales en orina y heces.
- La edad y el tipo de animal
- La dieta o naturaleza de su alimentación, tipo de pienso, riqueza en proteínas del pienso, consumo de agua, etc.: se considera que más del 80% de los nutrientes ingeridos por los animales en su alimentación, son excretados por orina y heces (**Hilliard et Pearce, 1978**). En cuanto a la proporción de materia orgánica excretada por los animales, ésta depende de la digestibilidad de la misma, pero que oscila entre el 33 y el 40% de la ingerida.
- Al tipo de instalaciones y de manejo: sistemas de limpieza, consumo de agua en limpiezas, etc...
- Al tipo de duración del almacenaje de los purines: hay que tener en cuenta que a más tiempo de almacenaje, hay un aumento del contenido mineral, debido a la fermentación de la fracción orgánica biodegradable de los purines.
- Al tipo de tratamiento aplicado a los purines.

Así que el conocer con exactitud la composición química de los purines entraña un problema grande debido a su extremada variabilidad, por lo que hace necesario analizar un número muy alto de muestras, para obtener valores fiables del contenido nutritivo que el purín aporta, con el consiguiente alto coste que ello representa. De todas formas, y de manera un tanto general, podemos decir que el purín, desde el punto de vista químico, es una mezcla de: Agua, Urea, Proteínas, Glúcidos, Lípidos, Minerales y Oligoelementos.

A pesar de la enorme variabilidad entre los distintos purines, se puede afirmar que dentro de la misma explotación porcina la composición de los mismos es estable, siempre y cuando los factores que influyen en su variación se mantengan constantes.

#### **4.2.- RECURSOS HUMANOS IMPLICADOS EN EL ENSAYO**

Ha estado integrado por personal de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia pertenecientes a la Dirección General de Investigación y Transferencia Tecnológica y a la Dirección General de la Producción Agraria y de la Pesca, entre los cuales se encuentran:

- D. Juan Bautista Lobera Lössel: Veterinario, Técnico Responsable en Transferencia Tecnológica Ganadera y Coordinador del presente Ensayo.

- D. Pedro Martínez Rangel: Veterinario,
- D. Francisco Ferrández Ferrándiz: Ingeniero Técnico Agrícola del C.C.A. de Lorca.
- D. José Martín Gámez: Capataz de explotación del C.C.A. de Lorca.

Asimismo, se ha contado con el equipo humano y técnico de las empresas FITOSOIL: C/ San Pedro nº 3 - Guadalupe 30107 (Murcia) y LABOCOR: Pol. Industrial La Mina. C/ Madroño, nave 38 - Colmenar Viejo 28770 (Madrid), para los análisis agronómicos y bacteriológicos, respectivamente, realizados en el purín y en el resto de las muestras enviadas a esos laboratorios.

### **4.3.- DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EMPLEADO**

El purín utilizado procedió de la propia explotación porcina de ciclo cerrado del Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Lorca en un 80% de los casos, mientras que en el 20% restante lo fue de explotaciones porcinas de ciclo cerrado de la comarca de Lorca, por lo que la variabilidad de los purines analizados, al menos desde el punto de vista de su procedencia ha sido muy pequeña. Todos los purines procedieron de granjas de “ciclo cerrado”.

En cuanto a la maquinaria utilizada directamente en el ensayo diremos que, de los diferentes modelos de separadores de fases sólido-líquido, disponibles en el mercado, se optó por el de tipo “compacter” o “separador de tornillo sinfín”, que entró en funcionamiento el 31 de diciembre de 1995.

El separador tipo “compacter” o “separador de tornillo sinfín”, es adecuado para explotaciones con un gran volumen de efluentes a tratar, y está basado en un sistema de separación por prensa a rosca. Su rendimiento por unidad de tiempo, en este ensayo, (entre 5-6 m<sup>3</sup>/h.) lo hace indicado para grandes explotaciones ganaderas, que por otra parte son las que pueden abordar un mayor nivel de inversión económica.

A continuación se desglosan los diferentes componentes del tipo de separador utilizado.

Separador de tipo compacter con tamiz cilíndrico y tornillo sinfín: de la marca Westfalia-Separator. En un bastidor de fundición gris y provisto de patas de acero para su anclaje en la obra civil necesaria se encuentra el equipo de separación, con unas dimensiones de 975 mm de altura, 2070 mm

de longitud y 525 mm de ancho, con un peso aproximado de 450 Kg.. Está formado por un tamiz cilíndrico, con un taladro de 0,5 mm., y a éste se encuentra incorporado un tornillo sinfín. Todo esto construido en acero inoxidable con revestimiento antidesgaste. El accionamiento del tamiz cilíndrico y del tornillo sinfín se realiza mediante un motor trifásico de 380V/50Hz., de 4 Kw/h. de potencia, con aislamiento clase B y protección IP54, sin sondas térmicas ni enchufe. Este tipo de separador sólo tiene una parte móvil, el tornillo sinfín, que gira lentamente, a unas 30-35 revoluciones por minuto, y que hace pasar al purín a través de la criba o tamiz cilíndrico que es capaz de soportar los cambios de concentración del efluente con el que se le alimenta, mediante un sistema de retorno al depósito de recepción de purines. Además este equipo incluye una unidad vibradora que va colocada encima del bastidor y que su misión es la de favorecer la separación de fases, y está accionada por un motor trifásico de 380V/50Hz., de 0,15 Kw/h. de potencia. Este equipo de separación tiene un caudal nominal de procesado de purines de entre 4 y 6 m<sup>3</sup>/h., mientras que en el presente ensayo se han obtenido cifras medias comprendidas entre 5 y 6 m<sup>3</sup>/h.. Pero además este equipo cuenta con una serie de accesorios, como son:

- Bomba de alimentación de la serie AT (Westfalia-Separator Eisele): sumergible, con una carcasa de hierro fundido a presión, mientras que el árbol motor y tornillería son de acero inoxidable. Posee un poderoso motor trifásico de 380V/50Hz., con una potencia de 7,5 Kw/h. de potencia, funcionando a 1500 r.p.m.. Sistema de protección IP68. En este tipo de bombas, la unión entre el árbol, rotor y mecánica está fabricado en carburo de silicio. Presenta “conexión rápida” a mangueras. Esta versión de bomba (AT) tiene un rotor con triturador, mecanismo muy necesario para el tratamiento de residuos con pajas o con fibras largas. Este tipo de bomba tiene en sus prescripciones técnicas unos caudales de entre 3900 a 5700 litros por minuto. Además esta bomba incluye un bastidor, anclajes y fijaciones con grúa incorporada, todo ello en hierro grueso y galvanizado al fuego.
- Agitador de purines tipo GTWS-44 (Westfalia-Separator Eisele): sumergible, e imprescindible para lograr la homogeneización y oxigenación de la balsa de recepción de purines. Esta accionado por un motor trifásico de 380V/50Hz., con una potencia de 5,5 Kw/h. y protección IP68. La carcasa es de hierro fundido a presión, mientras que el árbol y la tornillería son de acero inoxidable. Tiene una hélice de dos palas de gran rendimiento y una turbina en su extremo libre, que inyecta aire en el efluente a la vez que agita el purín al mover la hélice. El aire es conducido hasta la turbina por medio de una manguera de caucho de 5 cm. de diámetro y que llega hasta la superficie, pudiendo regular la entrada de



---

aire mediante un cuarto de giro de su boca anaranjada. Incluye además bastidor para el motor agitador, anclajes, guías y fijaciones a la pared (con posibilidad de alzar, bajar o girar el agitador) con grúa incorporada, todo ello, al igual que el aparato anterior en hierro grueso y galvanizado al fuego. Además posee una caja de mandos individualizada.

- Armario eléctrico adecuado para el arranque y parada de la bomba de alimentación, y de todo el equipo de separación (motor del tornillo sinfín y vibrador).
- Mini-bomba de impulsión para el vaciado del depósito de la fase líquida o para la toma de muestras, modelo UT-8, con motor trifásico 380V/50Hz., de 0,75 Kw/h. de potencia y con un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h.
- Aireador de fase líquida, mediante compresor portátil de la marca JOS-VAL accionado mediante motor eléctrico trifásico de 380V/50Hz. con calderín de 100 litros y un caudal de 5.800 l/min. y una presión de 10 Bar, y un sistema de tuberías de PVC con orificios de 1 mm. para salida de aire colocados en el foso de aireación a unos 50 cm. del fondo, y con los orificios mirando hacia el suelo para evitar en la medida de lo posible la entrada de lodos o partículas que los obstruyan.
- Juego de mangueras coarrugadas compuesto de dos piezas de 5m. de longitud cada una y de 100 mm. de diámetro, con sistema de “conexión rápida”. Estando una de ellas entre la bomba de alimentación y el compacter, y siendo la otra el sistema de retorno que el equipo posee, desde el compacter a la balsa de purines.

Todo ello con un coste de 5.626.000 pts (IVA incluido y en pesetas de 1995).

A todo esto hay que añadir la obra civil que ha sido necesaria para la recogida tanto de la fracción sólida como de la fracción líquida, y que consta como mínimo de: peana para el anclaje del separador, muretes para albergar la fracción sólida, foso de aireación y decantación de fracción líquida, foso de almacenaje de fracción sólida, y fosa de recepción de purines (ya construida con anterioridad al inicio del ensayo y por lo tanto no contemplada en el precio total de la obra civil); todo ello dimensionado para el presente ensayo y que supuso un coste adicional de 750.000 pts (IVA incluido y en pesetas de 1995).

#### **4.4.- MÉTODO SEGUIDO**

Antes de poner en funcionamiento el compacter, se debe poner en marcha el agitador de purines situado en el depósito receptor, durante al menos

media hora, con el fin de homogeneizar los purines depositados, y además, facilitar y optimizar el trabajo posterior del compacter. El sistema de alimentación de este equipo es de tipo continuo mediante una bomba sumergible, tal y como se ha descrito en el apartado anterior y cuyo caudal puede ser regulado mediante una llave de accionamiento manual que lleva incorporado el equipo a la entrada al compacter, y además, una toma de agua supletoria regulada por una llave (manual) por si el producto entrante en el compacter es demasiado espeso. De esta manera los purines entran a presión al cuerpo cilíndrico del compacter, y después de una primera separación en un filtro o malla especial, el concentrado de sólidos pasa por un tornillo sinfín a un filtro cilíndrico, mientras, el resto del volumen de purín que no pueda ser procesado en ese momento es retornado al depósito de recepción de purines por medio de una manguera de igual calibre que la que alimenta el compacter. El filtro cilíndrico consiste en una serie de varillas de acero inoxidable agrupadas con una distancia entre ellas de 0,5 mm., expulsando a través de estos orificios los líquidos (fase líquida). La fase sólida, que permanece en el interior del cilindro es comprimida contra el “regulador de expulsión”, pudiéndose modificar su contenido en agua mediante la colocación de pesas en un brazo de palanca exterior de dicho regulador, variando así la humedad con que se obtiene esta fase sólida. Mediante la acción del compacter sobre el purín en bruto, se obtienen dos fases:

- Fase Líquida: que con este tipo de compacter y el purín empleado, que contiene menos del 10% de Materia Seca, se obtienen, por término medio, entre 5.000 y 6.000 litros por hora de trabajo.
- Fase Sólida: con este tipo de compacter y el purín empleado en este ensayo, que contiene menos del 10% de Materia Seca, se obtienen, por término medio, entre 375 y 450 kg./hora de trabajo.

**Fase Líquida:** es conducida, mediante una tubería de PVC, a un depósito de hormigón, de forma cilíndrica, y con una capacidad máxima de 11.000 litros. Este depósito está provisto de un sistema de aireación mediante una tubería de PVC dispuesta a 50 cm. del fondo del mismo y a todo lo largo de sus paredes y con unos orificios de 1 mm. de diámetro, equidistantes entre sí a lo largo de su circunferencia, por donde se inyecta el aire a esta Fase, mediante la acción de un compresor de aire, durante 12 horas al día y 15 días seguidos. Con esto, lo que se intenta crear son unas condiciones aerobias que permitan el desarrollo de una flora bacteriana (Nitrosomas y Nitrobacter) que degrade el nitrógeno amoniacal y la urea presente en los purines de cerdo, y los conviertan en nitritos, luego en nitratos, con lo cual se reduce la carga de urea y amoníaco del purín que tanto frena la utilización de esta Fase Líquida en agricultura como agua de riego.

**Fase Sólida:** Apenas presenta olor en las primeras 24 horas de la separación, para luego desaparecer totalmente, una vez realizada la fermentación que de manera espontánea y natural se produce tras la separación de fases. Esta fase sale húmeda pero en ningún momento llega a mojar la mano al ser aplastada en ella y con una textura muy desmenuzada. Esta fase, se mantiene al aire libre y al sol, en donde realiza su fermentación espontánea, en un estercolero de obra con suelo de cemento, teniendo éste una inclinación de 1% hacia un enrejillado existente que retorna el sobrante a la fosa de recepción de purines así como el procedente de las ocasionales lluvias torrenciales.

De estas fases y del purín bruto (PB), se tomaron 49 muestras de un volumen de 250 cc. cada una, de forma manual, que se remitieron en frascos de plásticos herméticamente cerrados y en envases isotermos (Poliétileno extruido), a Laboratorios privados a los que ya hemos hecho referencia. En ellos se analizaron los siguientes parámetros:

- Parámetros agronómicos: Humedad (secado a 105 °C y expresado en %), Materia Seca (expresada en %), Densidad, Conductividad eléctrica (expresada en mmhos/cm, 25°C), pH, Cenizas, Materia Orgánica Total (Calcinación), Carbono Orgánico Total (Calcinación), Relación Carbono Nitrógeno, Nitrógeno Total, Nitrógeno Amoniacal, Fósforo Total, Potasio Total, Cloruros Totales, Sodio Total, Cinc Total, Manganeso Total, Molibdeno Total, y Mercurio Total.
- Parámetros sanitarios: Bacteriológicos: Unidades Formadoras de Colonias (ufc) por gramo de muestra de los siguientes agentes: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Serpulina hyodisenteriae*. Parasitológicos: la presencia o ausencia de ooquistes, huevos, larvas o parásito adulto cualesquiera.

Posteriormente y tras someter a la Fase Líquida a la oxigenación mediante la inyección de aire, durante 12 horas al día y durante 15 días seguidos, antes descrita, y a la Fase Sólida dejada al aire libre y expuesta a las condiciones climáticas imperantes en la zona, se volvieron a recoger muestras, manualmente, de esas mismas fracciones, y además, una más procedente de los Lodos que se producen en la Fase Líquida, y se remitieron a esos mismos laboratorios, procediéndose a la descarga y limpieza de los depósitos de líquido y retirada de la Fase Sólida, que se derivó a compostaje junto con restos de vegetales finamente picados (en proporción 1:7, 1:8) y con volteos quincenales de la mezcla, a la que se añadían los Lodos de la Fase Líquida

cada vez que se descargaba el depósito de aireación de esta fase, es decir cada 20 días, aproximadamente, y siempre que la humedad del compost no estuviera muy alta (50-60%). Esta fase de compostaje duró, aproximadamente, una media de cuatro meses.

Durante todos los días que duraron las fases de aireación de la Fase Líquida se tomaron datos referentes a: Temperatura: (mediante un termómetro de alcohol), tanto de Fase Líquida como de la Sólida y del ambiente; pH: sólo de la Fase Líquida (mediante pH-metro portátil); Índice REDOX: sólo en la Fase Líquida (mediante sonda portátil); Evaporación: sólo en Fase Líquida (mediante varilla metálica graduada).

Por otra parte se mantuvo en contenedores de plástico de 200 litros de capacidad, y abiertos aunque colocados en lugar cubierto, muestras de diversos purines en bruto procedentes de varias explotaciones porcinas de ciclo cerrado de la zona, durante períodos no inferiores a 180 días, con el objeto de investigar la persistencia de diversos gérmenes y parásitos en dichos purines, remitiéndose muestras en recipientes de plástico herméticamente cerrados, con una capacidad de 250 cc. cada uno y transportados en contenedores isotermos para su análisis bacteriológico y parasitológico, con una periodicidad de 15 días.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



## 5.1.- RESULTADOS AGRONÓMICOS

En los purines de cerdo se encuentran la totalidad de los nutrientes esenciales para las plantas, por lo que se puede considerar como un fertilizante líquido, aunque no hay que olvidar que algunos de sus componentes (Cloruro sódico, Amoníaco, entre otros) pueden limitar su función como tal. Además la distribución sobre el suelo de aguas residuales sin tratar, es decir no suficientemente estabilizadas, puede entrar en fermentación gracias a la acción de microbios saprofitos del suelo y esta acción requiere una considerable cantidad de oxígeno. Así en estas condiciones, se crean zonas anódicas que perjudican a los cultivos establecidos (el “quemado de cultivos”). Asimismo, los coloides presentes en las aguas residuales sin tratar tienden a recubrir las partículas del suelo, impidiendo o relentizando, el cambio de oxígeno con la atmósfera.

En cuanto a parámetros físico-químicos, se han estudiado: la densidad, el pH, la temperatura, el índice REDOX, evaporación y la conductividad eléctrica. A continuación se relacionan los resultados medios obtenidos para cada parámetro.

**DENSIDAD:** Expresada en gr./cc., y se ha obtenido un valor medio en el Purín en Bruto de: **0,996 gr./cc.**, o lo que es lo mismo que 1 m<sup>3</sup> de purín pesa 996 Kg. Los únicos valores encontrados referentes a este parámetro indican una densidad media entre 1,015 y 1,023 gr./cc. (**Costa Yagüe, 1987**). Tras la separación de fases, y tras 15 días de aireación, la Fase Líquida presenta una densidad media de **0,993 gr./cc.**, y la Fase Sólida una media de **0,375 gr./cc** (se observa que esta fracción es muy poco densa), y los Lodos de **1,037 gr./cc.**

**pH:** En el Purín en Bruto se ha obtenido como valor medio de pH: **7,69**; mientras que en la bibliografía consultada los valores medios hallados han sido entre 6,9 (**CEMAGREF, 1985**) y el 7,92 (**Costa Yagüe, 1987**). Después

del período de aireación de las diferentes fases, los valores del pH fueron: para la Fase Líquida: **8,19**, incluso se puede llegar a pH 10,9 con una buena aireación de ésta; para la Fase Sólida: **7,38** y para los Lodos de: **7,88**. Después del compostaje el pH de la Fase Sólida alcanzó un valor medio de **6,96**.

**TEMPERATURA:** Hay grandes diferencias según se trate de la Fase Líquida o de la Fase Sólida. En la Fase Líquida, la temperatura, se vio tremendamente influenciada por la del medioambiente, ya que el depósito de almacenaje de esta fase tiene muy poca capacidad (11 m<sup>3</sup>) y no está aislado térmicamente, por lo que las variaciones de temperatura de esta fase, durante la duración del ensayo, estuvo sometida a las oscilaciones debidas a las estaciones meteorológicas. Respecto a la temperatura de la Fase Sólida, se ha podido observar que puede llegar a alcanzar los 70°C entre el 4° y 5° día de la separación de fases, manteniendo temperaturas superiores a los 50°C hasta el día 12°-13°, sin tener relación alguna con la temperatura ambiental reinante en esos días, pero sí influenciada por los aportes de humedad externos, ya que cuando esto ocurría, podía mantenerse temperaturas cercanas a 50°C hasta el día 20° post-separación de fases. Temperaturas entre 35 y 40°C se mantuvieron hasta el mes posterior a la separación de fases, influyendo en la duración de este período la climatología ambiental, ya que cuando la temperatura ambiente supera los 20°C, las temperaturas cercanas a los 40°C de la Fase Sólida pueden durar más de un mes.

**ÍNDICE REDOX:** Este parámetro nos indica el nivel de oxidación del medio o también el nivel de reducción que sufre. Sólo se midió en la Fase Líquida, tras la separación de fases del purín bruto. La cifra media inicial obtenida de índice REDOX fue de **-376,5**, es decir que se trata de un líquido con un gran poder reductor. Conforme pasaban los días de duración de la aireación, esta capacidad de reducción disminuía entre un 20 a un 30%, llegando en algunos casos a perder el 43,3% de su índice reductor (las cifras extremas obtenidas variaron desde perder sólo un 12,2% en 15 días de aireación, a perder el 97,4% en 27 días de aireación). Esta variabilidad tan enorme tiene su explicación en que, entre otros muchos factores, la variación del índice REDOX de un líquido depende de la temperatura y del caudal de aire que se le suministra. En nuestro caso y debido a la simplicidad del sistema empleado en la aireación de este líquido, se ha observado que fue imposible ajustar dicho caudal diariamente (por obturaciones de los orificios del difusor de aire con sedimentos de la propia Fase Líquida, cuando se paraba diariamente la aireación) con lo cual, un día la aireación era aceptable, y otro día no tanto. De aquí la variabilidad observada en las pérdidas de la capacidad de reducción del líquido.



**EVAPORACIÓN:** Este parámetro sólo fue observado en la Fase Líquida obtenida tras la separación de fases. Naturalmente, la evaporación viene influenciada por las condiciones meteorológicas imperantes en la zona, en cada estación, así como por la superficie expuesta del líquido, en este caso de unos 6 m<sup>2</sup>. Así, se vió que la evaporación del depósito de almacenaje de la Fase Líquida fue mayor en verano con **7,9 l/m<sup>2</sup>/día**, pudiendo llegar a 14,3 l/m<sup>2</sup>/día, cuando la temperatura ambiente superó los 25°C y la humedad ambiental fue baja; en invierno sólo alcanzó los **4,9 l/m<sup>2</sup>/día**; en primavera y otoño las cifras observadas de evaporación fueron muy semejantes, oscilando entre 6,4 l/m<sup>2</sup>/día en época otoñal y de 5,9 l/m<sup>2</sup>/día en primavera.

**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:** Ha sido medida en mmhos/cm, a 25°C, y este parámetro nos da una idea del grado de salinidad del medio en cuestión, y así cuanto más elevada es la conductividad más salino es el medio analizado. En el presente ensayo los valores medios alcanzados por el Purín Bruto fue de: **14,81 mmhos/cm**. No se han encontrado muchos datos de este parámetro en la bibliografía consultada, y sólo aparece estudiado en una de ellas con un valor medio de 20,04 mmhos/cm (**Costa Yagüe, 1987**). A los 15 días de aireación, la Fracción Líquida presenta una conductividad media de **17,08 mmhos/cm**; mientras que la Fracción Sólida el valor medio es de: **2,30 mmhos/cm**; y los Lodos **10,37 mmhos/cm**; de aquí se deduce que la Fracción Sólida es la que menos salinidad aporta al terreno.

**DBO<sub>5</sub>:** es la cantidad de oxígeno expresado en mg/l. utilizada por los microorganismos para asegurar la degradación biológica de la materia orgánica contenida en un litro de la muestra a una temperatura de 18-20 °C durante 5 días. Los valores encontrados oscilan entre 1.000 mgr/l. (Carballo, 1996) y los 24.600 mgr/l. (Costa Yagüe, 1987).

**DQO:** representa el consumo de MnO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> mg/l. necesario para oxidar cierta fracción de la materia orgánica contenida en la muestra. Se han descrito valores comprendidos entre 46.086 mgr/l. (Muñoz, 1997) y 53.900 mgr/l. (Costa Yagüe, 1987).

A continuación, vamos a ver los elementos más importantes contenidos en los purines en bruto (PB) y en las fracciones líquida (F.L.) y sólida (F.S.) a las 24 horas y 15 días después de su separación por medios físicos y su posterior almacenaje con aireación en tanques de recogida.

**MATERIA ORGÁNICA:** Si se comparan los contenidos de materia orgánica de los purines, con los que proporciona cualquier otro abono de origen animal, se observa que su contenido no es muy elevado, por lo tanto

el purín nunca se podrá considerar como abono suministrador de cantidades importantes de materia orgánica en suelos normales. Sin embargo, se sabe que un aporte del 1% del peso del suelo proporciona un incremento del 3% del contenido de materia orgánica en 10 años. Por lo tanto, en los suelos pobres, aún la escasa materia orgánica aportada por el purín puede ser un corrector de las carencias físicas de esos suelos.

Cuando hablamos de materia orgánica del suelo, nos referimos a la fracción no viva de componentes orgánicos, presentes en el suelo y que procede de la transformación de los restos orgánicos mediante reacciones químicas o bien por la acción de microorganismos. Estas reacciones dan como producto final el humus, que consiste en aquella fracción de la materia orgánica que ya no es susceptible de ser descompuesta. El humus, compuestos o sustancias húmicas, constituyen el producto final de la descomposición de la materia orgánica, junto con los elementos mineralizados. Los componentes predominantes del humus son los ácidos fúlvicos, los ácidos húmicos y las huminas.

Las sustancias húmicas son compuestos de color amarillento o negro, amorfos, muy polimerizados, con peso molecular muy elevado, naturaleza coloidal y que presentan núcleos de carácter aromático (benceno, naftaleno, furano, etc.). Los compuestos húmicos son estables frente a la descomposición y no se hallan en los organismos vivos. En estado natural, estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, etc.) y el papel de los distintos componentes del humus es difícil de determinar. De hecho, las diferentes fracciones húmicas representan un sistema de polímeros que varían en cuanto a su composición elemental, acidez, grado de polimerización y peso molecular. Las sustancias húmicas se clasifican en función de su solubilidad en ácidos y bases, pudiéndose separar en diversas fracciones húmicas. Los ácidos fúlvicos y húmicos se extraen con reactivos alcalinos, pero los húmicos precipitan en presencia de ácidos mientras que las huminas no son extraíbles (precipitan en presencia de álcali). Dentro de los ácidos húmicos se pueden distinguir el ácido himatomelánico, que es la parte del ácido húmico soluble en alcohol; los ácidos húmicos pardos, que no precipitan en presencia de sales como el cloruro sódico; y los ácidos húmicos grises que precipitan en presencia de sales. Dentro de los ácidos fúlvicos se pueden distinguir el ácido crénico (amarillo claro) y el ácido apocrénico (amarillo pardo). La distribución de estos distintos tipos de sustancias húmicas en los suelos naturales y en la materia orgánica descompuesta es variable y es característica del tipo de suelo o sustrato. El origen de los compuestos húmicos parece que se debe a la presencia de polifenoles derivados de la lignina o sintetizados por los microorganismos que se convierten mediante la acción de enzimas en quinonas, que después despo-

limerizan para formar los polímeros que constituyen el humus. Los compuestos húmicos contienen grupos funcionales ácidos, por lo que intervienen en las reacciones de intercambio catiónico de un suelo o de un sustrato.

Las sustancias húmicas interactúan con las arcillas del suelo y estabilizan los agregados del suelo. Además, tienen un papel importante en la disponibilidad de micronutrientes para las plantas, puesto que forman complejos con los metales como el hierro, manganeso, zinc y cobre, contribuyendo además a mejorar la absorción de las plantas del fósforo, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio. Los efectos beneficiosos de las sustancias húmicas en el crecimiento vegetal son obvios. Las aplicaciones de sustancias húmicas a suelos pobres en arcillas y materia orgánica, o a soluciones nutritivas, producen un mayor crecimiento en las plantas, atribuyéndose ello principalmente a su capacidad de mejorar la absorción de los distintos nutrientes.

Las cifras medias de materia orgánica contenida en los purines procedentes de granjas de ciclo cerrado es muy variable según los autores consultados, así por una parte se habla de 62,8 Kg./m<sup>3</sup> de purín (Navés y Torres, 1994), como valor máximo encontrado en lo consultado, y por otra parte de una cifra de 36,4 Kg./m<sup>3</sup> de purín (CISA-INIA, 1997), como valor mínimo; mientras que la cifra media de contenido de materia orgánica en los purines del ensayo ha sido de **70,32 Kg./m<sup>3</sup>** (hay que hacer constar que se ha estado manejando un tipo de purín clasificado como “purín líquido”, con una cantidad de Materia Seca de entre un 5% y un 10%, según la sistematización que se propuso en el apartado 4.1). Esta cantidad de materia orgánica ha ido a parar en un 95% a la fracción sólida, después de realizar la “separación de fases” de los purines, mediante el separador de tamiz rotativo con tornillo sinfín. En la Fracción Líquida, después de 15 días de aireación se ha reducido la cantidad de materia orgánica en un 19%. Los valores de materia orgánica obtenidos en este ensayo, después de 15 días de la separación de fases han sido los siguientes: F.L. 15 días: **9,63 Kg./m<sup>3</sup>**; F.S. 15 días: **343,36 Kg./Tm.**; y de **435,82 Kg./Tm.** tras la operación de compostaje; y en los Lodos de la Fracción Líquida 15 días: **64,12 Kg./m<sup>3</sup>**.

**CARBONO:** En el presente ensayo las cantidades medias de carbono orgánico que se han detectado en el purín bruto han sido de **27,02 Kg. C./m<sup>3</sup>** cifra que se encuadra, en el límite superior, dentro de los valores presentados por otros autores, que oscilan entre 9,07 Kg. C./m<sup>3</sup> (Costa Yagiüe, 1987) y 28 Kg. C./m<sup>3</sup> (CEMAGREF, 1985). Tras la separación de fases, el 95% del carbono orgánico va a la F. Sólida y el 5% restante a la F. Líquida. En esta última, y tras 15 días de aireación, el carbono orgánico disminuye en casi un 20%. Por el contrario en la F. Sólida, tras 15 días de almacenaje,

la cantidad de carbono orgánico aumenta un 27%, casi idéntico a lo que sucede con este elemento tras el período de compostaje, que vuelve a aumentar otro 27%. La relación media de C/N del purín bruto es de 5,9:1. Mientras que la relación media de C/N en la fase sólida a las 24 h. es de: 23,1:1.

**NITRÓGENO:** El nitrógeno en los purines puede presentarse de 3 formas:

- *Nitrógeno inorgánico:* principalmente en forma amoniacal, y que constituye del 50 al 60% del total, llegando a veces hasta el 70% del Nitrógeno Total, así por ejemplo la proporción máxima es de 76,3% (**PROYTEC 20 SL, 1995**) y la mínima de 56,6% (**Navés y Torres, 1994**) en lo consultado. En nuestro ensayo la media de Nitrógeno Amoniacal fue del **62,9%** del Nitrógeno Total. Esta forma de nitrógeno resulta igual de asimilable que el que se encuentra presente en los fertilizantes minerales. Esta forma amoniacal del nitrógeno depende de la “edad del purín”, así en un “purín antiguo” o almacenado mucho tiempo, la proporción de nitrógeno amoniacal respecto al nitrógeno total es mucho más alta (más del 65%) que en un “purín joven” o reciente (menos del 60%).
- *Nitrógeno orgánico fácilmente mineralizable* (más de un 20% del total): es el nitrógeno contenido en forma de urea, ácido úrico, proteínas, aminoácidos, etc... Cuando las heces y la orina del ganado se depositan en los establos, la urea y el ác. úrico contenidos en la orina se hidrolizan rápidamente a amoníaco y dióxido de carbono, mediante la acción de enzimas segregadas por las bacterias fecales. Posteriormente el amoníaco se transforma en ion amonio a través del proceso de la amonización (la velocidad de este proceso es proporcional a la temperatura ambiente y al tiempo de maduración de la fracción orgánica, por lo que es mayor en el verano que en época invernal). Finalmente si las condiciones imperantes son aerobias, puede dar lugar a nitritos y después a nitratos, por medio del proceso de nitrificación, debido a la acción de bacterias nitrificantes (del género Nitrosomas primero y del género Nitrobacter para el paso a nitratos). Todo esto nos indica que el contenido en nitratos de un purín almacenado, puede servirnos como índice de las condiciones de aireación y del tiempo de almacenamiento de los residuos ganaderos. Pero más frecuentemente, suele suceder en las fosas de purines, que estos residuos estén expuestos a condiciones anaerobias, en cuyo caso se produce una degradación de los compuestos orgánicos de elevado peso molecular, como son: la fibra vegetal, las proteínas, etc..., para dar lugar a compuestos de bajo peso molecular, que son volátiles, y la mayor parte de ellos malolientes, como: metano, dióxido de carbono, ácidos de cadena corta: acético, propiónico y butírico, así como otros compuestos orgánicos intermedios también volátiles como: indol, escatol, mercaptanos, etc..., además de amoníaco y

sulfhídrico, caracterizados por presentar olores desagradables, perceptibles por nuestros olfatos aún en concentraciones muy bajas. Todo el ciclo de este tipo de nitrógeno necesita alrededor de un año.

- *Nitrógeno orgánico lentamente mineralizable* (el resto, hasta un 20% del total de nitrógeno aproximadamente): se encuentra asociado a los compuestos lignocelulósicos y se irá acumulando con el paso del tiempo.

Todo el Nitrógeno orgánico (el mineralizable y el lentamente mineralizable) suponen entre un 25 y un 45% del total del nitrógeno presente en los purines. En este ensayo, el Nitrógeno orgánico ha representado el **37%** del total del nitrógeno.

La cantidad media de Nitrógeno Total, en el purín en bruto, ha sido, en nuestro ensayo, de **4,55 Kg. N.Total/m<sup>3</sup>**; en la bibliografía consultada los valores extremos hallados han sido: como valor máximo de Nitrógeno Total el de 5,62 Kg. N. Total/m<sup>3</sup> (**Navés y Torres, 1994**), y como valor mínimo el de 2,45 Kg. N. Total/m<sup>3</sup> (**Costa Yagüe, 1987**).

Tras la separación de fases, el 70%, aproximadamente, va a parar a la fracción sólida y el 30% a la fracción líquida. En la F. Líquida, y después de 15 días de aireación se pierde prácticamente el 15% del contenido inicial; mientras que en la F. Sólida, tras 15 días de almacenaje, aumenta en un 25% y en el compostaje vuelve a aumentar en un 50% de la cantidad que tenía al finalizar los 15 días de almacenaje de la fase sólida.

Por otro lado, la cantidad media de Nitrógeno Amoniacal, expresado en Kg./m<sup>3</sup> de purín bruto, ha sido, en nuestro ensayo, de **2,86 Kg. N. Amoniacal/m<sup>3</sup>**, mientras que las cifras obtenidas por otros autores varían desde 1,56 Kg. N. Amoniacal/m<sup>3</sup> (**Costa Yagüe, 1987**) hasta 3,60 Kg. N. Amoniacal/m<sup>3</sup> (**PRO-YTEC 20 SL, 1995**). El porcentaje de Nitrógeno Amoniacal sobre el Nitrógeno Total de estos purines analizados en nuestro ensayo es tan alto, porque los purines fueron muy líquidos, con mucha agua procedente de lavados, lo que como decíamos al principio, reduce las pérdidas de amoníaco, y además estos purines proceden de granja de ciclo cerrado, con lo que la proporción de N. Amoniacal es más alta aún, en comparación con otros tipos de purines.

El contenido de nitrógeno en los purines puede perderse a través de diferentes procesos: volatilización, lixiviación y desnitrificación; de los cuales el primero es el más importante. Las pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco pueden tener lugar tanto en las cochiqueras como durante su almacenamiento o en el campo tras su aplicación, si no va seguido de un enterramiento inmediato. En el caso de utilización agrícola de los purines, el

nitrógeno amoniacal resultante de la hidrólisis de la urea de la orina o de la mineralización del nitrógeno orgánico, cuando se encuentra en un medio con un pH muy alcalino (suelos muy calizos, por ejemplo) se transforma en amoníaco, que pasa a la atmósfera por volatilización. Y el conocer este proceso tiene un doble interés, ya que además de disminuir el valor fertilizante de los purines, provoca un enriquecimiento de la atmósfera en amoníaco, lo que contribuye a agravar el problema ambiental. A nivel europeo, las emisiones de amoníaco se estiman en unos 8,5 millones de toneladas al año, de las cuales el 80% proceden del sector zootécnico.

Según diversos autores, durante el almacenamiento del purín por lagunaje se puede perder en 180 días el 35% del Nitrógeno amoniacal contenido en los purines. En nuestro ensayo el Nitrógeno amoniacal se redujo en la fracción líquida: una media de un **17,2%** en peso, al realizar la separación de fases, y una media de un **23,2%**, en peso, tras un almacenaje con aireación de 15 días, es decir un total del **36,4%** de reducción sobre el nivel del purín en bruto durante todo el proceso. Respecto a la fracción sólida, la reducción del Nitrógeno amoniacal fue de un **57,3%** en peso, al realizar la separación de fases, y una media del **6,6%** en peso, tras 15 días de almacenaje, es decir que durante todo el proceso fue de un total del **60,2%** de reducción del nitrógeno amoniacal, respecto de la cantidad que presentaba el purín en bruto.

Cuotas más altas de amoníaco son liberadas como consecuencia de la distribución de purines en el terreno, no tanto en las operaciones de dispersión, como durante la permanencia en el suelo (sin enterrar), donde según condiciones climáticas (velocidad del viento, temperatura, etc...) y las características del suelo (pH, humedad, textura, capacidad de intercambio catiónico, etc...) y de los cultivos, pueden alcanzar en los 5 primeros días cifras del orden del 40% de la cuota distribuida (**Bonazzi, Navarotto, 1991**).

Las disminuciones en el contenido de nitrógeno de los purines pueden deberse a desnitrificación, alcanzando hasta el 26% del nitrógeno de los purines (**Vette, Steffens, 1981**).

Otra fuente de pérdida de nitrógeno es la producida a consecuencia de la lixiviación, que puede llegar a suponer de un 25 a un 30% del nitrógeno suministrado por el purín del suelo (**Dam Kofoed, 1980**). Este porcentaje aumenta linealmente con la cantidad de purín añadido al terreno. La época del año en que se produce la incorporación del purín al suelo, influye directamente en este tipo de pérdidas de nitrógeno, siendo mayores en otoño e invierno que en primavera y verano (según sean las épocas de mayores lluvias).

Por último, diremos del nitrógeno encontrado en los purines, que su cantidad depende directamente de la proteína presente en los piensos suministrados.

**FÓSFORO:** Las cantidades de fósforo aportadas por el purín son bastante importantes, ya que se excreta del 60 al 70% del ingerido, y se puede presentar de dos formas diferentes:

- *Sales orgánicas:* como Fitina (Hexafosfato de inositol con calcio y magnesio), aunque la mayor parte del fósforo orgánico se encuentra en el purín en forma de compuestos químicos de composición desconocida, todas terminan por mineralizarse en el suelo.
- *Sales inorgánicas solubles:* (80-85% del fósforo total) en forma de fosfatos de calcio principalmente, que también se mineralizarán en el suelo.

Todas las formas solubles del fósforo son poco móviles (se filtran sólo hasta 40 cm. de profundidad), se fijan enérgicamente y esto hace que se produzca una acumulación de este elemento en el suelo, que puede llegar a durar hasta 8 años después de su adición (**Ferrer, 1985**).

La biodisponibilidad para las plantas, del fósforo contenido en los purines del cerdo es equivalente al que presentan los fertilizantes fosforados minerales (**Azevedo, Stuut, 1974**). Al igual que el nitrógeno, el fósforo mineralizado, puede ser asimilado por microorganismos del suelo, pasando de este modo a fósforo orgánico, lo cual limita los riesgos de insolubilización. La duración del ciclo del fósforo del purín, en el suelo, está establecido que puede durar de 10 a 20 semanas a una temperatura de 20-25°C. La mayoría de los suelos presenta una alta capacidad de retención de fósforo, por lo que la sobreaplicación de estiércol conduce a una acumulación en el suelo de este elemento. El problema surge cuando se sobrepasa esta capacidad o en suelos con baja capacidad de retención, entonces el fósforo es lavado hacia capas más profundas y el problema de la contaminación pasa a ser de las aguas subterráneas más que del propio suelo.

En la bibliografía consultada se da como cifra máxima del fósforo total, en purines de granjas de ciclo cerrado, la cantidad de 6,23 Kg. de P. Total/m<sup>3</sup> de purín (**Navés y Torres, 1994**) y como valor mínimo se ha encontrado el de 1,83 Kg. de P. Total/m<sup>3</sup> (**Costa Yagüe, 1987**). En nuestro ensayo la cifra media ha sido de **4,10 Kg. de P. Total/m<sup>3</sup>** de purín, de los que un 90% va a parar a la fracción sólida y un 10% a la fracción líquida, aproximadamente. Durante el ensayo, los valores de fósforo de la fracción líquida llega

a disminuir un 25%, tras 15 días de almacenaje. Mientras que en la fracción sólida, el fósforo total, aumenta casi un 30% de la cantidad inicial en esta fase, tras 15 días de almacenaje; y aumenta un 70% más durante la operación de compostaje.

Las cantidades de fósforo presente en los purines de una granja dependen de la formulación que se haga en los piensos compuestos suministrados a los animales. El principal factor que determina la cantidad de fósforo eliminada por las deyecciones, es la digestibilidad que éste presenta según la materia prima utilizada como corrector. Así para los correctores de origen animal (harinas de carne o de pescado, etc.) la digestibilidad es muy elevada del 80-85%; en los correctores de origen vegetal varía según el producto utilizado: 40% para el trigo, cebada y guisantes, 30% para los salvados y de menos de un 20% para maíz; y en el caso de los productos minerales (comúnmente utilizados) de alrededor de un 70% (**Chauvel, 1991**). Las variaciones en cuanto a la digestibilidad del fósforo en los correctores de origen vegetal son debidas a la forma en que se presenta el fósforo en los vegetales, que en un 50-75% se presenta bajo la forma de ácido fítico o de fitatos, que son muy poco solubles. Además este fósforo fítico no puede ser utilizado más que en presencia de las enzimas fitasas, que a su vez se encuentran en cantidades muy variables, o incluso como en caso del maíz que están prácticamente ausentes.

**POTASIO:** La casi totalidad del potasio contenido en los purines se encuentra en forma de sales minerales solubles, por lo que el potasio en el suelo puede llegar hasta 80 cm. de profundidad (**Smilde, 1980**). Asimismo se considera que la eficacia del potasio de los purines es similar a la de los abonos minerales como el sulfato o el cloruro potásico.

Hay que tener en cuenta que casi el 90% del potasio ingerido por los animales se excreta por la orina, la cual contiene del 3-4% de potasio. Además el potasio junto con el fósforo son los dos elementos que más acusan su incremento en el suelo debido a la adición del purín, mientras que tanto el nitrógeno como el carbono tienen una variación menos acusada, notándose sus efectos algunos años después de su aplicación.

Las cifras medias que se manejan como contenido de potasio en los purines de granjas de ciclo cerrado oscilan desde 1,70 Kg. de K. Total/m<sup>3</sup> (**Costa Yagüe, 1987**), hasta 3,00 Kg. de K. Total/m<sup>3</sup> (**CEMAGREF, 1985**), otros autores consultados dan como cifras medias de entre 3-7 Kg. de K. Total/m<sup>3</sup> (**M. Pereda y Carbonell, 1996**). En nuestro ensayo, la cifra media arrojada por los análisis realizados, es de **2,22 Kg. K. Total /m<sup>3</sup>** de purín. Esta cantidad de potasio presente en el purín, se reparte prácticamente a



partes iguales entre la fracción líquida y la sólida, tras la separación de fases, y además se mantiene prácticamente estable en la F.L. tras 15 días de aireación. En la F. Sólida, tras 15 días de almacenaje, aumenta en un 50% de la cantidad inicial en esta fase, y tras el compostaje se eleva otro 29% más.

**SODIO:** Los 2/3 del sodio total eliminado por los animales, es a través de la orina. En la bibliografía consultada, se manejan cifras de contenido de sodio en purines de granjas de ciclo cerrado que oscilan entre 1,0 Kg. Na Total/m<sup>3</sup> de purín (CEMAGREF, 1985), hasta 0,36 Kg. Na Total/m<sup>3</sup> (Costa Yagüe, 1987). En el presente ensayo, los análisis nos han dado la cifra media de **0,42 Kg. Na /m<sup>3</sup>**, que tras la separación de fracciones se reparte así: un 50% va a parar a la fracción líquida y un 50% va a la fracción sólida. En la F.Líquida, tras 15 días de aireación disminuye la cantidad de sodio en poco más de un 10%; mientras que en la F. Sólida, tras el almacenaje aumenta un 59% de la cifra inicial, y durante el compostaje aún aumenta un 27% más.

Las cifras del contenido de sodio en los purines son también variables de una granja a otra y dependen del contenido en sal del pienso que toman los animales.

**CALCIO:** A pesar de que el calcio total no ha sido objeto de estudio en el presente ensayo, en la consulta de la bibliografía, se han hallado valores que oscilan entre 2,15 Kg. Ca Total/m<sup>3</sup> (CISA-INIA, 1997) y 5,0 Kg. de Ca Total/m<sup>3</sup> (CEMAGREF, 1985).

**MAGNESIO:** El magnesio total tampoco ha sido analizado en este ensayo, sin embargo aportamos los valores medios encontrados en la bibliografía consultada, y que oscilan entre 0,51 Kg. Mg.Total/m<sup>3</sup> (CISA-INIA, 1997) y 1,50 Kg. Mg. Total/m<sup>3</sup> (CEMAGREF, 1985).

**CLORO:** Este elemento se encuentra en el purín de cerdo porque se suele añadir al pienso en forma de cloruro sódico, y es eliminado a través de la orina. En el presente ensayo, se ha estudiado el ion Cloruro, y los análisis nos han dado una cifra media de **1,07 Kg. Cl- Total/m<sup>3</sup>** de purín. Otros autores que han estudiado este ion, dan cifras medias que oscilan muy poco, entre 0,71 Kg. Cl- Total/m<sup>3</sup> (PROYTEC 20 SL, 1995) y 0,91 Kg. Cl- Total/m<sup>3</sup> (Costa Yagüe, 1987). Las cifras del contenido medio de cloro en los purines, son también variables de una granja a otra, y dependen del contenido medio en sal, del pienso que toman los animales. Después de la separación de fases, el 25% va a la fracción sólida y el 75% a la fracción líquida, en números redondos. En esta última fracción, y tras un período de almace-

naje y oxidación, se reduce en casi un 30% en peso, los valores de ion cloro en ella. En la fracción sólida aumenta su valor en un 80% tras 15 días de almacenaje. En el compostaje se eleva casi un 85% del valor que presentaba al finalizar el almacenamiento de la F. Sólida.

**SULFATOS Y CARBONATOS:** Estos elementos tampoco han sido objeto de análisis químico en el presente ensayo, y como curiosidad se apunta que sólo en una bibliografía de todas las consultadas se hace mención a estos elementos dando como valores medios: 2,85 Kg.  $\text{SO}_4 = \text{Total/m}^3$  de purines y 0,73 Kg. de  $\text{CO}_3 = \text{Total/m}^3$  (**PROYTEC20 SL, 1995**).

**CINC:** Este elemento está presente en el purín de cerdo porque se suele utilizar añadido al pienso, como promotor del crecimiento de los cerdos, a razón de 5 ‰. El contenido medio de este elemento en los purines de granjas de ciclo cerrado es de 64,6 mg. Zn/l. de purín (**Navés y Torres, 1994**) o bien de 5 a 11 mg. Zn/l. de purín (**M. Pereda y Carbonell, 1996**) o los 23 mg. Zn/l. de purín (**Costa Yagüe, 1987**) e incluso hay bibliografía que da como valores de contenido de cinc en purines de entre 18 y 270 mg. Zn/l. (**Cas-tillón, 1993**). Todo esta variabilidad tan enorme sucede, por que los niveles de cinc en los purines depende directamente de la cantidad en que se adiciona al pienso de los animales, ya que el cinc es otro elemento esencial para el ganado. La adición a los suelos de purines con altos contenidos en cinc, puede incrementar la fracción intercambiable en los suelos, pero a diferencia de lo que ocurre con el cobre, el cinc no provoca efectos fitotóxicos. Mientras que en nuestro ensayo se ha obtenido como cifra media: **61,0 mg. Zn/l.** de purín, de los cuales, casi el 80% van a parar a la fracción sólida, y el resto, poco más del 20% a la fracción líquida, después de la separación de fases. Presenta variaciones muy pequeñas tras los períodos de aireación, almacenaje y/o de compostaje de las diferentes fases.

**COBRE:** Este elemento está presente en el purín de cerdo porque también se suele utilizar añadido al pienso, como promotor del crecimiento de los cerdos. No ha sido estudiado en el presente ensayo, por ser uno de los parámetros más estudiados por los diversos autores y presentar una gran uniformidad en los resultados obtenidos. Así en la bibliografía consultada nos encontramos con valores que oscilan muy poco, desde 30 mg. de Cu/l. de purín (**PROYTEC20 S.L, 1995**) a los 40 mg. de Cu /l. de purín (**CEMA-GREF, 1985**).

**HIERRO:** Tampoco ha sido estudiado este metal en este ensayo. Pero en las fuentes consultadas las cifras medias que se ofrecen varían mucho dependiendo del autor. Así, la cifra menor que se encuentra es la de 61 mg de

Fe/l. de purín (**PROYTEC20 S.L., 1995**), y la más alta, es del orden de 372 mg. de Fe/l. de purín (**Navés y Torres, 1994**).

**MANGANESO:** Este elemento, también es utilizado frecuentemente como promotor del crecimiento y es añadido al pienso de los cerdos a la dosis de 1%. Según fuentes consultadas, el contenido medio de este elemento en granjas de ciclo cerrado oscila entre 10 mg. Mn/l. de purín (**Costa Yagüe, 1987**) y 42 mg. Mn/l. de purín (**CEMAGREF, 1985**); mientras que en nuestro ensayo, se obtuvo como cifra media: **28 mg. Mn/l.**, y que tras la separación de fases, el 90% va a parar a la fracción sólida.

**MOLIBDENO:** La cantidad de este elemento presente en los purines de cerdo, no está recogida en ninguna de las fuentes consultadas, pero en los análisis realizados en el presente ensayo, hemos encontrado, con que este elemento se encuentra presente, en los purines así analizados, con un valor medio de **0,4 mg. Mo/l.** de purín, de los que más del 85% van a parar a la fracción sólida del purín.

**MERCURIO:** A pesar de que algunos autores (**Meeus-Verdine et al., 1980**) consideran que en algunos casos se puede encontrar el mercurio en los purines de cerdo, en concentraciones considerables, debido a que entran a formar parte de algunos desinfectantes usados en Porcinocultura, nosotros en este ensayo sólo hemos encontrado concentraciones de mercurio inferiores a **0,002 mg. Hg/l.** de purín., y el 100% fue a parar a la fracción sólida tras la separación de fases.

**OTROS METALES PESADOS:** Los metales que se relacionan a continuación no han sido objeto de estudio en el presente ensayo, pero sí han sido estudiados por otros autores (**CEMAGREF y PROYTEC 20 S.L.**), y con el fin de dar una idea más completa de la caracterización química de los purines de cerdo, los incluimos en estos resultados.

Boro .....	4 mg./l.
Níquel .....	1,4 mg./l.
Cromo .....	0,77 mg./l.
Plomo .....	0,05-0,7 mg./l.
Cadmio .....	0,03-0,4 mg./l.
Arsénico .....	0,12 mg./l.
Selenio .....	0,04 mg./l.

De todas formas, se sabe que los metales pesados se utilizan como complemento mineral en los correctores de los piensos compuestos suministra-

dos a los animales, y que tienen una asimilación muy escasa y es por esto por lo que aparecen en las excretas de los animales, además tienen una alta persistencia y por ello se acumulan en el medio ambiente, permaneciendo muchos de ellos en forma de biodisponibilidad lo que hace que tengan una gran relevancia medioambiental, aunque el tipo de efecto producido es todavía de difícil evaluación ya que son efectos a largo plazo. Aunque todos estos elementos, por lo general, se encuentran en los purines a nivel de traza por lo que es de suponer que tengan escaso peligro para los suelos, ya que su incidencia es mínima en comparación con los efectos, que alguno de estos metales pesados, pueden tener como resultado de otras actividades diferentes a las ganaderas, que afectan a suelos y cultivos (**M. Pereda y Carbonell, 1996**). De todas maneras, siempre habrá que valorar las concentraciones de estos metales pesados en cada situación concreta, pues se conocen problemas de fitotoxicidad que se ha producido por metales pesados presentes en los lodos de depuradoras, cuando han sido utilizados en campos de interés agrícola, teniendo siempre un especial cuidado con la utilización de purines en cultivos hortícolas altamente acumuladores como es el caso de los tomates y lechugas, por ejemplo (**Page, 1974**).

## **5.2.- RESULTADOS SANITARIOS**

A pesar de los procesos de fermentación que se ponen en marcha en los estanques de almacenamiento, de la competencia entre microorganismos, de la variación de las condiciones físico-químicas con respecto al ambiente del intestino de los animales, unido a la acción del aire y de las radiaciones solares sobre las capas superficiales del purín, no se puede decir que el purín esté totalmente exento de gérmenes potencialmente patógenos, pero sí que todo lo indicado contribuye a la reducción de la carga bacteriana de las heces, y por ende, del purín.

Por otra parte, hay que recordar que la supervivencia de los microorganismos está muy condicionada por el medio ambiente, en el que están inmersos. Por lo que, para poder precisar la posible contaminación ambiental causada por los purines porcinos, hay que considerar al suelo, desde el punto de vista físico y microbiológico, en condiciones normales.

El suelo está formado por un sistema de pequeñas cavidades, que pueden estar llenas de aire o de agua; las cavidades llenas de agua constituyen nichos biológicos tanto para microorganismos competitivos como para microorganismos potenciales productores de antibióticos. La parte inorgánica

---

del suelo, está rodeada por una película de material coloidal, a la que se adhieren los microorganismos autóctonos.

La flora microbiana autóctona del suelo, se defiende de la invasión causada por los gérmenes presentes en los purines mediante determinadas estrategias de defensa que comprenden la producción de metabolitos tóxicos y antibióticos, compuestos polifenólicos, etileno, monóxido de carbono, e incluso parasitismo por parte de bacteriófagos y hongos. (**Strauch, 1983**).

Además, los microorganismos alóctonos que pueden ir en los purines, una vez llegados al suelo, pueden ser afectados por un estrés físico-químico-ambiental, (como por ejemplo: falta de agua, tensión de oxígeno desfavorable, valor del pH y temperatura no adecuados, etc.) y de estrés biológico (falta de sustancias a metabolizar, presencia de flora microbiana autóctona, etc.). Así que la posibilidad de supervivencia de los gérmenes llegados de nuevo al suelo está ligada a una compleja asociación de factores.

Prueba de ello es que la colonización por parte de agentes patógenos, es muy superior en el suelo esterilizado en autoclave, que en el suelo normal no tratado (**F.M. Cancelloti, 1985**).

Pero no hay que olvidar, que gran parte de los gérmenes patógenos pueden sobrevivir en forma de esporos, que rápidamente se multiplican cuando las condiciones del medio ambiente les son favorables.

Muy poco se sabe sobre la capacidad de supervivencia de los virus en el suelo; los más resistentes (reovirus, enterovirus y rotavirus) pueden ser aislados de la parte superficial durante períodos superiores a una semana después del esparcimiento de los residuos infectados. La importancia de la transmisión de virus por heces figura en segundo lugar, después de la transmisión por excretados y secretados respiratorios (**Sellers, 1981**).

En la especie porcina, los enterovirus son regularmente expulsados por las heces, en donde se mantienen relativamente estables, pero no se ha descrito ninguna relación con los enterovirus humanos. De las heces porcinas se han aislado diversos tipos de coronavirus y reovirus (**Concelloti, 1993**).

En referencia con el temible virus de la P.P.C., se ha demostrado que no pervive más de 90 días en el purín almacenado (**Sánchez-Vizcaíno, 1997**).

En cuanto a las bacterias, a continuación se expresa una relación de géneros y especies de bacterias, que son consideradas por numerosos autores

(Walton y White, 1981; Block, 1986; Strauch, 1987) como potencial riesgo para la salud humana y animal si se encuentran en los efluentes ganaderos: *Salmonella* spp, *Leptospira* spp, *Treponema hyodisenteriae*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Mycobacterium* spp, *Micobacterias* atípicas, *Bacillus* spp, *Clostridium* (*botulinum*, *chauvoei*, *perfringens*, *septicum*, *tetani*), *Escherichia coli* (incluidas cepas enteropatógenas y cepas intestinales antibiótico-resistentes), *Fusobacterium necrophorum*; que coincide con el catálogo realizado por la Dirección General de Agricultura de las Comunidades Europeas. De todos estos, es el género *Salmonella* el considerado por más autores como la causa de una de las zoonosis más importantes y difundidas en el mundo, y los residuos zootécnicos y urbanos que la contienen son la causa principal de la distribución de la *Salmonella* en el medio ambiente.

Por lo que respecta a los parásitos, es oportuno indicar que el riesgo potencial de contaminación (aparte de que muchas infestaciones parasitarias se transmiten por ingestión de material contaminado de heces) depende, además de factores como: la preponderancia del propio parásito en el purín, el ciclo vital del parásito que se trate, así como de las condiciones de almacenamiento del purín y el destino que se le dé. Por ejemplo: el purín destinado a la fertilización del suelo arable o de arbolado, constituirá un riesgo potencial diferente del que presente un purín destinado a la fertilización de cultivos hortícolas o de pradera aprovechables por los animales en pastoreo.

Como veremos en los resultados del presente ensayo, las heces de porcino analizadas, contienen regularmente ooquistes de *Eimeria* y frecuentemente huevos de diversos nemátodos intestinales. De todos ellos, son los huevos de *Ascaris* y los *Coccidios* (ooquistes) los que representan el mayor peligro por su elevada resistencia. Pero la capacidad de supervivencia de huevos y larvas de parásitos varía enormemente de una especie a otra. Así diversas investigaciones, han indicado período de supervivencia de más de 1 año y hasta un máximo de 5 años para los huevos de *Ascaris suum* y *Taenia saginata*, en condiciones de: temperatura, pH y oxigenación, más favorables al parásito (Bürger y Stoye, 1978).

Por otra parte la resistencia a los desinfectantes es muy marcada en los parásitos, ya que algunas larvas pueden resistir a la acción de la cal al 5%; por lo que solamente el aumento de la temperatura y la acidificación del medio, son los únicos métodos que conducen a una severa reducción del número y vitalidad de los huevos y larvas de helmintos, en un corto espacio de tiempo (Gemelli, 1986)

Del análisis de las normativas nacionales, en esta materia, se desprende que el tiempo mínimo requerido para el almacenamiento de los purines es de 90 días, tiempo por lo tanto, que se considera suficiente para reducir significativamente la carga bacteriana patógena.

Partiendo de la base que es del todo imposible realizar un análisis bacteriano exhaustivo del purín, simplemente por cuestiones puramente económicas, en el presente ensayo se han controlado los siguientes parámetros microbiológicos, que se han considerado importantes:

• Respecto a **Bacteriología**:

- Cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (ufc) de *Escherichia coli* por gramo de muestra
- Cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (ufc) de *Clostridium perfringens* por gramo de muestra
- Presencia/Ausencia de *Salmonellas* en 25 gramos de muestra
- Presencia/Ausencia de *Serpulina hyodisenteriae* en 25 gramos de muestra
- Presencia/Ausencia de *Erysipelotrix rhusiopathiae* en 25 gramos de muestra

• Respecto a **Parasitología**:

- Cantidad de Ooquistes por gramo de muestra
- Cantidad de Huevos por gramo de muestra
- Cantidad de Larvas por gramo de muestra
- Cantidad de Parásitos adultos por gramo de muestra.

A continuación vamos a ver los resultados obtenidos en los análisis llevados a cabo:

### ***Análisis Bacteriológico***

**ESCHERICHIA COLI:** Con respecto a este germen diremos que tras el tratamiento de purines con separación de fases, el 99% de las “ufc” van a parar a la fase sólida, apreciándose una disminución de más del 50% de las “ufc” presentes en esta fase, tras un almacenamiento de 21 días. En el purín bruto y tras un período de almacenamiento controlado de 14 días, se observa una reducción de más del 94% de las “ufc” de partida, después se estabiliza el número de unidades formadoras de colonias (ufc) presentes hasta 180 días, que ha durado el control.

**CLOSTRIDIUM PERFRINGENS:** Con respecto a este germen diremos que tras el tratamiento de purines con separación de fases, el 95% de las “ufc” van a parar a la fase líquida, concentrándose en los lodos de esta fracción, en donde se multiplican en progresión geométrica, encontrándose en esta fracción después de 21 días de almacenamiento, hasta 10 veces más de “ufc”, que en el purín bruto de partida. En cuanto a la persistencia de este germen en el purín bruto diremos que, tras un almacenamiento controlado de 180 días se observa una reducción de sólo un 20% de las “ufc” de partida. Por lo tanto se observa que este tipo de gérmenes son muy difíciles de rebajar en su concentración a no ser que se aplique un tratamiento químico preciso, dadas las condiciones anaerobias existentes y a las propias características de este germen que esporula con una gran facilidad.

**SALMONELAS:** Con respecto a este germen diremos que sólo se encuentra en algunas muestras de purín (2 de 34 muestras), es decir, que no se presenta de forma rutinaria como ha sucedido con los anteriores gérmenes estudiados. Así que en las muestras positivas y tras una separación de fases, su presencia se reparte tanto a la fase líquida como en la sólida, pero no se encuentra en los lodos de la fase líquida y se mantienen así, hasta los 30 días de almacenaje, tiempo en el que desaparecen en su totalidad. En el purín en bruto, en las muestras que daban positivo a su presencia, se han mantenido hasta los 30 días de almacenamiento, después han desaparecido en un 100%.

**SERPULINA HYODISENTERIAE:** Con respecto a este germen diremos que se constató su presencia sólo en una muestra de purines en bruto, y que tras un período de almacenamiento de 60 días desapareció al 100%.

**ERYSIPELOTRIX RHUSIOPATIAE:** Con respecto a este germen diremos que a pesar que se han remitido muestras de purines brutos de una granja que tenía animales que presentaban un cuadro clínico de Mal Rojo, en los análisis llevados a cabo **no se ha detectado la presencia**, en el purín, de este germen en ningún momento.

### *Análisis Parasitológico*

Se enviaron un total de 24 muestras a analizar al Laboratorio antes mencionado, en donde se observó la presencia o ausencia de ooquistes, huevos, larvas y/o parásitos adultos de cualquier género.

Los resultados obtenidos se expresan en número de ooquistes, huevos, etc., por gramo muestra.



De los análisis efectuados se puede resumir que casi el 30% de las muestras enviadas dieron positivo a presencia de algún tipo de parásito, siempre en forma de ooquiste o de huevo y nunca en forma de larva o adulto.

**OOQUISTES:** Con respecto a estas formas parasitarias diremos que se apreciaron su existencia en algunas (2 de 24 muestras) de las muestras de purín bruto analizadas, en una cantidad de 50 ooquistes por gramo de muestra, y todos ellos pertenecientes al género *Eimeria*. Desaparecieron tras 30 días de almacenamiento.

**HUEVOS:** Con respecto a estas formas parasitarias diremos que en algunas muestras de purín bruto analizadas, en el 29,2 % (7 de 24 muestras), se ha apreciado la existencia de huevos de parásitos *Trichuris suis* (2) y de *Strongyloides* (2), en ambos casos en cantidad de 50 huevos por gramo de muestra, y de *Trichostrongylus* (1), *Ascaris suum* (1) y *Capillaria* (1), en todos estos sólo como presencia pero sin alcanzar un número significativo de huevos por gramo de muestra. En todos los casos desaparecieron del purín tras un almacenamiento de 30 días.

**LARVAS Y ADULTOS:** En ninguna de las muestras analizadas se ha podido apreciar la presencia de larvas o de parásitos adultos.

### 5.3.- RESULTADOS ECONÓMICOS

De los variados objetivos planteados al iniciar el presente ensayo, uno de ellos fue el de calcular el gasto del tratamiento del purín, no el de realizar un estudio económico exhaustivo que justificase su inversión o no, sino conocer qué gastos directos llevaría consigo el tratamiento del purín expresado en pesetas por metro cúbico y qué número de cerdas, explotadas en ciclo cerrado, o de plazas de cebo que serían necesarias para el pleno funcionamiento del "compacter". Para lo cual vamos a realizar unos pequeños cálculos que determinen estos gastos.

- Gasto Directo:
  - Consumo de energía eléctrica por cada metro cúbico de purín bruto tratado (incluida toda la maquinaria precisa que completa el ciclo: agitador-homogeneizador, bomba de alimentación, vibrador, separador, aireador, minibomba de impulsión).
  - Homogeneizador purines: 30 min./día x 5,5 Kw/h = 2,75 Kw/h/día
  - Bomba alimentación: 8 h./día x 7,5 Kw/h = 60 Kw/h/día
  - Separador: 8 h./día x 4 Kw/h = 32 Kw/h/día

- Vibrador: 8 h./día x 0,15 Kw/h = 1,2 Kw/h/día
- Aireador: 12 h./día x 2/3 tiempo apagado x 2 Kw/h = 8 Kw/h/día

Lo que da un total de 103,95 Kw/h/día; pero como el “compacter” presenta un rendimiento medio de 5,5 m<sup>3</sup> de purín por hora, nos da un total diario (con 8 horas de jornada de funcionamiento) de 44 metros cúbicos de purines procesados, lo que nos da un gasto de energía eléctrica de 2,36 Kw/h/m<sup>3</sup>.

2,36 Kw/h/m<sup>3</sup> x 17,68 pts/Kw/h. = **41,72 pts/m<sup>3</sup>** (I.V.A. y demás conceptos incluidos).

- Mano de obra: se estima en 1 hora al día empleada en iniciar el funcionamiento diario del “compacter” y la supervisión del funcionamiento del tratamiento. Esta mano de obra está valorada entre 430 y 480 pts/h. en la labor de obrero cualificado de ganadería, por lo que repercute por metro cúbico tratado en unas **10 pts/m<sup>3</sup>**.

Luego el Gasto Directo repercutido por unidad de volumen de purines tratado resulta que es de: **51,72 pts/m<sup>3</sup>**.

Censo preciso para su justificación:

- Rendimiento del separador en metros cúbicos de purines tratados al año  
44 m<sup>3</sup>/día x 6 días/semana x 52 semanas/año = 13.728 m<sup>3</sup>/año

- Producción de purín de cerda en granja de ciclo cerrado y sus correspondientes fracciones de lechones, cerdos cebo y verraco: 28 m<sup>3</sup>/año. (Se parte de esta cifra, por ser la cantidad más representativa de las recogidas del medio rural, dado que en esta Región, por su climatología, con más de seis meses con temperaturas ambientales superiores a 20°C, y de los cuales, tres meses, por encima de 24°C, son el motivo de que el consumo de agua, tanto para beber los animales, como para limpieza de instalaciones, sean superiores a las registradas en otras regiones españolas).

En base a todo ello, el separador tipo “compacter” utilizado en este ensayo, es efectivo para una granja de porcino de ciclo cerrado con una capacidad de 450 a 500 cerdas de vientre; y que además se puede estimar que su instalación en una granja de esa capacidad puede encarecer el proyecto inicial alrededor de un 10% (incluida maquinaria precisa y obra civil necesaria).

## 6. CONCLUSIONES



## 6.1.- ÁREA AGRONÓMICA

- La mayor parte de los metales pesados presentes en los purines del cerdo, están casi a nivel de trazas, por lo que los efectos de estos elementos, con una utilización racional de los purines, son muy débiles.

- La formulación de los metales y de los metales pesados en los piensos compuestos debe racionalizarse y seguir las recomendaciones que a tal fin existen, no sobreañadiendo cantidades, como es el caso del fósforo y de otros elementos.

- Siempre que se pueda es preferible la utilización de los BIOPLEXES o proteinatos minerales a fin de mejorar su digestibilidad y aprovechamiento por parte de los animales, y reducir su eliminación a través de sus excretas. Una correcta adición de metales en la ración a niveles fisiológicos sería una buena medida correctora. En el caso del cinc se puede actuar reduciendo la cantidad utilizada normalmente, o empleando formas de elevada biodisponibilidad como aquellas unidas a aminoácidos o péptidos (Proteinatos minerales o *BIOPLEXES*).

- Las fórmulas para disminuir la tasa de nitrógeno en los purines pueden ir encaminadas en tres sentidos:

- a) Ajustando todo lo posible los niveles de Proteína Bruta del pienso a las necesidades del animal y a su período o fase productiva, sin que existan excesos en ningún momento.
- b) Mejorando el manejo de la alimentación: suministrando en cada momento la cantidad de pienso precisa según la calidad de éste, la genética del animal y la fase productiva en que se encuentren los animales.
- c) Aumentando los niveles de Proteína Digestible de los piensos, optimizando los niveles de aminoácidos esenciales de la dieta.
- d) La mejora genética por mejora de los índices de conversión: una disminución de 0,1 puntos en el índice de transformación, disminuye 3 puntos

la cantidad de nitrógeno excretado; así pues, es posible disminuir la excreción nitrogenada en más de un 20%, utilizando un pienso bien equilibrado en proteínas y con animales con un índice de transformación que no pase de 3. (**Dourmad, 1989**)

• Las posibilidades de reducir la excreción de fósforo, cuando se prevea que este elemento vaya a causar problemas medioambientales, se concretan en dos:

- a) Formulación de piensos a partir del fósforo digestible o del enriquecimiento de las raciones en fitasas, bien a través de sustancias que las contienen en abundancia o mediante la adición de fitasas microbiológicas (enzimas).
- b) Ajustarse al máximo a las recomendaciones actuales de los niveles de aportación de fósforo al pienso. En estos momentos los consumos reales son superiores en un 20% a las recomendaciones para cerdos de cebo y de un 33% en el caso de cerdas de vientre, al menos en el caso de Francia (**Chauvel, 1991**).

• Se puede actuar sobre los niveles de sodio de los purines, simplemente reduciendo la cantidad de sal utilizada normalmente en los piensos compuestos, y sobre todo adecuando los niveles a valores fisiológicos.

• Se puede actuar sobre los niveles de cloro de los purines, simplemente reduciendo la cantidad de sal utilizada normalmente en los piensos compuestos, y adecuándola a los niveles fisiológicos y de palatabilidad del pienso.

• La aireación de la fase líquida mediante inyección de aire durante 15 días, a razón de 12 horas al día, se ha mostrado como una medida eficaz para la reducción de los malos olores provenientes de esta fracción. La fase sólida apenas provoca la aparición de estos indeseables olores, ya que sólo presenta un débil olor desagradable en las primeras 24 horas después de la separación.

• Con la inyección de aire a la fase líquida no se consiguen condiciones de aerobiosis adecuadas para el desarrollo de una flora bacteriana útil, por la siguiente razón: La capacidad de disolución del oxígeno en el agua no es muy grande, mientras que la del anhídrido carbónico es mucho mayor, por lo que con la inyección de aire (que naturalmente lleva oxígeno y anhídrido carbónico) lo que conseguimos, sobre todo, es “atrapar” al anhídrido carbónico del aire en la fase líquida, ya que éste se disuelve rápidamente en el agua, transformándose de  $\text{CO}_2$  en  $\text{CO}_3\text{H}_2$  que se combinan rápidamente con las sales presentes en el purín produciendo tres efectos no deseados: primero aumentamos, todavía más, el pH de la fase líquida haciéndose más alcalino

por los carbonatos que se forman, segundo aumentamos todavía más la cantidad de sales (en forma de carbonatos sobre todo, que por el color oscuro que adquiere el líquido creemos que pueden ser de hierro y manganeso) disueltas en el líquido y por consiguiente la conductividad eléctrica de esta fase y en tercer lugar no se crean las deseadas condiciones de aerobiosis perfecta para que puedan actuar las bacterias nitrificantes. Aunque tampoco se crea una condición de anaerobiosis estricta por el bombeo incesante de oxígeno, que en pequeña cantidad, se disuelve en el líquido, lo que queda demostrado por el aumento paulatino del índice redox, observado en la fase líquida, durante el período de aireación.

- Una correcta utilización de los purines ayuda a reconstruir el terreno agrícola impidiendo la desertificación, a la vez que favorece el empleo de menos abonos químicos (según el M.A.P.A., en 1994 se utilizaron algo más de 5 millones de Tm. de abonos químicos), que tienen mayor coste y mayor problemática medioambiental que los purines; unido todo esto a que muchos de nuestros suelos necesitan elevar sus niveles de materia orgánica (que de media no supera el 1%; teniendo en cuenta que la consideración de suelo de secano requiere un 1,7% de materia orgánica y el de suelo de regadío el 3,4% de materia orgánica, como mínimo).

- Para una mejor y correcta reutilización agrícola de los purines se recomienda aplicarlos al terreno mediante arados especiales (como el que se muestra en la fotografía de la página 160) que inyectan el purín por debajo de la primera capa del terreno (a unos 10-20 cm de la superficie), con lo que se evita, no sólo las pérdidas de nitrógeno sino que además minimiza al máximo los malos olores que tanto problema social causan. Los métodos tradicionales de utilización agrícola de los purines, esparciéndolo de manera superficial con cubas repartidoras de purin (bien en chorro o bien pulverizadoras), provocan una enorme pérdida de nitrógeno que va a la atmósfera y olores desagradables, por lo que lo recomendable es no usar este método a no ser que se proceda al enterramiento del purín esparcido en un plazo máximo de 24 horas y que las temperaturas ambientales no sean excesivamente altas.

De poco nos servirá determinar la dosis de purines correcta que debemos aplicar en el terreno, si no somos capaces de llevarla a la práctica. La utilización del purín como fertilizante exige, aparte del conocimiento de su composición química (sobre todo en cuanto a nutrientes de las plantas que aporta, y que en nuestro caso, y a falta de análisis realizados, proponemos que sea 5-4-2, es decir, que cada m.<sup>3</sup> de purín bruto hay 5 kg. N<sub>2</sub>, 4 kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 2 kg. K), hay que conocer la dinámica de los nutrientes en el suelo y sobre

todo un ajuste preciso de la dosis deseada y un reparto homogéneo de la misma.

Estas dos últimas exigencias son muy importantes para el caso del nitrógeno, ya que todos los cultivos son muy sensibles tanto a su defecto como a su exceso.

A la hora de reutilizar agronómicamente el purín y cuando nos encaramos con la dosificación y reparto en los terrenos de cultivo, debemos de tener presente que el equipo utilizado debe de ser capaz de repartir lo más homogéneamente posible en los terrenos, dosis de purines relativamente bajas (menos de 30 m.<sup>3</sup>/ha.) que este reparto obligue a una elevada velocidad de avance de la maquinaria empleada, ya que siguiendo esta consideración, el equipo elegido podrá utilizarse en más situaciones y con mucho menor riesgo medioambiental.

A continuación se describen sucintamente los equipos de dosificación y reparto que se pueden encontrar en el mercado:

- Cuba tradicional: El purín sale a fuerte presión por una única salida, cuya anchura de trabajo teórica llega a 10-12 m., pero la anchura real es de 6-8 m. según tipo de boquilla y posición de la paleta (Irañeta y colbs. 1999). El líquido al salir choca con la paleta y es pulverizado, lo que provoca la dispersión de olores y el efecto negativo del viento con pérdidas amoniales. Presentan un reparto bastante irregular, con una dosificación excesiva a ambos lados del eje de avance de la máquina, lo que ocasiona una gran heterogeneidad en el reparto, que en estas máquinas realiza un reparto que recuerda a una «M» mayúscula vista en sentido del avance del tractor, y así nos encontramos con ganaderos que han aplicado purín con este sistema y observamos en la finca rodales o franjas con muy diferentes dosificaciones (de hasta un 50% de diferencia en el centro de la «M» con respecto a sus extremos) que ocasionará irregularidades en el posterior cultivo. Por último diremos que este tipo de cisternas son muy difíciles de graduar para dosis de reparto de purines menores de 30 m.<sup>3</sup>/ha.

- Cuba con salidas múltiples (foto portada): Están equipadas con entre 2 y 16 salidas, aunque las más comúnmente utilizadas están dotadas con 8 salidas sobre una anchura de trabajo de 12 m. La presión de reparto es mucho más baja que en el sistema clásico, reduciéndose la pulverización y por lo tanto la pérdida de nitrógeno y los malos olores. Además, permiten el ajuste de la dosificación a dosis bajas (menos de 30 m.<sup>3</sup>/ha.) y mejoran notablemente la homogeneidad de reparto respecto al sistema tradicional,



igual ocurre con los siguientes sistemas. Para permitir el transporte en carretera, los brazos se pliegan hidráulicamente sobre la cisterna.

- Cubas con tubos colgantes: Están equipadas con una salida cada 30 cm. y una anchura de trabajo de 12 y por medio de unos tubos plastificados que llegan casi a ras del suelo, lo que permite depositar el purín sobre el suelo, lo cual hace disminuir los malos olores y los efectos negativos del viento, y más aún si a esta cuba se le hace acompañar de una pequeña grada de discos que a continuación, acto seguido, entierra el purín depositado, los brazos se pliegan para permitir su transporte por carretera.

- Cuba con inyectores: Es una variación del anterior sistema, pues los tubos terminan en una reja o un disco que entierran el purín. Para cultivos antes de siembra los inyectores (de reja) trabajan a 10-20 cms; para praderas los inyectores (de disco preferentemente) trabajan entre 3 y 5 cms. Con este tipo de maquinaria se suprimen los malos olores, con lo que el reparto de purines en terrenos agrarios puede acercarse bastante a las poblaciones y la pérdida de  $N_2$  son mínimas.

- En el caso de que se precisara, por cualquier circunstancia, determinar la “edad” de un purín determinado, para saber si ha sido almacenado por un período de tiempo conveniente, se puede recurrir a determinar la relación existente entre el nitrógeno amoniacal sobre el nitrógeno total de ese purín, siempre que no haya sido sometido a procesos de aireación. Para ello se tendrá en cuenta que el porcentaje de nitrógeno amoniacal sobre el nitrógeno total en un “purín viejo” es más alta del 65%, mientras en un “purín joven” o reciente, es menor del 60%.

Según el Instituto Técnico Ganadero de Navarra (I.T.G.), la composición media de los purines respecto a los elementos nutritivos de las plantas según el tipo de instalación ganadera de donde provienen los purines, es:

- Purines de Maternidad: 0,3(N) - 0,25(P) - 0,2(K)
- Purines de cebo: 0,7(N) - 0,45(P) - 0,4(K)
- Purines de explotación ciclo cerrado: 0,45(N) - 0,35(P) - 0,25(K)

La composición media de todos los purines es de: 0,5(N) - 0,4(P) - 0,3(K). Nosotros en el ensayo hemos obtenido 0,5(N) - 0,4(P) - 0,2(K).

- Siguiendo los estudios realizados en países de nuestro entorno, el modo más efectivo y económico de afrontar el problema de la acumulación de excretas procedentes de animales, es a través de su esparcimiento en el suelo

agrícola, utilizándolas como abono. Sin embargo, es aconsejable la prudencia en el uso de los purines, y aplicarlos de una forma racional y programada, siendo esencial para conseguir un buen aprovechamiento agrícola de los purines, el *conocer* la riqueza de los mismos, es decir su caracterización química, al objeto de minimizar la acción indeseable de los metales pesados, que pueden aparecer en las excretas de los animales, ya que suelen utilizarse como complemento mineral en los correctores de los piensos, y que conocemos su alta persistencia en forma de biodisponibilidad en los suelos, y por último, que algunos cultivos hortícolas (Lechuga, Tomate, etc.) tienen una característica acumuladora de estos metales pesados, por lo que en estos cultivos no se recomienda el uso de purines.

En cuanto a los elementos nutritivos presentes en los purines, sus valores fertilizantes son:

**Fósforo:** Su labor fertilizante o coeficiente de equivalencia es de 0,85 en relación con el superfosfato del 45% (Ziegler et Heduit, 1991).

A largo plazo, hay investigadores que consideran a todo el P contenido en los purines, comparable al de un abono mineral (Smith et Van Dijk, 1987), con lo que en este caso el coeficiente de equivalencia del fósforo del purín es igual a 1.

**Potasio:** Su valor fertilizante o coeficiente de equivalencia igual a 1.

**Nitrógeno:** Es muy variable por las pérdidas que se producen (en nuestras zonas pocas pérdidas por lixiviación, pero se incrementan las de evaporación si no se entierra rápidamente y hace calor).

0,47 enterrado y 0,36 sin enterrar: efecto posterior año siguiente +0,18 por la cantidad de nitrógeno orgánico que se va a ir mineralizando, eso en seco.

En regadío: enterrado: 0,72 + 0,2 (año siguiente)  
sin enterrar: 0,46 + 0,2 (año siguiente)

### APLICACIÓN AGRONÓMICA DEL PURÍN

Zona Climática	+/ha. de purín	U.F. aportadas		
		N	P	K
Secano				
Árida o semiárida	30 t.	46,5	102	60
Media	40 t.	62	136	80
Baja montaña	50 t.	78	170	100
Regadío	50 t.	180	170	100

## 6.2.- ÁREA SANITARIA

- De todos los gérmenes estudiados (E. coli, Clostridium, Salmonellas, Serpulina), sólo los Clostridium (debido a su especial metabolismo y a su facilidad para esporular) persisten en los purines tras un almacenaje de 180 días al aire libre.

- Es muy difícil reducir la flora bacteriana utilizando exclusivamente la aireación, hay que recurrir a combinar medios químicos con la aireación si se quiere reducir drásticamente la carga bacteriana.

- Debido a causas externas tales como el estrés físico-químico-ambiental y como el denominado estrés biológico, la posibilidad de supervivencia de los gérmenes presentes en los purines, al aplicarlos en el terreno, no es muy elevada, salvo en el caso de bacterias con poder de esporular y algunos tipos de virus.

- Ninguna forma parasitaria: ooquiste, huevo, larva o forma adulta, de ningún tipo de parásito estudiado en el presente ensayo, ha resistido más de 30 días en el purín almacenado al aire libre, aunque sí resisten la separación de fases por compacter.

## 6.3.- ÁREA ECONÓMICA

- A pesar del buen funcionamiento y rendimiento del “Separador de fases de prensa continua”, el elevado coste de la maquinaria y obra civil necesarias, hace que no sea aconsejable recomendar su instalación de forma sistemática en todas las explotaciones y zonas ganaderas, y solamente sería recomendable el tratamiento de purines en:

- aquellas explotaciones porcinas con más de 450 cerdas de vientre en ciclo cerrado o más de 5.000 plazas de cebo.
- aquellas zonas declaradas vulnerables
- aquellas zonas con elevada carga ganadera
- aquellas zonas con poca disponibilidad de Superficie Agraria Útil (SAU), y así evitar trasladar grandes volúmenes de líquidos a las zonas necesitadas de purín para su suelo agrícola.

#### **6.4.- COROLARIO**

En base a los resultados obtenidos, consideramos esencial, realizar ensayos o pruebas de campo en diferentes cultivos y un seguimiento de residuos sólidos en el suelo y en cultivos (metales pesados). Es necesario estudiar más las posibles mejoras técnicas en el manejo del purín, así como su reutilización agrícola, y encontrar soluciones biológicas para las cantidades cada día mayores de estiércol producido, porque como no se reduzcan las cantidades iniciales (que se van incrementado día a día debido a la mayor utilización de aguas de limpieza, a pérdidas de los bebederos, o al beber los animales, y de las aguas de lluvias no canalizadas independientemente, etc.) las posibles soluciones técnicas quedarán desbordadas por el coste de las mismas.

## 7. ANEXOS



## 7.1.- TABLAS Y GRÁFICOS

### Resultados de Análisis Agronómicos de Purines de Cerdo

	Ensayo CCEA (Lorca) 1998	Costa Yagüe (Lorca) 1987	Costa Yagüe Región de Murcia 1987	Navés y Torres Cataluña 1994	CEMAGREF Francia 1985	CISAINIA España 1997	PROYTEC 20 S.L. 1995
<b>M. Seca</b>	<b>70.32</b>	66.84	52.82	97.20	48-66	53.35	?
<b>Agua</b>	<b>929.68</b>	933.16	947.18	902.80	934-952	946.65	?
<b>pH</b>	<b>7.69</b>	7.90	7.92	?	6.9	?	7,5
<b>Densidad</b>	<b>996</b>	1023	1015	?	?	?	?
<b>Cenizas</b>	<b>23.70</b>	14.70	12.87	31.60	?	16.93	?
<b>M.Org.</b>	<b>46.62</b>	52.14	39.95	65.60	?	36.42	?
<b>Carb. org.</b>	<b>27.02</b>	13.68	9.07	?	28.0	?	?
<b>Nitróg. T.</b>	<b>4.55</b>	3.70	2.45	5.62	4-5.50	4.28	4.72
<b>Nitróg. O.</b>	<b>1.69</b>	1.54	0.89	2.44	1.4-1.50	1.28	1.12
<b>Nitróg. A.</b>	<b>2.86</b>	2.16	1.56	3.18	2.6-3.50	3.00	3.60
<b>Fósforo T.</b>	<b>4.10</b>	3.18	1.83	6.23	4-6	3.18	?
<b>Potasio T.</b>	<b>2.22</b>	2.75	1.70	2.81	2.5-3	2.76	2.40
<b>Sodio T.</b>	<b>0.42</b>	0.41	0.36	0.57	1	0.92	0.66
<b>Calcio T.</b>	?	?	?	3.96	3-5	2.15	
<b>Magnesio</b>	?	?	?	1.30	1-1.5	0.51	
<b>Cloruros</b>	<b>1.07</b>	0.91	0.72	?	?	?	0.71
<b>Sulfatos</b>	?	?	?	?	?	?	2.85
<b>Carbonatos</b>	?	?	?	?	?	?	0.73
<b>Hierro</b>	?	0.086	0.079	0.372	0.350	0.061	?
<b>Cinc</b>	<b>0.061</b>	0.034	0.023	0.065	0.064	0.040	0.030
<b>Cobre</b>	?	0.036	0.023	0.036	0.040	0.035	0.030
<b>Manganeso</b>	<b>0.028</b>	0.010	0.009	0.038	0.042	0.015	?
<b>Níquel</b>	?	?	?	?	0.0014	?	?
<b>Plomo</b>	?	?	?	?	0.0007	?	0.00005
<b>Cromo</b>	?	?	?	?	0.00077	?	?
<b>Boro</b>	?	?	?	?	0.004	?	?
<b>Molibdeno</b>	<b>0.0004</b>	?	?	?	?	?	?
<b>Cadmio</b>	?	?	?	?	0.0004	?	0.00003
<b>Arsénico</b>	?	?	?	?	0.00012	?	0.000001
<b>Selenio</b>	?	?	?	?	0.00004	?	?
<b>Mercurio</b>	<b>0.0000001</b>	?	?	?	0.000004	?	0.0000001

(Datos medios, expresados en Kg/m<sup>3</sup>, salvo el pH y el valor de la densidad).

Tabla comparativa de la composición química entre Purín Bruto y las Fases Líquida y Sólida a las 24 horas de la separación

	Purín Bruto	F. Líquida 24h	F. Sólida 24 h.
Agua	929,68 kg	978,89 kg	679,58 kg
Materia Seca:	70,32 kg	21,11 kg	320,42 kg
Cenizas	23,70 kg	9,15 kg	50,69 kg
Materia Orgánica	46,62 kg	11,96 kg	269,73 kg
Carbono orgánico	27,02 kg	6,91 kg	156,42 kg
Nitrógeno Total:	4,55 kg	3,16 kg	6,78 kg
Nitrógeno orgánico	1,69 kg	0,79 kg	5,56 kg
Nitrógeno amoniacal	2,86 kg	2,37 kg	1,22 kg
Fósforo Total	4,10 kg	1,15 kg	9,17 kg
Potasio Total	2,22 kg	2,05 kg	1,83 kg
Cloruro Total	1,07 kg	1,73 kg	0,63 kg
Sodio Total	0,42 kg	0,43 kg	0,37 kg
Cinc Total	0,061 kg	0,023 kg	0,088 kg
Manganeso Total	0,028 kg	0,008 kg	0,062 kg
Molibdeno Total	0,0004 kg	0,0002 kg	0,0009 kg
Mercurio Total	trazas	—	trazas

(Por  $m^3$  de muestra los líquidos y por  $Tm$  los sólidos)

Tabla comparativa de la composición química entre las Fases Líquida a las 24 h. y a los 15 días de la separación tras el período de aireación

	F. Líquida 24h	F. Líquida 15 d.	%
Agua	978,89 kg	982,67 kg	+0,4
Materia Seca:	21,11 kg	17,33 kg	-18,9
Cenizas	9,15 kg	7,69 kg	-15,9
Materia Orgánica	11,96 kg	9,63 kg	-19,5
Carbono orgánico	6,91 kg	5,59 kg	-19,1
Nitrógeno Total:	3,16 kg	2,67 kg	-15,5
Nitrógeno orgánico	0,79 kg	0,85 kg	+7,6
Nitrógeno amoniacal	2,37 kg	1,82 kg	-23,2
Fósforo Total	1,15 kg	0,87 kg	-24,4
Potasio Total	2,05 kg	2,07 kg	+0,9
Cloruro Total	1,73 kg	1,05 kg	-29,3
Sodio Total	0,43 kg	0,38 kg	-11,6
Cinc Total	0,023 kg	0,021 kg	-8,7
Manganeso Total	0,008 kg	0,007 kg	-12,5
Molibdeno Total	0,0002 kg	0,0002 kg	=
Mercurio Total	—	—	=

(Por  $m^3$  de muestra)



Tabla comparativa de la composición química entre las Fases Sólidas a las 24 h. y a los 15 días de la separación tras el período de aireación

	F. Sólida 24 h	F. Sólida 15 d.	%
Agua	679,58 kg	593,13 kg	-12,7
Materia Seca:	320,42 kg	406,88 kg	+27
Cenizas	50,69 kg	63,51 kg	+25,3
Materia Orgánica	269,73 kg	343,36 kg	+27,3
Carbono orgánico	156,42 kg	199,12 kg	+27,3
Nitrógeno Total:	6,78 kg	8,49 kg	+25,2
Nitrógeno orgánico	5,56 kg	7,35 kg	+32,2
Nitrógeno amoniacal	1,22 kg	1,14 kg	-6,6
Fósforo Total	9,17 kg	11,80 kg	+28,7
Potasio Total	1,83 kg	2,78 kg	+51,9
Cloruro Total	0,63 kg	1,16 kg	+84,1
Sodio Total	0,37 kg	0,59 kg	+59,5
Cinc Total	0,088 kg	0,095 kg	+7,9
Manganeso Total	0,062 kg	0,099 kg	+59,7
Molibdeno Total	0,0009 kg	0,0018 kg	+200
Mercurio Total	trazas	trazas	=

(Por Tm. de muestra)

Tabla comparativa de la composición química entre la Fase Líquida a los 15 días de la separación y los Lodos de la misma Fase

	F. Líquida 15 d.	Lodos 15 d.
Agua	982,67 kg	885,64 kg
Materia Seca:	17,33 kg	114,36 kg
Cenizas	7,69 kg	50,24 kg
Materia Orgánica	9,63 kg	64,12 kg
Carbono orgánico	5,59 kg	37,30 kg
Nitrógeno Total:	2,67 kg	6,43 kg
Nitrógeno orgánico	0,85 kg	3,28 kg
Nitrógeno amoniacal	1,82 kg	3,16 kg
Fósforo Total	0,87 kg	10,12 kg
Potasio Total	2,07 kg	2,05 kg
Cloruro Total	1,05 kg	0,63 kg
Sodio Total	0,38 kg	0,51 kg
Cinc Total	0,021 kg	0,147 kg
Manganeso Total	0,007 kg	0,063 kg
Molibdeno Total	0,0002 kg	0,0013 kg
Mercurio Total	—	—

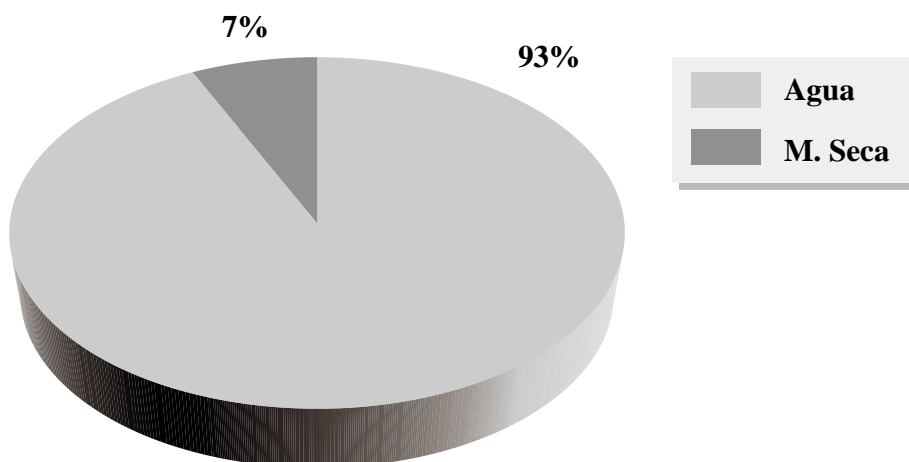
(Por m<sup>3</sup> de muestra)

Tabla comparativa de la composición química entre la Fase Sólida a los 15 días de la separación y el compost

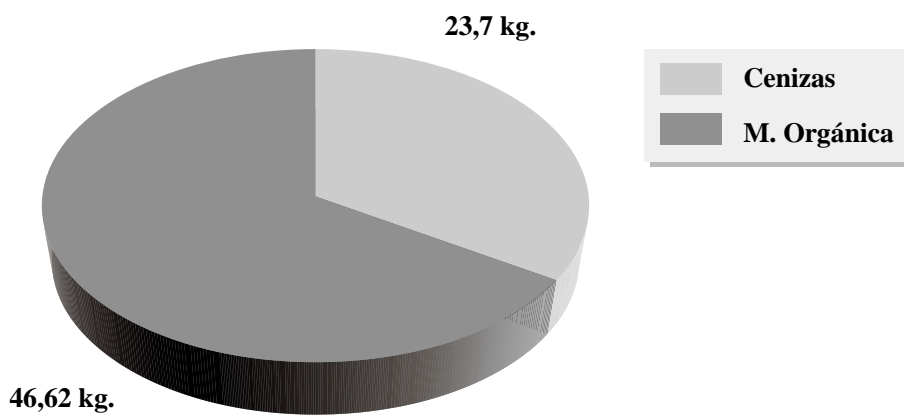
	<b>F. Sólida 15 d.</b>	<b>Compost</b>	<b>%</b>
<b>Agua</b>	593,13 kg	463,63 kg	-21,3
<b>Materia Seca:</b>	406,88 kg	536,37 kg	+31,8
<b>Cenizas</b>	63,51 kg	100,55 kg	+58,3
<b>Materia Orgánica</b>	343,36 kg	435,82 kg	+26,9
<b>Carbono orgánico</b>	199,12 kg	252,75 kg	+26,9
<b>Nitrógeno Total:</b>	8,49 kg	12,77 kg	+50,4
<b>Nitrógeno orgánico</b>	7,35 kg	11,13 kg	+51,4
<b>Nitrógeno amoniacal</b>	1,14 kg	1,63 kg	+43
<b>Fósforo Total</b>	11,80 kg	20,26 kg	+71,7
<b>Potasio Total</b>	2,78 kg	3,59 kg	+29,1
<b>Cloruro Total</b>	1,16 kg	1,59 kg	+37
<b>Sodio Total</b>	0,59 kg	0,75 kg	+27,1
<b>Cinc Total</b>	0,095 kg	0,145 kg	+52,6
<b>Manganeso Total</b>	0,099 kg	0,136 kg	+37,3
<b>Molibdeno Total</b>	0,0018 kg	0,0020 kg	+11,1
<b>Mercurio Total</b>	trazas	trazas	=

(Por Tm. de muestra)

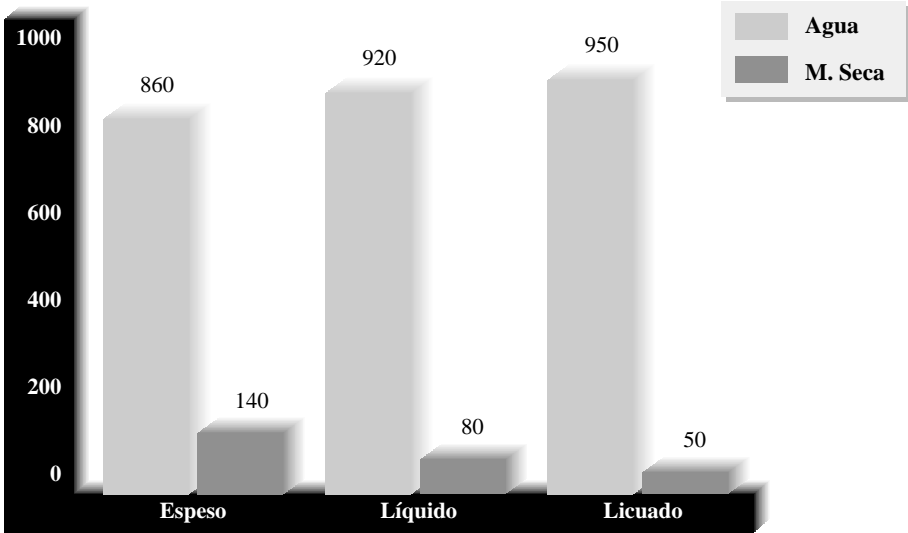
### COMPOSICIÓN DEL PURIN



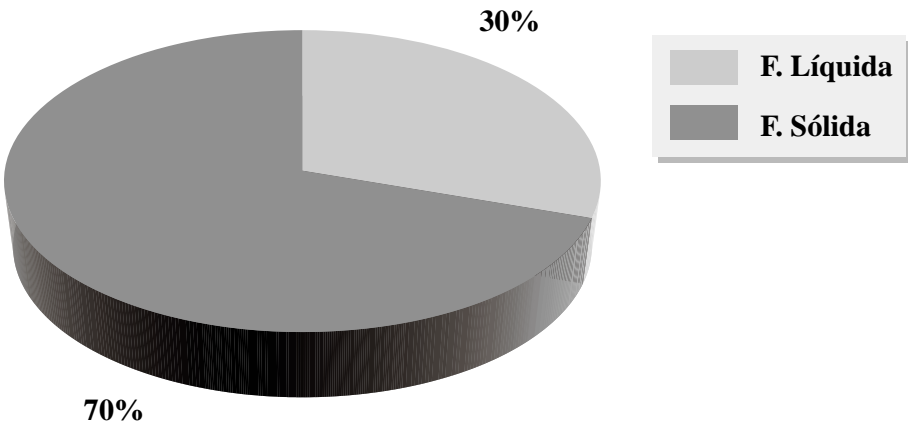
### COMPOSICIÓN DE LA M. SECA DEL PURIN



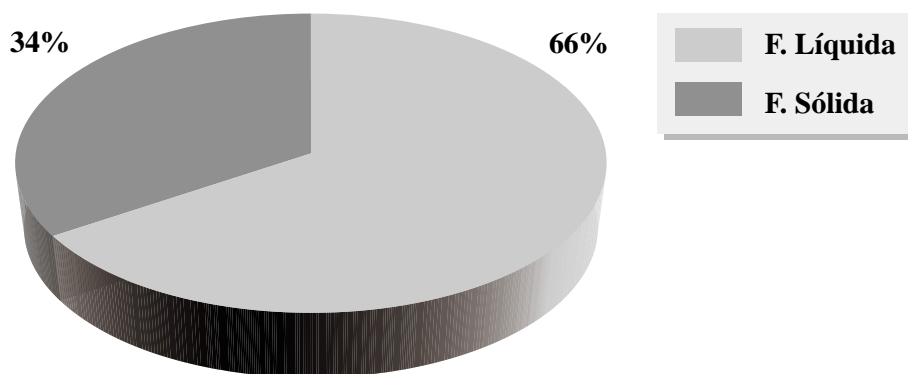
### TIPOS DE PURINES SEGÚN % DE M. SECA



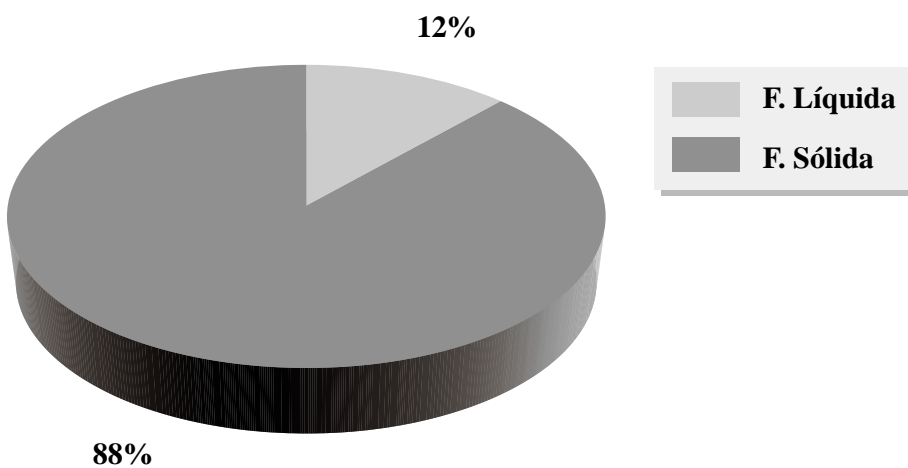
### DISTRIBUCIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL



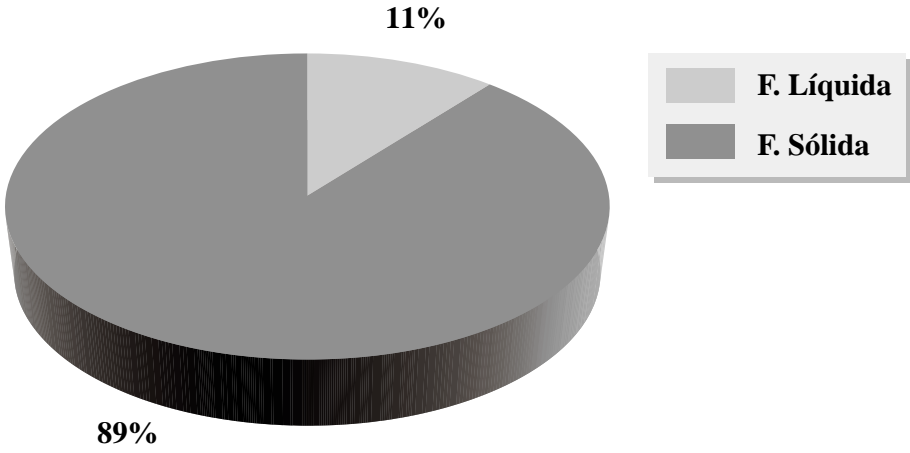
### DISTRIBUCIÓN DEL NITRÓGENO AMONICAL



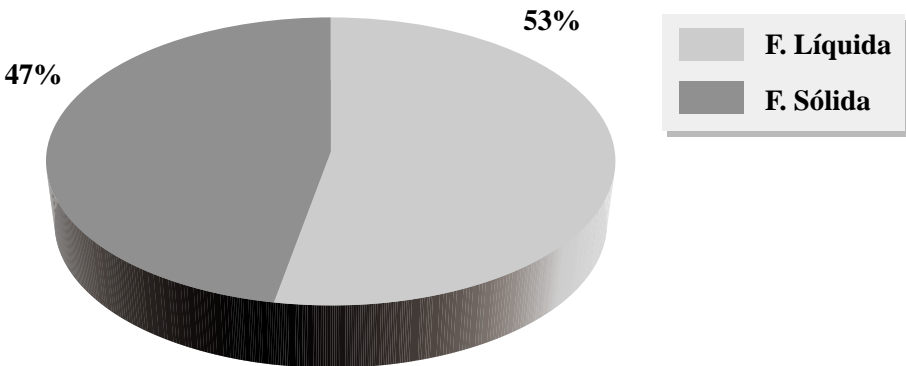
### DISTRIBUCIÓN DEL NITRÓGENO ORGÁNICO



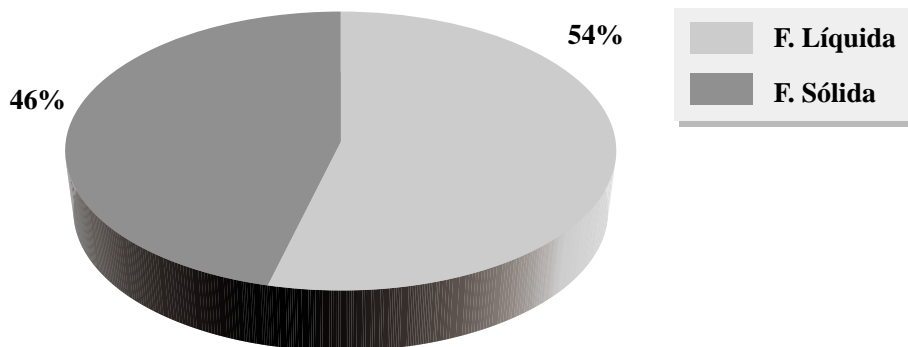
**DISTRIBUCIÓN DEL FÓSFORO TOTAL**



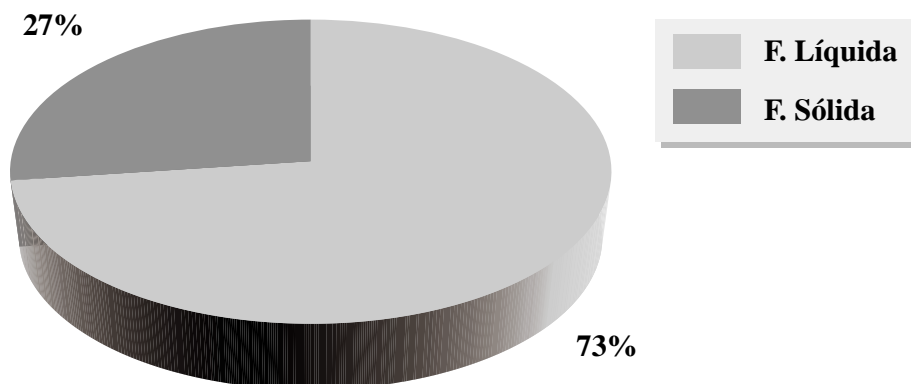
**DISTRIBUCIÓN DEL POTASIO TOTAL**



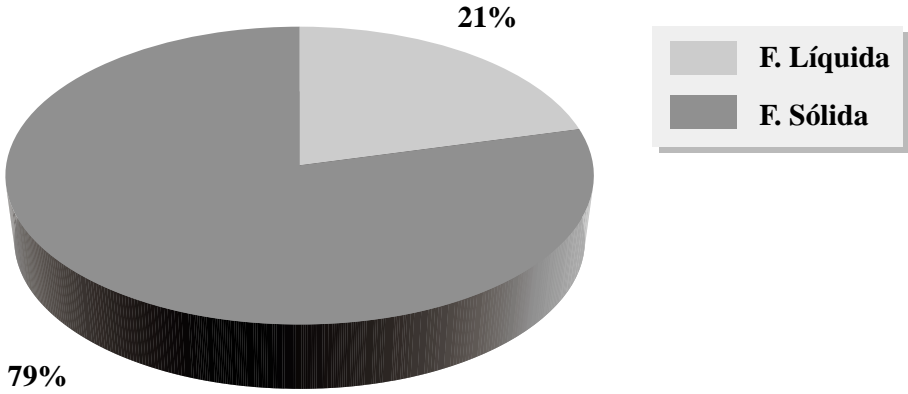
### DISTRIBUCIÓN DEL SODIO TOTAL



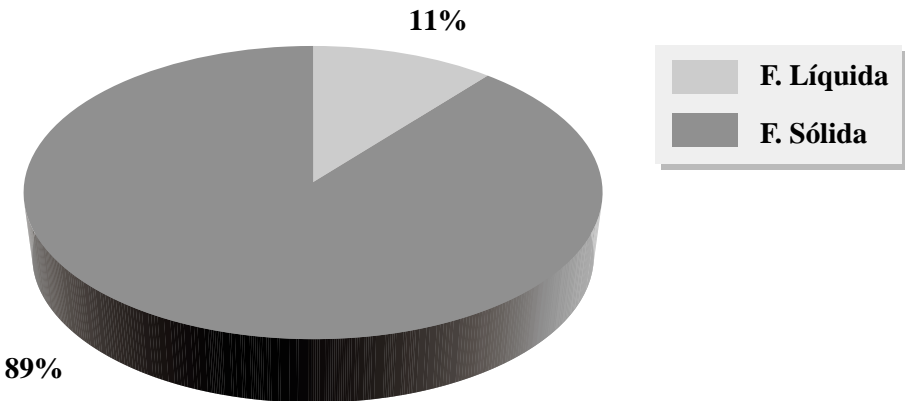
### DISTRIBUCIÓN DEL CLORO TOTAL



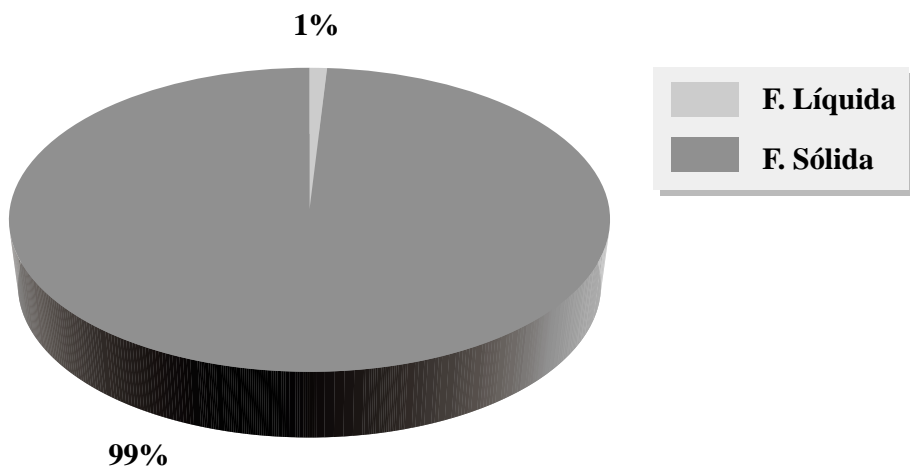
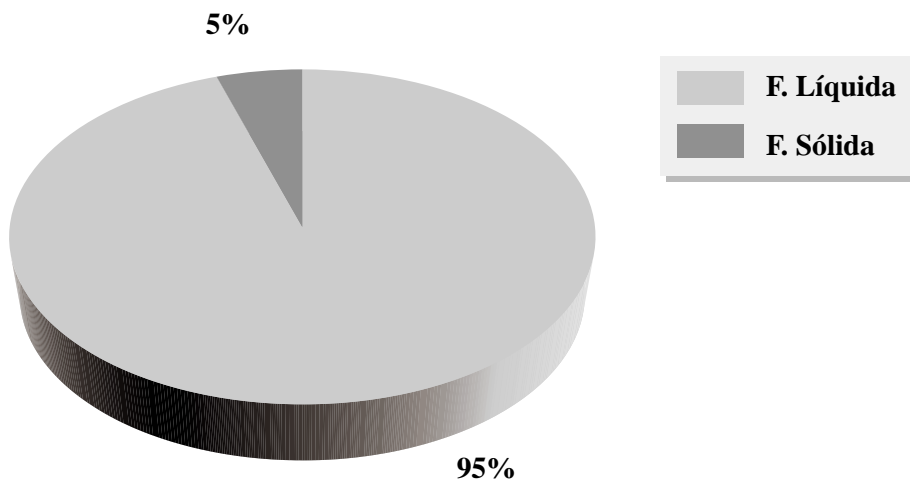
### DISTRIBUCIÓN DEL CINC TOTAL



### DISTRIBUCIÓN DEL MANGANESO TOTAL





**PRESENCIA DE U.F.C. DE E. COLI SEGÚN FASES****PRESENCIA DE U.F.S. DE CLOSTRIDIUM SEGÚN FASES**

## 7.2.- ANEXOS DE LEGISLACIÓN

### II

*(Actos cuya publicación no es una condición para su aplicación)*

**CONSEJO**  
**DIRECTIVA DEL CONSEJO**  
**de 12 de diciembre de 1991**  
**relativa a la protección de las aguas contra la contaminación**  
**producida por nitratos utilizados en la agricultura.**  
(91/676/CEE)

### EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, su artículo 130 S,

Vista la propuesta de la Comisión, (DO nº C54 de 3.3.1989, p.4 y DO nº C51 de 2.3.1990, p.12)

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (DO nº C158 de 26.6.1989, p.487).

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (DO nº C159 de 26.6.1989, p.1)

Considerando que el contenido de nitratos de las aguas de algunas regiones de los Estados miembros está aumentando y ya es elevado en comparación con los niveles establecidos en las Directivas del Consejo 75/440/CEE, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (DO nº L194 de 25.7.1975, p.26), modificada por la Directiva 79/869/CEE (DO nº L271 de 29.10.1979, p.44), y 80/778/CEE, de 15 de julio de 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DO nº L229 de 30.8.1980, p.11), modificada por el Acta de adhesión de 1985;

Considerando que el cuarto programa de acción de las Comunidades Europeas en materias de medio ambiente (DO nº L328 de 7.12.1987, p.1) apuntaba que la Comisión proyectaba presentar una propuesta de Directiva sobre el control y la reducción de la contaminación de las aguas causada por la propagación o el vertido de residuos procedentes de la ganadería y por el uso excesivo de fertilizantes;

Considerando que el Libro verde de la Comisión «*Las perspectivas de la política agraria común*», sobre la reforma de la política agraria común,

---

señala que, aunque la agricultura comunitaria necesite fertilizantes y abonos animales que contienen nitrógeno, el uso excesivo de fertilizantes es un riesgo para el medio ambiente, que se precisan iniciativas comunes para controlar los problemas ocasionados por la ganadería intensiva y que la política agraria debe tener más en cuenta la política medioambiental;

Considerando que la Resolución del Consejo, de 28 de junio de 1988, sobre la protección del Mar del Norte y de otras aguas comunitarias (DO n° C209 de 9.8.1988, p.3) invita a la Comisión a presentar propuestas de medidas comunitarias;

Considerando que la causa principal de la contaminación originada por fuentes difusas que afecta a las aguas de la Comunidad son los nitratos procedentes de fuentes agrarias;

Considerando que es necesario, en consecuencia, reducir la contaminación de las aguas provocada o inducida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, así como prevenir en mayor medida dicha contaminación para proteger la salud humana, los recursos vivos y los ecosistemas acuáticos, así como salvaguardar otros usos legítimos de las aguas; considerando que a tal fin es importante tomar medidas relativas al almacenamiento y a la aplicación a las tierras de todos los compuestos nitrogenados y a ciertas prácticas de gestión de la tierra;

Considerando que, dado que la contaminación de las aguas producida por nitratos de un Estado miembro puede afectar a las aguas de otro Estado miembro, es necesaria, por consiguiente, una acción comunitaria de conformidad con lo dispuesto en el artículo 130 R;

Considerando que mediante el fomento de prácticas agrarias correctas los Estados miembros pueden proporcionar a todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación futura;

Considerando que hay zonas que vierten en aguas vulnerables a la contaminación producida por compuestos nitrogenados que requieren una protección especial;

Considerando que es necesario que los Estados miembros identifiquen sus zonas vulnerables y proyecten y apliquen programas de acción para reducir la contaminación de las aguas producida por compuestos nitrogenados en las zonas vulnerables;

Considerando que dichos programas de acción deben incluir medidas que limiten la aplicación a las tierras de todos los fertilizantes que contienen nitrógeno y, en particular, establecer límites específicos para la aplicación de abonos animales;

Considerando que es necesario controlar las aguas y aplicar métodos de medición de referencia a los compuestos nitrogenados para garantizar que las medidas sean efectivas;

Considerando que la situación hidrogeológica en determinados Estados miembros es tal que pueden transcurrir muchos años antes de que las medidas de protección produzcan una mejora de la calidad de las aguas;

Considerando que debe crearse un Comité encargado de asistir a la Comisión en los temas relativos a la aplicación de la presente Directiva y su adaptación al progreso científico y técnico;

Considerando que los Estados miembros deberían redactar y presentar a la Comisión informes sobre la aplicación de la presente Directiva;

Considerando que la Comisión debería informar regularmente sobre la aplicación de la presente Directiva por parte de los Estados miembros,

**HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:**

## **ARTÍCULO 1**

El objetivo de la presente Directiva es:

- reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario, y
- actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase.

## **ARTÍCULO 2**

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

- a) «aguas subterráneas»: todas las aguas que estén bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o subsuelo;
- b) «agua dulce»: el agua que surge de forma natural, con baja concentración de sales, y que con frecuencia puede considerarse apta para ser extraída y tratada a fin de producir agua potable;

- c) «compuesto nitrogenado»: cualquier sustancia que contenga nitrógeno, excepto el nitrógeno molecular gaseoso;
- d) «ganado»: todos los animales criados con fines de aprovechamiento o con fines lucrativos;
- e) «fertilizante»: cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos nitrogenados y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación; comprende el estiércol, los desechos de piscifactorías y los lodos de depuradora;
- f) «fertilizante químico»: cualquier fertilizante que se fabrique mediante un proceso industrial;
- g) «estiércol»: los residuos excretados por el ganado o las mezclas de desechos y residuos excretados por el ganado, incluso transformados;
- h) «aplicación sobre el terreno»: la incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolas sobre la superficie, inyectándolas en ellas, introduciéndolas por debajo de su superficie o mezclándolas con las capas superficiales del suelo;
- i) «eutrofización»: el aumento de la concentración de compuestos de nitrógeno, que provoca un crecimiento acelerado de las algas y las especies vegetales superiores, y causa trastornos negativos en el equilibrio de los organismos presentes en el agua y en su propia calidad;
- j) «contaminación»: la introducción de compuestos nitrogenados de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tenga consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras utilidades legítimas de las aguas;
- k) «zona vulnerable»: una superficie de terreno definida con arreglo al apartado 2 del artículo 3.

### ARTÍCULO 3

1. Los Estados miembros determinarán, con arreglo a los criterios definidos en el Anexo I, las aguas afectadas por la contaminación y las aguas que podrían verse afectadas por la contaminación si no se toman medidas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 5.
2. Los Estados miembros designarán, en un plazo de dos años a partir de la notificación de la presente Directiva, como zonas vulnerables todas las superficies conocidas de su territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas contempladas en el apartado 1 y que contribuyan a la contaminación. Notificarán esta designación inicial a la Comisión en el plazo de seis meses.

3. Cuando aguas determinadas por un Estado miembro con arreglo al apartado 1 estén afectadas por contaminación procedente de aguas de otro Estado miembro que fluyan directa o indirectamente hacia dichas aguas, el Estado miembro cuyas aguas se vean afectadas notificará los hechos pertinentes al otro Estado miembro y a la Comisión.

Los Estados miembros afectados llevarán a cabo la concertación necesaria, con la Comisión cuando fuera oportuno, para determinar las fuentes en cuestión y las medidas que deban tomarse para proteger las aguas afectadas a fin de garantizar la conformidad con lo dispuesto en la presente Directiva.

4. Los Estados miembros examinarán y, si procede, modificarán o ampliarán las designaciones de zonas vulnerables en un plazo adecuado y como mínimo cada cuatro años, a fin de tener en cuenta cambios y factores no previstos en el momento de la designación anterior. Notificarán a la Comisión cualquier modificación o ampliación de las designaciones en un plazo de seis meses.
5. Los Estados miembros no estarán obligados a determinar zonas vulnerables específicas en caso de que elaboren y apliquen programas de acción contemplados en el artículo 5 con arreglo a lo dispuesto en la presente Directiva en todo su territorio nacional.

## **ARTÍCULO 4**

1. Con objeto de establecer para todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación, los Estados miembros, dentro de un plazo de dos años a partir de la notificación de la presente Directiva:
  - a) elaborarán uno o más códigos de prácticas agrarias correctas que podrán poner en efecto los agricultores de forma voluntaria, que contenga disposiciones que abarquen al menos, las cuestiones mencionadas en la letra A del Anexo II;
  - b) establecerán, cuando sea necesario, un programa de fomento de la puesta en ejecución de dichos códigos de prácticas agrarias correctas, el cual incluirá la formación e información de los agricultores.
2. Los Estados miembros informarán detalladamente a la Comisión acerca de sus códigos de prácticas agrarias correctas y la Comisión incluirá información sobre dichos códigos en el informe a que se refiere el artí-

---

culo 11. A la luz de la información recibida y si lo considerase necesario, la Comisión podrá presentar las oportunas propuestas al Consejo.

## ARTÍCULO 5

1. En un plazo de dos años a partir de la designación inicial a que se refiere el apartado 2 del artículo 3, o de un año a partir de cada designación complementaria con arreglo al apartado 4 del artículo 3, y con objeto de cumplir los objetivos especificados en el artículo 1, los Estados miembros establecerán programas de acción respecto de las zonas vulnerables designadas.
2. Los programas de acción podrán referirse a todas las zonas vulnerables del territorio de un Estado miembro o, si dicho Estado miembro lo considerase oportuno, podrán establecerse programas diferentes para distintas zonas vulnerables o partes de dichas zonas.
3. Los programas de acción tendrán en cuenta:
  - a) los datos científicos y técnicos de que se disponga, principalmente con referencia a las respectivas aportaciones de nitrógeno procedentes de fuentes agrarias o de otro tipo;
  - b) las condiciones medioambientales en las regiones afectadas del Estado miembro de que se trate.
4. Los programas de acción se pondrán en aplicación en el plazo de cuatro años desde su elaboración y consistirán en las siguientes medidas obligatorias:
  - a) las medidas del Anexo III;
  - b) las medidas dispuestas por los Estados miembros en el o los códigos de prácticas agrarias correctas establecidos con arreglo al artículo 4, excepto aquellas que hayan sido sustituidas por las medidas del Anexo III.
5. Por otra parte, y en contexto de los programas de acción, los Estados miembros tomarán todas aquellas medidas adicionales o acciones reforzadas que consideren necesarias si, al inicio o a raíz de la experiencia adquirida al aplicar los programas de acción, se observare que las medidas mencionadas en el apartado 4 no son suficientes para alcanzar los objetivos especificados en el artículo 1. Al seleccionar estas medidas o acciones, los Estados miembros tendrán en cuenta su eficacia y su coste en comparación con otras posibles medidas de prevención.

6. Los Estados miembros elaborarán y pondrán en ejecución programas de control adecuados para evaluar la eficacia de los programas de acción establecidos de conformidad con el presente artículo.

Los Estados miembros que apliquen el artículo 5 en todo su territorio nacional controlarán el contenido de nitrato en las aguas (superficiales y subterráneas) en los puntos de medición seleccionados mediante los que se pueda establecer el grado de contaminación de las aguas provocada por nitratos de origen agrario.

7. Los Estados miembros revisarán y, si fuere necesario, modificarán sus programas de acción, incluidas las posibles medidas adicionales que hayan adoptado con arreglo al apartado 5, al menos cada cuatro años. Comunicarán a la Comisión los cambios que introduzcan en los programas de acción.

## **ARTÍCULO 6**

1. A fin de designar zonas vulnerables y de modificar o ampliar la lista de dichas zonas, los Estados miembros:
  - a) dentro de un plazo de dos años a partir de la notificación de la presente Directiva, controlarán la concentración de nitratos en las aguas dulces durante un período de un año:
    - I) en las estaciones de muestreo de aguas de superficie, contempladas en el apartado 4 del artículo 5 de la Directiva 75/440/CEE y/o en otras estaciones de muestreo de aguas de superficie de los Estados miembros, por lo menos una vez al mes, y con mayor frecuencia durante los períodos de crecida;
    - II) en las estaciones de muestreo que sean representativas de los acuíferos subterráneos de los Estados miembros, a intervalos regulares y teniendo en cuenta lo dispuesto en la Directiva 80/778/CEE;
  - b) repetirán el programa de control establecido en la letra a) por lo menos cada cuatro años, con excepción de las estaciones de muestreo en que la concentración de nitratos de todas las muestras anteriores hubiere sido inferior a los 25 mg/l y cuando no hubieren aparecido nuevos factores que pudieren propiciar el aumento del contenido de nitrato, en cuyo caso, bastará con repetir el programa de control cada ocho años;
  - c) revisarán el estado eutrófico de sus aguas dulces de superficie, y de sus aguas de estuario y costeras cada cuatro años.
2. Se aplicarán los métodos de medición de referencia que figuran en el Anexo IV.



---

## ARTÍCULO 7

Se podrán elaborar directrices para el control mencionado en los artículos 5 y 6 con arreglo al procedimiento del artículo 9.

## ARTÍCULO 8

Los Anexos de la presente Directiva podrán ser adaptados al progreso científico y técnico con arreglo al procedimiento del artículo 9.

## ARTÍCULO 9

1. La Comisión estará asistida por un Comité compuesto por los representantes de los Estados miembros y presidido por el representante de la Comisión.
2. El representante de la Comisión presentará al Comité un proyecto de medidas. El Comité emitirá su dictamen sobre dicho proyecto en un plazo que su presidente podrá establecer según la urgencia del asunto. El dictamen será emitido por la mayoría cualificada establecida en el apartado 2 del artículo 148 del Tratado para las decisiones que el Consejo deba aprobar a propuesta de la Comisión. Los votos de los representantes de los Estados miembros en el seno del Comité se ponderarán según lo dispuesto en el artículo mencionado. El presidente no participará en la votación.
3. a) La Comisión adoptará las medidas proyectadas si se ajustan al dictamen del Comité.  
b) Si las medidas proyectadas no se ajustan al dictamen del Comité, o si éste no emite dictamen alguno, la Comisión someterá al Consejo a la mayor brevedad una propuesta relativa a las medidas que deban tomarse. El Consejo se pronunciará por mayoría cualificada.  
c) Si el Consejo no actúa en un plazo de tres meses a partir del momento en que la propuesta se haya sometido al Consejo, la Comisión adoptará las medidas propuestas, salvo que el Consejo rechace dichas medidas por mayoría simple.

## ARTÍCULO 10

1. Con respecto al período de cuatro años a partir de la notificación de la presente Directiva, y con respecto a cada período subsiguiente de cuatro años, los Estados miembros presentarán a la Comisión un informe en el que constará la información contemplada en el Anexo V.

2. El informe mencionado en el presente artículo se presentará a la Comisión dentro de los seis meses siguientes al final del período a que se refiera.

## **ARTÍCULO 11**

Sobre la base de la información recibida según lo dispuesto en el artículo 10, la Comisión publicará informes de síntesis en un plazo de seis meses a partir de la presentación de los informes por los Estados miembros y los transmitirá al Parlamento Europeo y al Consejo. A la luz de la puesta en ejecución de la Directiva y, en particular, de lo dispuesto en el Anexo III, la Comisión presentará al Consejo, a más tardar el 1 de enero de 1998, un informe acompañado cuando proceda de propuestas de revisión de la presente Directiva.

## **ARTÍCULO 12**

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a la presente Directiva en un plazo de dos años a partir de su notificación (La presente Directiva ha sido notificada a los Estados miembros el 19 de diciembre de 1991). Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.
2. Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.
3. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión los textos de las disposiciones de Derecho nacional que adopten en el ámbito cubierto por la presente Directiva.

## **ARTÍCULO 13**

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 12 de Diciembre de 1991

Por el Consejo  
*El Presidente*

J.G.M. ALDERS

## **ANEXO I**

### **CRITERIOS PARA IDENTIFICAR LAS AGUAS A QUE SE REFIERE EL APARTADO 1 DEL ARTÍCULO 3**

- A. Las aguas contempladas en el apartado 1 del artículo 3 se identificarán utilizando, entre otros criterios, los siguientes:
1. si las aguas dulces superficiales, en particular las que se utilicen o vayan a utilizarse para la extracción de agua potable presentan, o pueden llegar a presentar si no se actúa de conformidad con el artículo 5, una concentración de nitratos superior a la fijada de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 75/440/CEE;
  2. si las aguas subterráneas contienen más de 50 mg/l. de nitratos, o pueden llegar a contenerlos si no se actúa de conformidad con el artículo 5;
  3. si los lagos naturales de agua dulce, otras masas de agua dulce naturales, los estuarios, las aguas costeras y las marinas son eutróficas o pueden eutrofizarse en un futuro próximo si no se actúa de conformidad con el artículo 5.
- B. Al aplicar estos criterios los Estados miembros también deberán tener en cuenta:
1. las características físicas y ambientales de las aguas y de la tierra;
  2. los conocimientos actuales sobre el comportamiento de los compuestos nitrogenados en el medio ambiente (aguas y suelos);
  3. los conocimientos actuales sobre las repercusiones de las acciones llevadas a cabo de conformidad con el artículo 5.

## **ANEXO II**

### **CÓDIGO(S) DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS**

- A. El código o los códigos de buenas prácticas agrarias, cuyo objetivo sea reducir la contaminación provocada por los nitratos y tener en cuenta las condiciones de las distintas regiones de la Comunidad, deberían contener disposiciones que contemplen las siguientes cuestiones, en la medida en que sean pertinentes:
1. los períodos en que no es conveniente la aplicación de fertilizantes a las tierras;
  2. la aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos inclinados y escarpados;

3. la aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos hidromorfos, inundados, helados o cubiertos de nieve;
  4. las condiciones de aplicación de fertilizantes a tierras cercanas a cursos de agua;
  5. la capacidad y el diseño de los tanques de almacenamiento de estiércol, las medidas para evitar la contaminación del agua por escorrentía y filtración en aguas superficiales o subterráneas de líquidos que contengan estiércol y residuos procedentes de productos vegetales almacenados como el forraje ensilado;
  6. procedimientos para la aplicación a las tierras de fertilizantes químicos y estiércol que mantengan las pérdidas de nutrientes en las aguas a un nivel aceptable, considerando tanto la periodicidad como la uniformidad de la aplicación.
- B. Los Estados miembros también podrán incluir las siguientes cuestiones en su(s) código(s) de buenas prácticas agrarias:
7. la gestión del uso de la tierra con referencia a los sistemas de rotación de cultivos y a la proporción de la superficie de tierras dedicada a cultivos permanentes en relación con cultivos anuales;
  8. el mantenimiento durante períodos (lluviosos) de un manto mínimo de vegetación que absorba el nitrógeno del suelo que, de lo contrario, podría causar fenómenos de contaminación del agua por nitratos;
  9. el establecimiento de planes de fertilización acordes con la situación particular de cada explotación y la consignación en registros del uso de fertilizantes;
  10. la prevención de la contaminación del agua por escorrentía y la filtración del agua por debajo de los sistemas radiculares de los cultivos en los sistemas de riego.

### **ANEXO III**

#### **MEDIDAS QUE DEBERÁN INCLUIRSE EN LOS PROGRAMAS DE ACCIÓN A QUE SE REFIERE LA LETRA A) DEL APARTADO 4 DEL ARTÍCULO 5**

1. Las medidas incluirán normas relativas a:
  - 1.1. los períodos en los que está prohibida la aplicación a las tierras de determinados tipos de fertilizantes;
  - 1.2. la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol; dicha capacidad deberá ser superior a la requerida para el almacenamiento de estiércol a lo largo del período más largo durante el cual esté

prohibida la aplicación de estiércol a la tierra en la zona vulnerable, excepto cuando pueda demostrarse a las autoridades competentes que toda cantidad de estiércol que exceda de la capacidad real de almacenamiento será eliminada de forma que no cause daños al medio ambiente;

1.3. la limitación de la aplicación de fertilizantes a las tierras que sea compatible con las prácticas agrarias correctas y que tenga en cuenta las características de la zona vulnerable considerada y, en particular:

- a) las condiciones del suelo, el tipo de suelo y la pendiente;
- b) las condiciones climáticas, de pluviosidad y de riego;
- c) los usos de la tierra y las prácticas agrarias, incluidos los sistemas de rotación de cultivos; y deberá basarse en un equilibrio entre:

- I) la cantidad previsible de nitrógeno que vayan a precisar los cultivos, y
- II) la cantidad de nitrógeno que los suelos y los fertilizantes proporcionan a los cultivos, que corresponde a:

- la cantidad de nitrógeno presente en el suelo en el momento en que los cultivos empiezan a utilizarlo en grandes cantidades (cantidades importantes a finales del invierno),
- el suministro de nitrógeno a través de la mineralización neta de las reservas de nitrógeno orgánico en el suelo,
- los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de excrementos animales,
- los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de fertilizantes químicos y otros.

2. Estas medidas evitarán que, para cada explotación o unidad ganadera, la cantidad de estiércol aplicada a la tierra cada año, incluso por los propios animales, exceda de una cantidad por hectárea especificada.

La cantidad especificada por hectárea será la cantidad de estiércol que contenga 170 kg N. No obstante:

- a) durante los primeros programas de acción cuatrienal, los Estados miembros podrán permitir una cantidad de estiércol que contenga hasta 210 kg N;
- b) durante y transcurrido el primer programa de acción cuatrienal, los Estados miembros podrán establecer cantidades distintas de las mencionadas anteriormente. Dichas cantidades deberán establecerse de forma que no perjudiquen el cumplimiento de los objetivos especificados en el artículo 1 y deberán justificarse con arreglo a criterios objetivos, por ejemplo:

- ciclos de crecimiento largos;
- cultivos con elevada captación de nitrógeno;
- alta precipitación neta en la zona vulnerable;
- suelos con capacidad de pérdida de nitrógeno excepcionalmente elevada.

Cuando un Estado miembro autorice una cantidad distinta con arreglo a la presente letra b), informará a la Comisión, que estudiará la justificación con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 9.

3. Los Estados miembros podrán calcular las cantidades mencionadas en el punto 2 basándose en el número de animales.
4. Los Estados miembros informarán a la Comisión de la forma en que estén aplicando lo dispuesto en el punto 2. A la vista de la información recibida, la Comisión podrá, si lo considera necesario, presentar propuestas pertinentes al Consejo con arreglo a lo dispuesto en el artículo 11.

## **ANEXO IV**

### **MÉTODOS DE MEDICIÓN DE REFERENCIA**

#### **Fertilizantes químicos**

La medición de los compuestos nitrogenados se efectuará con arreglo al método descrito en la Directiva 77/535/CEE de la Comisión, de 22 de junio de 1977, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los métodos de toma de muestras y de análisis de los abonos (DO n° L213 de 22.8.1977, p.1), cuya última modificación la constituye la Directiva 89/529/CEE (DO n° L265 de 12.9.1989, p.30).

#### **Aguas dulces, costeras y marinas**

La concentración de nitratos se medirá según lo establecido en el apartado 3 del artículo 4 bis de la Directiva 77/795/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1977, por la que establece un procedimiento común de intercambio de informaciones relativo a la calidad de las aguas continentales superficiales en la Comunidad (DO n° L334 de 24.12.1977, p.29), modificada por la Decisión 86/574/CEE (DO n° L335 de 28.11.1986, p.44).

## ANEXO V

### CONTENIDO QUE DEBERÁ FIGURAR EN LOS INFORMES A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 10

1. Una declaración de las medidas preventivas adoptadas de conformidad con el artículo 4.
2. Un mapa que refleje lo siguiente:
  - a) las aguas identificadas de conformidad con el apartado 1 del artículo 3 y con el Anexo I, con indicación, para cada masa de agua, de cuál de los criterios expuestos en el Anexo I se ha seguido para la identificación;
  - b) la localización de las zonas vulnerables designadas, distinguiendo entre las zonas ya existentes y las que hayan sido designadas con posterioridad al informe anterior.
3. Un resumen del resultado del control efectuado de conformidad con el artículo 6, en el que constará una declaración de las motivaciones que hayan inducido a la designación de cada zona vulnerable, o a cualquier modificación o ampliación de las designaciones de zonas vulnerables.
4. Un resumen de los programas de acción elaborados de conformidad con el artículo 5 y, en especial, de:
  - a) las medidas impuestas en las letras a) y b) del apartado 4 del artículo 5;
  - b) la información exigida en el punto 4 del Anexo III;
  - c) cualquier medida o acción reforzada complementaria que se adopte de conformidad con el apartado 5 del artículo 5;
  - d) un resumen del resultado de los programas de control aplicados en virtud del apartado 6 del artículo 5;
  - e) las hipótesis de las que partan los Estados miembros respecto al calendario probable en que se espere que las aguas identificadas de conformidad con el apartado 1 del artículo 3 respondan a las medidas del programa de acción, junto con una indicación del grado de incertidumbre que dichas hipótesis supongan.

**CONSEJO**  
**DIRECTIVA DEL CONSEJO**  
**de 24 de septiembre de 1996**  
**relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.**  
(96/61/CE)

**ARTÍCULO 1: OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Directiva tiene por objeto la prevención y la reducción integradas de la contaminación procedente de las actividades que figuran en el Anexo I. En ella se establecen medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las citadas actividades en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto, sin perjuicio de las disposiciones de la Directiva 85/337/CEE, y de las otras disposiciones comunitarias en la materia.

**ARTÍCULO 2: DEFINICIONES**

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

- 1) “Sustancia”: los elementos químicos y sus compuestos, con la excepción de las sustancias radiactivas en el sentido de la Directiva 80/836/Euratom (esta Directiva de 15 de julio de 1980 es en la que se modifican las Directivas que establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes; en D.O. nº L 246 del 17 de septiembre de 1980; siendo esta Directiva modificada posteriormente por la Directiva 84/467/CEE en D.O. nº L 265 de 5 de octubre de 1984) y de los organismos modificados genéticamente con arreglo a la Directiva 90/219/CEE, relativa a la utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente, y a la Directiva 90/220/CEE sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente.
- 2) “Contaminación”: la introducción directa o indirecta, mediante la actividad humana, de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente, o que puedan causar daños a los bienes materiales o deteriorar o perjudicar el disfrute u otras utilidades legítimas del medio ambiente.



- 3) “Instalación”: una unidad técnica fija en la que se lleven a cabo una o más de las actividades enumeradas en el Anexo I, así como cualesquiera otras actividades directamente relacionadas con aquellas que guarden una relación de índole técnica con las actividades llevadas a cabo en dicho lugar y puedan tener repercusiones sobre emisiones y la contaminación.
- 4) “Instalación existente”: una instalación en funcionamiento o, en el marco de la legislación existente antes de la fecha de puesta en aplicación de la presente Directiva, una instalación autorizada o que haya sido objeto, en opinión de la autoridad competente, de una solicitud completa de autorización siempre que dicha instalación se ponga en servicio a más tardar un año después de la fecha de puesta en aplicación de la presente Directiva.
- 5) “Emisión”: la expulsión a la atmósfera, al agua, o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de la instalación.
- 6) “Valores límite de emisión”: la masa expresada en relación con determinados parámetros específicos, la concentración o el nivel de una emisión, cuyo valor no debe superarse dentro de uno o varios períodos determinados. Los valores límite de las emisiones también podrán establecerse para determinados grupos, familias o categorías de sustancias, en particular para las mencionadas en el Anexo III. Los valores límite de emisión de las sustancias se aplicarán generalmente en el punto en que las emisiones salgan de la instalación; en su determinación no se tendrá en cuenta una posible dilución. En lo que se refiere a las expulsiones indirectas al agua, el efecto de una estación de depuración podrá tenerse en cuenta en el momento de determinar los valores límite de emisión de la instalación, siempre y cuando se alcance un nivel equivalente de protección del medio ambiente en su conjunto y ello no conduzca a cargas contaminantes más elevadas en el entorno, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones de la Directiva 76/464/CEE y de las Directivas adoptadas para su aplicación.
- 7) “Norma de calidad medioambiental”: el conjunto de requisitos, establecidos por la legislación comunitaria, que deben cumplirse en un momento dado en un entorno determinado o en una parte determinada de éste.
- 8) “Autoridad competente”: la autoridad, autoridades u organismos que, en virtud de la legislación de los Estados miembros, sean responsables del cumplimiento de las tareas derivadas de la presente Directiva.

- 9) “Permiso”: la parte o la totalidad de una o varias decisiones escritas por la que se conceda autorización para explotar la totalidad o parte de una instalación, bajo determinadas condiciones destinadas a garantizar que la instalación responde a los requisitos de la presente Directiva. Tal permiso podrá ser válido para una o más instalaciones o partes de instalaciones que tengan la misma ubicación y sean explotadas por el mismo titular.
- 10.a) “Modificación de la explotación”: una modificación de las características o del funcionamiento, o una extensión de la instalación que pueda acarrear consecuencias para el medio ambiente.
- 10.b) “Modificación sustancial”: una modificación de la explotación que, en opinión de la autoridad competente, pueda tener repercusiones perjudiciales o importantes en las personas o el medio ambiente.
- 11) “Mejores técnicas disponibles”: la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente. También se entenderá por:
- “Técnicas”: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.
  - “Disponibles”: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.
  - “Mejores”: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

En la determinación de las mejores técnicas disponibles conviene tomar especialmente en consideración los elementos que se enumeran en el Anexo IV.

- 12) “Titular”: cualquier persona física o jurídica que explote la instalación o posea la misma o, cuando la normativa nacional así lo disponga, que ostente, por delegación, un poder económico determinante sobre la explotación técnica de la instalación.

---

### **ARTÍCULO 3: PRINCIPIOS GENERALES DE LAS OBLIGACIONES FUNDAMENTALES DEL TITULAR**

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para que las autoridades competentes se cercioren de que la explotación de las instalaciones se efectuará de forma que:

- a) se tomen todas las medidas adecuadas de prevención de la contaminación, en particular mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles;
- b) no se produzca ninguna contaminación importante;
- c) se evite la producción de residuos, de conformidad con la Directiva 75/442/CEE del Consejo de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos (cuya última modificación la constituye la Directiva 91/692/CEE), si esto no fuera posible, se reciclarán o, si ello fuera imposible técnica y económicamente, se eliminarán, evitando o reduciendo su repercusión en el medio ambiente;
- d) se utilice la energía de manera eficaz
- e) se tomen medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y limitar sus consecuencias;
- f) al cesar la explotación de la instalación, se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier riesgo de contaminación y para que el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio.

Para ajustarse al presente artículo, bastará que los Estados miembros garanticen que las autoridades competentes tengan en cuenta los anteriores principios generales en el momento de establecer las condiciones de permiso.

### **ARTÍCULO 4: CONCESIÓN DE PERMISOS PARA INSTALACIONES NUEVAS**

Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que no puedan explotarse instalaciones nuevas sin permiso conforme a la presente Directiva, sin perjuicio de las excepciones previstas en la Directiva 88/609/CEE del Consejo, de 24 de noviembre de 1988, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (Directiva modificada por la 90/656/CEE)

## **ARTÍCULO 5: CONDICIONES PARA LA CONCESIÓN DE PERMISOS PARA INSTALACIONES EXISTENTES**

1. Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para que las autoridades competentes velen, mediante autorizaciones extendidas de conformidad con los artículos 6 y 8 ó, de forma adecuada, mediante la revisión de las condiciones y, en su caso, su actualización, porque las instalaciones existentes sean explotadas con arreglo a los requisitos previstos en los artículos 3, 7, 9, 10, 13 y en los guiones primero y segundo del artículo 14 y en el apartado 15, a más tardar ocho años después de la fecha de puesta en aplicación de la presente Directiva, salvo si fuesen aplicables otras disposiciones comunitarias especiales.
2. Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para aplicar lo dispuesto en los artículos 1, 2, 11, 12, el tercer guión del artículo 14, los apartados 1, 3 y 4 del artículo 15, los artículos 16, 17 y el apartado 2 del artículo 18 a las instalaciones existentes a partir de la puesta en aplicación de la presente Directiva.

## **ARTÍCULO 6: SOLICITUDES DE PERMISO**

1. Los estados miembros tomarán las medidas necesarias para que toda solicitud de permiso dirigida a la autoridad competente contenga una descripción de:
  - la instalación y tipo del alcance de sus actividades;
  - las materias primas y auxiliares, las sustancias y la energía empleadas en la instalación o generados por ella;
  - las fuentes de emisión de la instalación;
  - el estado del lugar en el que se ubicará la instalación;
  - el tipo y la magnitud de las emisiones previsibles de la instalación a los diferentes medios, así como una determinación de los efectos significativos de las emisiones sobre el medio ambiente;
  - la tecnología prevista y otras técnicas utilizadas para evitar las emisiones procedentes de la instalación o, si ello fuera posible, para reducirlas;
  - si fuere necesario, las medidas relativas a la prevención y valorización de los residuos generados por la instalación;
  - las demás medidas propuestas para cumplir los principios generales de las obligaciones fundamentales del titular que impone el artículo 3;
  - las medidas previstas para controlar las emisiones al medio ambiente;
  - las solicitudes de permiso deberán contener, además, un resumen comprensible para el profano en la materia de todas las indicaciones especificadas en los guiones anteriores.

2. Cuando la información presentada con arreglo a lo dispuesto en la Directiva 85/337/CEE o un informe de seguridad, elaborado en cumplimiento de la Directiva 82/501/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales, o cualquier otra información facilitada en respuesta a otras normas, cumpla alguno de los requisitos previstos en el presente artículo, podrá incluirse en la solicitud de permiso o adjuntarse a la misma.

## **ARTÍCULO 7: ENFOQUE INTEGRADO EN LA CONCESIÓN DE PERMISOS**

Al objeto de garantizar un enfoque integrado efectivo entre todas las autoridades competentes con respecto al procedimiento, los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para coordinar plenamente el procedimiento y las condiciones de autorización cuando en dicho procedimiento intervengan varias autoridades competentes.

## **ARTÍCULO 8: RESOLUCIONES**

Sin perjuicio de cualesquiera otros requisitos basados en disposiciones nacionales o comunitarias, la autoridad competente concederá para la instalación un permiso escrito, acompañado de condiciones que garanticen que ésta cumplirá los requisitos previstos en la presente Directiva; en caso contrario, denegará el permiso.

Todo permiso concedido o modificado deberá incluir las modalidades para la protección del aire, el agua y el suelo contempladas por la presente Directiva.

## **ARTÍCULO 9: CONDICIONES DEL PERMISO**

1. Los Estados miembros se cerciorarán de que el permiso incluya todas las disposiciones necesarias para el cumplimiento de los requisitos establecidos en los artículos 3 y 10 para la concesión del permiso a fin de que, por medio de la protección del aire, el agua y el suelo, se consiga un nivel de protección elevado del medio ambiente en su conjunto.
2. En el caso de una nueva instalación o de una modificación sustancial, cuando sea de aplicación el artículo 4 de la Directiva 85/337/CEE, toda

información o conclusión pertinente obtenida a raíz de la aplicación de los artículos 5, 6 y 7 de dicha Directiva deberá tomarse en consideración para la concesión del permiso.

3. El permiso deberá especificar los valores límite de emisión para las sustancias contaminantes, en particular para las enumeradas en el Anexo III, que puedan ser emitidas en cantidad significativa por la instalación que se trate, habida cuenta de su naturaleza y potencial de traslados de contaminación de un medio a otro (agua, aire y suelo). Si fuere necesario, el permiso incluirá las adecuadas prescripciones que garanticen la protección del suelo y de las aguas subterráneas, así como las medidas relativas a la gestión de los residuos generados por la instalación. En determinados casos, los valores límite de emisión podrán ser completados o reemplazados por parámetros o medidas técnicas equivalentes.

Para las instalaciones de la rúbrica 6.6 del Anexo I (*Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan más de: a) 40.000 emplazamientos para aves de corral; b) 2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 kg. de peso vivo) o c) 750 emplazamientos para cerdas*), los valores límite de emisión establecidos de conformidad con lo dispuesto en el presente apartado tendrán en cuenta las modalidades prácticas adaptadas a dichas categorías de instalaciones.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 10, los valores límite de emisión, los parámetros y las medidas técnicas equivalentes a que se hace referencia en el apartado 3 se basarán en las mejores técnicas disponibles, sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica, y tomando en consideración las características técnicas de la instalación que se trate, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente. En todos los casos, las condiciones de permiso establecerán disposiciones relativas a la minimización de la contaminación a larga distancia o transfronteriza y garantizarán un nivel elevado de protección del medio ambiente en su conjunto.
5. El permiso establecerá requisitos adecuados en materia de control de los residuos, en los cuales se especificará la metodología de medición, su frecuencia y el procedimiento de evaluación de las medidas, así como la obligación de comunicar a la autoridad competente los datos necesarios para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en el permiso.

Para las instalaciones del apartado 6.6 del Anexo I, las medidas contem-

pladas en el presente apartado pueden tener en cuenta los costes y ventajas.

6. El permiso incluirá las medidas relativas a las condiciones de explotación distintas de las condiciones de explotación normales. Se tomarán, pues, adecuadamente en cuenta, cuando el medio ambiente pueda verse afectado, la puesta en marcha, las fugas, los fallos de funcionamiento, las paradas momentáneas y el cierre definitivo de la explotación.

El permiso podrá incluir asimismo excepciones temporales a las exigencias mencionadas en el apartado 4, en el caso de un plan de rehabilitación aprobado por la autoridad competente que garantice el respeto de estas exigencias en un plazo de seis meses, y en el caso de un proyecto que conlleve una reducción de la contaminación.

7. En el permiso podrán especificarse cualesquiera otras condiciones específicas, a efectos de la presente Directiva, en la medida en que los Estados miembros o las autoridades competentes las consideren adecuadas.
8. Sin perjuicio de la obligación de aplicar un procedimiento de autorización conforme a las disposiciones de la presente Directiva, los Estados miembros podrán fijar obligaciones particulares para categorías específicas de instalaciones en prescripciones obligatorias generales en lugar de en las condiciones del permiso, siempre que se garantice un enfoque integrado y un nivel elevado equivalente de protección del medio ambiente en su conjunto.

#### **ARTÍCULO 10: MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES Y NORMAS DE CALIDAD MEDIOAMBIENTAL**

Cuando alguna norma de calidad medioambiental requiera condiciones más rigurosas que las que se puedan alcanzar mediante el empleo de las mejores técnicas disponibles, el permiso exigirá la aplicación de, en particular, las condiciones complementarias, sin perjuicio de otras medidas que puedan tomarse para respetar las normas de calidad medioambiental.

#### **ARTÍCULO 11: EVOLUCIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES**

Los Estados miembros velarán por que las autoridades competentes estén

al corriente o sean informadas acerca de la evolución de las mejores técnicas disponibles.

### **ARTÍCULO 12: CAMBIOS EFECTUADOS EN LAS INSTALACIONES POR LOS TITULARES**

1. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para que el titular comunique a la autoridad competente cualesquiera cambios previstos con arreglo a lo dispuesto en la letra a) del apartado 10 del artículo 2 para la explotación de la instalación. Cuando resulte necesario, las autoridades competentes procederán a la actualización de los permisos o de las condiciones.
2. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para que no se lleve a cabo, sin contar con un permiso concedido con arreglo a la presente Directiva, ningún cambio esencial que el titular se proponga introducir en la explotación con arreglo a lo dispuesto en la letra b) del punto 10 del artículo 2 de la instalación. La solicitud del permiso y la resolución de la autoridad competente deberán referirse a las partes de instalaciones y a los aspectos del artículo 6 a los que ese cambio pueda afectar. Serán aplicables mutatis mutandis las disposiciones pertinentes de los artículos 3, 6 a 10 y los apartados 1, 2 y 4 del artículo 15.

### **ARTÍCULO 13: REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PERMISO POR LA AUTORIDAD COMPETENTE**

1. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para que las autoridades competentes revisen periódicamente y actualicen, si fuere necesario, las condiciones del permiso.
2. En cualquier caso, la revisión se emprenderá cuando:
  - la contaminación producida por la instalación haga conveniente la revisión de los valores límite de emisión existentes del permiso o incluir nuevos valores límite de emisión;
  - a consecuencia de importantes cambios en las mejores técnicas disponibles resulte posible reducir significativamente las emisiones sin imponer costes excesivos;
  - la seguridad de funcionamiento del proceso o actividad haga necesario emplear otras técnicas;



- así lo exijan disposiciones nuevas previstas en la legislación de la Comunidad o del Estado miembro.

#### **ARTÍCULO 14: CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DEL PERMISO**

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que:

- el titular cumpla las condiciones establecidas en el permiso durante la explotación de la instalación;
- el titular de la instalación informe regularmente a la autoridad competente de los resultados de la vigilancia de los residuos de la instalación y, en el más breve plazo, de cualquier incidente o accidente que afecte de forma significativa al medio ambiente;
- los titulares de las instalaciones presten a los representantes de la autoridad competente toda la asistencia necesaria para que puedan llevar a cabo cualesquiera inspecciones en la instalación, así como tomar muestras y recoger toda la información necesaria para el desempeño de su misión a los efectos de la presente Directiva.

#### **ARTÍCULO 15: ACCESO A LA INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN EL PROCEDIMIENTO DE CONCESIÓN DE PERMISOS**

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en la Directiva 90/313/CEE del Consejo, de 7 de junio de 1990, sobre libre acceso a la información medioambiental, los Estados miembros tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que las solicitudes de concesión de permisos para nuevas instalaciones o para modificaciones sustanciales se pongan, durante un período de tiempo adecuado, a disposición del público, a fin de que pueda formular su opinión antes de que la autoridad competente tome su decisión.

Tal resolución, junto con, al menos, una copia del permiso y de cada una de las actualizaciones posteriores se pondrán también a disposición del público.

2. Los resultados de la vigilancia de los residuos exigidos con arreglo a las condiciones del permiso mencionadas en el artículo 9 y que obren en poder de la autoridad competente deberán ponerse a disposición del público.

3. Cada tres años, la Comisión publicará, basándose en la información transmitida por los Estados miembros, un inventario de las principales emisiones y fuentes responsables. La Comisión fijará el formato y los datos característicos necesarios para la transmisión de la información, de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 19.

Con arreglo al mismo procedimiento, la Comisión podrá proponer las medidas necesarias encaminadas a garantizar que los datos sobre las emisiones del inventario mencionado en el párrafo primero sean complementarios y comparables con los datos de los demás registros y fuentes sobre las emisiones.

4. Los apartados 1, 2 y 3 se aplicarán sin perjuicio de las restricciones previstas en los apartados 2 y 3 del artículo 3 de la Directiva 90/313/CEE.

## **ARTÍCULO 16: INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN**

1. Con miras a un intercambio de información, los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para comunicar cada tres años a la Comisión, y por primera vez en el plazo de dieciocho meses a partir de la fecha de aplicación de la presente Directiva, los datos representativos sobre los valores límite disponibles establecidos por categorías específicas de actividades enumeradas en el Anexo I y, en su caso, las mejores técnicas disponibles de las cuales se deriven dichos valores, con arreglo, en particular, a las disposiciones del artículo 9. Para las comunicaciones posteriores, dicha información se completará de conformidad con los procedimientos previstos en el apartado 3 del presente artículo.
2. La Comisión organizará un intercambio de información entre los Estados miembros y las industrias correspondientes acerca de las mejores técnicas disponibles, las prescripciones de control relacionadas, y su evolución. La Comisión publicará cada tres años los resultados de los intercambios de información.
3. Los informes sobre la aplicación de la presente Directiva y su eficacia comparada con otros instrumentos comunitarios de protección del medio ambiente se establecerán con arreglo a los artículos 5 y 6 de la Directiva 91/692/CEE. El primer informe hará referencia al período de los tres años siguientes a la fecha de puesta en aplicación a que se refiere el artículo 21 de la presente Directiva. La Comisión someterá al Consejo dicho informe acompañado, en su caso, de propuestas.

4. Los Estados miembros crearán o designarán a las autoridades responsables del intercambio de informaciones con arreglo a lo dispuesto en los apartados 1, 2 e informarán de ello a la Comisión.

## **ARTÍCULO 17: EFECTOS TRANSFRONTERIZOS**

1. Cuando un Estado miembro compruebe que la explotación de una instalación pudiera tener efectos negativos y significativos en medio ambiente de otro Estado miembro, o cuando un Estado miembro que pueda ser seriamente afectado así lo solicite, el Estado miembro en cuyo territorio se solicitó el permiso a que se refiere el artículo 4 ó el apartado 2 del artículo 12, comunicará al otro Estado miembro los datos presentados con arreglo al artículo 6 en el mismo momento en que los ponga a disposición de sus propios nacionales. Estos datos servirán de base para las consultas que resulten necesarias en el marco de las relaciones bilaterales entre ambos Estados sobre una base de reciprocidad e igualdad de trato.
2. En el marco de sus relaciones bilaterales, los Estados miembros velarán por que, en los supuestos mencionados en el apartado 1, las solicitudes también se hagan accesibles durante un período adecuado para el público del Estado potencialmente afectado, para que éste pueda tomar posición al respecto antes de que la autoridad competente dicte resolución.

## **ARTÍCULO 18: VALORES LÍMITE DE LAS EMISIONES COMUNITARIAS**

1. A propuesta de la Comisión, el Consejo fijará, de conformidad con los procedimientos previstos por el Tratado, valores límite de emisión para:
  - las instalaciones que se indican en el Anexo I excepto los vertederos cubiertos por las categorías 5.1 y 5.4 de dicho Anexo, y
  - las sustancias contaminantes a que se refiere el Anexo III con respecto a las cuales se evidencie la necesidad de acción comunitaria a partir, en especial, del intercambio de información que establece el artículo 16.
2. A falta de valores límite de emisión comunitarios definidos en aplicación de la presente Directiva, los valores límites de emisión pertinentes, tal como se fijan en las Directivas enumeradas en el Anexo II y otras normativas comunitarias, se aplicarán a las instalaciones enumeradas en el Anexo I en cuanto valores límite de emisión mínimos con arreglo a la presente Directiva.

Sin perjuicio de los requisitos de la presente Directiva los requisitos técnicos aplicables respecto de los vertederos cubiertos por las categorías 5.1 y 5.4 del Anexo I serán fijados por el Consejo a propuesta de la Comisión con arreglo a los procedimientos establecidos en el Tratado.

### **ARTÍCULO 19: PROCEDIMIENTO DEL COMITÉ CONTEMPLADO EN EL APARTADO 3 DEL ARTÍCULO 15**

De conformidad con el apartado 3 del artículo 15, la Comisión tomará las medidas necesarias para que se establezca un inventario de las principales emisiones y fuentes responsables.

La Comisión estará asistida por un Comité compuesto por representantes de los Estados miembros y presidido por el representante de la Comisión.

El representante de la Comisión presentará al Comité un proyecto de medidas. El Comité emitirá su dictamen sobre dicho proyecto en un plazo que el presidente podrá determinar en función de la urgencia de la cuestión de que se trate. El dictamen se emitirá según la mayoría prevista en el apartado 2 del artículo 148 del Tratado para adoptar aquellas decisiones que el Consejo deba tomar a propuesta de la Comisión. Los votos de los representantes de los Estados miembros en el seno del Comité se ponderarán de la manera definida en el artículo anteriormente citado. El presidente no tomará parte en la votación.

La Comisión adoptará las medidas previstas cuando sean conformes al dictamen del Comité.

Cuando las medidas previstas no sean conformes al dictamen del Comité o en el caso de ausencia de dictamen del Comité o en el caso de ausencia de dictamen, la Comisión someterá sin demora al Consejo una propuesta relativa a las medidas que deban tomarse. El Consejo se pronunciará por mayoría cualificada.

Si transcurrido un plazo de tres meses a partir del momento en que la propuesta se haya sometido al Consejo y éste no se hubiere pronunciado, la Comisión adoptará las medidas propuestas.

### **ARTÍCULO 20: DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

1. Mientras las autoridades competentes no hayan tomado las medidas ne-

cesarias contempladas en el artículo 5 de la presente Directiva, las disposiciones de la Directiva 84/360/CEE, las disposiciones de los artículos 3 y 5, las disposiciones del apartado 3 del artículo 6 y del apartado 2 del artículo 7 de la Directiva 76/464/CEE así como las disposiciones pertinentes relativas a los sistemas de autorización de las Directivas enumeradas en el Anexo II, sin perjuicio de las excepciones previstas en la Directiva 88/609/CEE, serán aplicables a las instalaciones existentes que cubran las actividades contempladas en el Anexo I.

2. Las disposiciones pertinentes relativas a los sistemas de concesión de permisos de las Directivas mencionadas en el apartado anterior ya no serán aplicables a las nuevas instalaciones que abarquen las actividades contempladas en el Anexo I en la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva.
3. La Directiva 84/360/CEE quedará derogada once años después de la fecha de entrada en vigor la presente Directiva.

En el momento en que se hayan tomado, con respecto a una instalación, las medidas previstas en los artículos 4, 5 ó 12, la excepción prevista en el apartado 3 del artículo 6 de la Directiva 76/464/CEE ya no será de aplicación a las instalaciones contempladas en la presente Directiva.

El Consejo, a propuesta de la Comisión, modificará si fuere necesario, las disposiciones pertinentes de las Directivas enumeradas en el Anexo II para adaptarlas a los requisitos de la presente Directiva antes de la fecha de derogación de la Directiva 84/360/CEE, contemplada en el párrafo primero.

## **ARTÍCULO 21: ENTRADA EN VIGOR**

1. Los Estados miembros adoptarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva, a más tardar tres años después de su entrada en vigor e informarán de ello a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas harán referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las principales disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

## **ARTÍCULO 22**

La presente Directiva entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación.

## **ARTÍCULO 23**

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

## **ANEXO I**

**CATEGORÍAS DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES CONTEMPLADAS EN EL ARTÍCULO 1 (sólo recogemos aquí las que afectan a ganadería).**

6.6 Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan de más de:

- a) 40.000 emplazamientos para las aves de corral;
- b) 2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 kg.) o
- c) 750 emplazamientos para cerdas...

## **ANEXO II**

**LISTA DE DIRECTIVAS CONTEMPLADAS EN EL APARTADO 2 DEL ARTÍCULO 18 Y EN EL ARTÍCULO 20**

1. Directiva 82/217/CEE sobre la prevención y la reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
2. Directiva 82/176/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
3. Directiva 83/513/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.
4. Directiva 84/156/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
5. Directiva 84/491/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano.
6. Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista 1 del Anexo de la Directiva 76/464/CEE, modificada posteriormente por las Directivas 88/347/CEE y 90/415/CEE por las que se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE.

7. Directiva 89/369/CEE relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales.
8. Directiva 89/429/CEE relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos.
9. Directiva 94/67/CEE relativa a la incineración de residuos peligrosos.
10. Directiva 92/112/CEE por la que se fija el régimen de armonización de los programas de reducción, con vistas a la supresión, de la contaminación producida por los residuos de la industria del dióxido de titanio.
11. Directiva 88/609/CEE sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, cuya última modificación la constituye la Directiva 94/66/CEE.
12. Directiva 76/464/CEE relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.
13. Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos modificada por la Directiva 91/156/CEE.
14. Directiva 75/439/CEE relativa a la gestión de aceites usados.
15. Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.

### **ANEXO III**

LISTA INDICATIVA DE LAS PRINCIPALES SUSTANCIAS CONTAMINANTES QUE SE TOMARÁN OBLIGATORIAMENTE EN CONSIDERACIÓN SI SON PERTINENTES PARA FIJAR VALORES LÍMITE DE EMISIONES

#### **Atmósfera:**

1. Óxidos de azufre y otros compuestos de azufre
2. Óxidos de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno



3. Monóxidos de carbono
4. Compuestos orgánicos volátiles
5. Metales y sus compuestos
6. Polvos
7. Amianto (partículas en suspensión, fibras)
8. Cloro y sus compuestos
9. Flúor y sus compuestos
10. Arsénico y sus compuestos
11. Cianuros
12. Sustancias y preparados respecto de los cuales se hayan demostrado que poseen propiedades cancerígenas, mutágenas o puedan afectar a la reproducción a través del aire
13. Policlorodibenzodioxina y policlorodibenzofuranos.

#### **Agua:**

1. Compuestos organohalogenados y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático
2. Compuestos organofosforados
3. Compuestos organoestánicos
4. Sustancias y preparados cuyas propiedades cancerígenas, mutágenas o que puedan afectar a la reproducción en el medio acuático o la vía del medio acuático estén demostradas.
5. Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes bioacumulables
6. Cianuros
7. Metales y sus compuestos
8. Arsénico y sus compuestos
9. Biocidas y productos fitosanitarios
10. Materias en suspensión
11. Sustancias que contribuyen a la eutrofización (en particular nitratos y fosfatos)
12. Sustancias que ejercen una influencia desfavorable sobre el balance de oxígeno (y computables mediante parámetros tales como DBO, DQO).

#### **ANEXO IV**

Aspectos que deben tenerse en cuenta con carácter general o en un supuesto particular cuando se determinen las mejores técnicas disponibles definidas en el punto 11 del artículo 2, teniendo en cuenta los costes y

ventajas que pueden derivarse de una acción y los principios de precaución y prevención:

1. Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
2. Uso de sustancias menos peligrosas.
3. Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso y de los residuos cuando proceda.
4. Procesos, instalaciones o método de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
5. Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
6. Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
7. Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
8. Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
9. Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizada en procedimientos de eficacia energética.
10. Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
11. Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio ambiente.
12. Información publicada por la Comisión, en virtud del apartado 2 del artículo 16, o por organizaciones internacionales.

---

**Real Decreto 1310/1990 (B.O.E. nº 262 de 1 de noviembre de 1990) por el que se regula la utilización en agricultura de los lodos de depuración.**

La importancia creciente de la producción de lodos, procedentes de la depuración de aguas residuales domésticas o urbanas está planteando serios problemas para su almacenamiento y, sobre todo, para su eliminación. Por otra parte, la composición de estos lodos, aunque variable, les convierte en una fuente de materia orgánica y de elementos fertilizantes para su utilización en la actividad agraria, que resulta ser la vía más adecuada para su eliminación, al permitir su incorporación a los ciclos naturales de la materia y la energía. Se produce así un doble beneficio, ambiental y agrario, consecuencia, por una parte, de su eliminación sin alteración relevante del equilibrio ecológico, y por otra, del efecto que se deriva de su aplicación en nuestros suelos, que observan una acelerada y preocupante disminución de su contenido en materia orgánica con el sinnúmero de problemas que este hecho lleva aparejado.

Hasta el momento actual, tanto en el resto de Europa como en España, estos lodos han estado y están siendo utilizados con esa finalidad, aunque con un carácter geográfico y especialmente limitado que, sin embargo, ha permitido adquirir una notable experiencia en relación con su naturaleza, forma y dosis de aplicación y efectos sobre el suelo, al agua, la cubierta vegetal y la salud humana. Esta experiencia ha permitido, entre otras cosas, constatar el carácter perjudicial que pueden tener los lodos cuando determinadas especies químicas inorgánicas como los denominados metales pesados, alcanzan concentraciones superiores a un cierto umbral y son aplicados de manera sistemática o discontinua, en determinados tipos de suelos, a dosis muy altas o en momentos determinados del ciclo vegetativo de las plantas que van a ser aprovechadas directamente por los animales domésticos o por el hombre.

Resulta, por tanto, necesario establecer un marco normativo que permita compaginar la producción de los lodos de depuración y su utilización agraria en España con la protección eficaz de los factores físicos y bióticos afectados por el proceso de producción agraria, al mismo tiempo que se traspone la Directiva del Consejo 86/278/CEE de 12 de junio de 1986.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 26 de octubre de 1990, dispongo:

**Artículo 1º**

A los efectos del presente Real Decreto se entenderá por:

- a) “Lodos de depuración”.- Los lodos residuales salidos de todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas, urbanas o de aguas residuales de composición similar a las anteriormente citadas, así como los procedentes de fosas sépticas y de otras instalaciones de depuración similares, utilizadas para el tratamiento de aguas residuales.
- b) “Lodos tratados”.- Son los lodos de depuración tratados por una vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización.
- c) “Actividad agraria”.- La encaminada a la producción de especies vegetales con finalidad alimentaria, para el consumo humano o ganadero, o con otras finalidades no alimentarias.
- d) “Utilización”.- Cualquier sistema de aplicación de los lodos al suelo, tanto en superficie como en su interior realizada con fines agrarios.

**Artículo 2º**

Sólo podrán ser utilizados en la actividad agraria los lodos tratados y amparados por la documentación mínima que se establece en el artículo 4º del presente Real Decreto.

**Artículo 3º**

1. Los suelos sobre los que podrán aplicarse los lodos tratados deberán presentar una concentración de metales pesados inferior a la establecida en el anexo I A.
2. Los lodos tratados a utilizar en los suelos no excederán en cuanto al contenido en metales pesados, de los valores límites expresados en el anexo I B.
3. Las cantidades máximas de lodos que podrán aportarse al suelo por hectárea y año serán las que, de acuerdo con el contenido en metales pesados de los suelos y los lodos aplicar, no rebasen los valores límite de incorporación de los metales pesados establecidos en el anexo I C.
4. Las técnicas analíticas y de muestreo a utilizar, así como las determinaciones a realizar sobre lodos y suelos serán, al menos, las establecidas en

los anexos II A, II B y II C, del presente Real Decreto.

5. En todo caso, se establecen las siguientes prohibiciones:
  - a) Aplicar lodos tratados en praderas, pastizales y demás aprovechamientos a utilizar en pastoreo directo por el ganado, con una antelación menor de tres semanas respecto a la fecha de comienzo del citado aprovechamiento directo.
  - b) Aplicar lodos tratados en cultivos hortícolas y frutícolas durante su ciclo vegetativo, con la excepción de los cultivos de árboles frutales, o en un plazo menor de diez meses antes de la recolección misma, cuando se trate de cultivos hortícolas o frutícolas cuyos órganos o partes vegetativas a comercializar y consumir en fresco estén normalmente en contacto directo con el suelo.

#### **Artículo 4º**

Toda partida de los lodos tratados destinada a la actividad agraria deberá ir acompañada por una documentación expedida por el titular de la estación depuradora de aguas residuales en la que quedarán claramente establecidos el proceso de tratamiento y la composición de la mercancía, en términos, al menos, de los parámetros establecidos en el anexo II A, obtenidos con las técnicas analíticas y de muestreo definidas en los anexos II A y II C del presente Real Decreto.

#### **Artículo 5º**

Los usuarios de los lodos tratados deberán estar en posesión de la documentación definida en el artículo anterior, quedando obligados a facilitar la información que sea requerida por el órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que radiquen los suelos sobre los que va a realizarse la aplicación.

#### **Artículo 6º**

1. Los Entes locales y demás titulares, en su caso, de estaciones depuradoras de aguas residuales facilitarán al órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente y con periodicidad anual la información siguiente:
  - a) Las cantidades de lodo producidas y el destino de las mismas, con especificación de aquellos lodos que se utilicen en la actividad agraria.
  - b) La composición y características de los lodos producidos y los destinados a la actividad agraria, establecida con la frecuencia y sobre los

parámetros que se recogen en el anexo II A, utilizando los métodos analíticos y de muestreo definidos en los anexos II A y II C del presente Real Decreto.

- c) El tipo de tratamiento realizado sobre los lodos de depuración tal como se definen en el artículo 1º, b).
  - d) Los nombres y domicilios de los destinatarios de los lodos tratados y las zonas de utilización de éstos.
2. Los Entes locales y los demás titulares de estaciones depuradoras de aguas residuales cuya capacidad de tratamiento sea inferior a 300 kilogramos DBO5 por día, correspondientes a 5.000 unidades de habitantes equivalentes y que estén destinadas básicamente al tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, sólo facilitarán información sobre la cantidad de lodos producida y la que se destina a la actividad agraria, así como los resultados de los análisis que se contemplan en el punto 2 del anexo II A.

#### **Artículo 7º**

1. Las Comunidades Autónomas controlarán el cumplimiento, por los titulares de las estaciones depuradoras de aguas residuales y por los usuarios de los lodos tratados destinados a la actividad agraria, de lo establecido en la presente disposición.
2. Las Comunidades Autónomas suministrarán al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, la información necesaria sobre la utilización de los lodos tratados destinados a la actividad agraria.

#### **Artículo 8º**

1. Se crea el Registro Nacional de Lodos, de carácter administrativo y público, adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, que contendrá, al menos, la información a que se refieren los artículos 6 y 7.
2. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con la información suministrada por las Comunidades Autónomas elaborará, cada cuatro años, para su envío a la Comisión de las Comunidades Europeas, un informe de síntesis sobre la utilización de los lodos en la agricultura, precisando las cantidades de lodos utilizados, los criterios seguidos y las dificultades encontradas.
3. Por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación podrán suscribirse

Convenios de colaboración con las Entidades Territoriales para un adecuado seguimiento de las actividades a que se refiere la presente disposición.

## DISPOSICIÓN ADICIONAL

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación elaborará el primer informe de síntesis sobre la utilización de los lodos en la agricultura, durante el año 1991.

## DISPOSICIONES FINALES

Primera.- Por el Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación se dictarán las normas precisas, en el ámbito de su competencia, para el desarrollo y cumplimiento de lo establecido en el presente Real Decreto.

Segunda.- Queda facultado el Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación para modificar el contenido de los anexos del presente Real Decreto, cuando su adaptación al progreso técnico y científico lo requiera, y conforme a las previsiones y procedimientos establecidos en la normativa comunitaria.

Tercera.- La presente disposición entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el “Boletín Oficial del Estado”.

## ANEXO I A

Valor límite de concentración de metales pesados en los suelos (mg/kg de materia seca de una muestra representativa de los suelos tal como la define el anexo II C).

Parámetros	Valores límite	
	Suelos con pH menor de 7	Suelos con pH mayor de 7
Cadmio .....	1	3,0
Cobre .....	50	210,0
Níquel .....	30	112,0
Plomo .....	50	300,0
Zinc .....	150	450,0
Mercurio. ....	1	1,5
Cromo .....	100	150,0

## ANEXO I B

Valor límite de concentración de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria (mg/kg de materia seca )

Parámetros	Valores límite	
	Suelos con pH menor de 7	Suelos con pH mayor de 7
Cadmio .....	20 .....	40
Cobre .....	1.000 .....	1.750
Níquel .....	300 .....	400
Plomo .....	750 .....	1.200
Zinc .....	2.500 .....	4.000
Mercurio .....	16 .....	25
Cromo .....	1.000 .....	1.500

## ANEXO I C

Valores límites para las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en los suelos basándose en una media de diez años (kg/Ha/año)

Parámetros	Valores límite
Cadmio .....	0,15
Cobre .....	12,00
Níquel .....	3,00
Plomo .....	15,00
Zinc .....	30,00
Mercurio .....	0,10
Cromo .....	3,00

## ANEXO II A

### Análisis de los lodos

1. Por regla general los lodos de depuración deberán analizarse, al menos, cada seis meses en la fase de producción. Si surgen cambios en la calidad de las aguas tratadas, la frecuencia de tales análisis deberá aumentarse. Si los resultados de los análisis no varían de forma significativa a lo largo



de un período de un año, los lodos deberán analizarse, al menos, con la frecuencia que aconseje su variación estacional, y como máximo cada 12 meses.

2. En el caso de depuradoras con capacidad de tratamiento inferior a 300 kg. DBO5 por día, el análisis de los lodos se limitará a una vez al año.
3. Los lodos tratados deberán ser analizados cuando se considere acabado el proceso de tratamiento y los resultados obtenidos en el análisis de los parámetros que se indican en el punto 4 de este anexo, junto con la especificación de los nombres y ubicación de las depuradoras en su caso, y el de las Entidades locales u otros titulares, constituirá la documentación que obligatoriamente acompañará a las partidas comercializadas para su control en destino.
4. Los parámetros que, como mínimo, deben ser analizados son los siguientes:
  - Materia Seca
  - Materia Orgánica
  - pH
  - Nitrógeno
  - Fósforo
  - Cadmio, cobre, níquel, plomo, cinc, mercurio y cromo.

Los métodos de análisis y muestreo a utilizar serán los oficialmente adoptados por la CEE o, en su defecto, por España, salvo para el caso de los metales pesados, para los que se seguirá la metodología indicada en el anexo II C.

## **ANEXO II B**

### **Análisis de los suelos**

1. Antes de la puesta en práctica del sistema de control y seguimiento de los efectos de la aplicación de los lodos sobre los suelos con fines agrarios, es necesario evaluar el status de los mismos en lo que se refiere a los metales pesados, para lo cual las Comunidades Autónomas decidirán los análisis que haya que efectuar teniendo en cuenta los datos científicos disponibles sobre las características de los suelos y su homogeneidad.
2. Asimismo las Comunidades Autónomas decidirán la frecuencia de los

análisis ulteriores teniendo en cuenta el contenido de metales pesados en los suelos, la cantidad y composición de los lodos utilizados y cualquier otro elemento pertinente.

3. Los parámetros que deberán analizarse son:
  - pH
  - Cadmio, cobre, níquel, plomo, cinc, mercurio y cromo.

## **ANEXO II C**

### **Métodos de muestreo y de análisis**

1. Muestreo de los suelos.- Las muestras representativas de suelos sometidos a análisis se constituirán normalmente mediante la mezcla de 25 muestras tomadas en una superficie inferior o igual a 5 hectáreas explotada de forma homogénea.

Las tomas se efectuarán a una profundidad de 25 cm, salvo si la profundidad del horizonte de laboreo es inferior a ese valor, pero sin que en ese caso la profundidad de la toma de muestras sea inferior a 10 cm.

2. Muestreo de los lodos.- Los lodos serán objeto de un muestreo tras su tratamiento pero antes de la entrega al usuario y deberán ser representativos de los lodos producidos.
3. Métodos de análisis.- El análisis de los metales pesados se efectuará tras una descomposición mediante un ácido fuerte. El método de referencia de análisis será la espectrometría de absorción atómica. El límite de detección para cada metal no deberá superar el 10 por 100 del valor límite correspondiente.

---

**4994 (B.O.R.M. nº 85 de 15 de abril de 1998)**  
**Orden de 31 de marzo de 1998 de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua por la que se aprueba el código de buenas prácticas agrarias de la Región de Murcia**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La actividad agrícola regional tiene su referencia más dinámica en las explotaciones de hortalizas (tomate, lechuga, brócoli, melón, pimiento, etc.) que se ubican en los municipios costeros y en las plantaciones de frutales y agrios situados en las vegas. Las producciones de hortalizas aportan casi la mitad de la producción final agrícola; siguen en importancia las producciones de frutales no cítricos, las de cítricos y las flores.

La actividad ganadera se basa fundamentalmente en la ganadería porcina que aporta más del 70% de la producción final ganadera, seguida por la ganadería de ovino, aves y conejos.

Esta estructura de gran trascendencia socioeconómica para la Región de Murcia, debe mantener su actividad de forma compatible con las exigencias de protección de las aguas contra la contaminación causada por la agricultura intensiva. En este sentido, como antecedentes de acciones protectoras del medio ambiente, son destacables las actividades que desarrolla la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua para la promoción de barbechos ecológicos, agricultura ecológica, agricultura integrada, protección integrada de cultivos y proyectos de reciclado de purines.

El Real Decreto 262/1996, de 16 de febrero, que incorpora la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola, establece (art. 5.1) la obligación de elaborar normas de buenas prácticas agrarias, formuladas en uno o varios códigos, que los agricultores podrán poner en práctica de forma voluntaria con la finalidad de reducir la contaminación producida por los nitratos de origen agrario.

Para el cumplimiento de esa exigencia formal y, principalmente, de las obligaciones de protección medioambiental contenidas en nuestro ordenamiento nacional y en el Tratado de la Unión Europea (art. 130 R), en armonía con las exigencias de modernización y desarrollo de todos los sectores productivos, en particular de la agricultura y la ganadería, cuya atención impone la Constitución Española (art. 130.1) a todos los poderes públicos a fin de equiparar el nivel de vida de todos los españoles.

## RESUELVO

Aprobar el código de Buenas Prácticas Agrarias que figura a continuación:

### CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS PRODUCIDA POR LOS NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA

#### CAPÍTULO I

##### **Períodos en que no es conveniente la aplicación de fertilizantes a las tierras**

La estructura de la producción agrícola en la Región de Murcia permite diferenciar las zonas de actividad siguientes:

- a) Zonas de horticultura intensiva, situadas en los municipios costeros y en las vegas del Segura y Guadalentín. En ellas se desarrollan actividades productivas durante todo el año agrícola que requieren la práctica continuada de la fertilización de suelos. Se recomienda el empleo de dosis de abonado mínimas aunque suficientes para satisfacer las demandas de los cultivos.
- b) Zonas de fruticultura y citricultura, en las que es aconsejable la fertirrigación de los cultivos. Se recomienda el ajuste de las dosis a las necesidades reales de cada cultivo y la supresión de los programas de abonado durante los períodos lluviosos.
- c) Zonas de agricultura tradicional, principalmente cultivos de cereales de secano. Se debe evitar, en lo posible, la incorporación de abono nitrogenado en la sementera, debiendo incorporar el nitrógeno en cobertera durante los momentos de máxima necesidad, principalmente durante el ahijado, encañado, la fase de diferenciación de las inflorescencias y el espigado.

En cualquier caso, las aportaciones de nitrógeno en forma orgánica, ya sea como estiércol, purines o lisiers, debe hacerse mediante prácticas culturales que aseguren su incorporación a la tierra, en dosis ajustadas a la capacidad de retención del suelo y fuera de los períodos lluviosos.

## **CAPÍTULO II**

### **Aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos inclinados y escarpados**

La nivelación de los terrenos es práctica generalizada en todas las zonas de agricultura intensiva de la Región de Murcia, de forma que los riegos de escorrentía superficial suelen ser de bajos a moderados. No obstante, en las zonas de agricultura tradicional, cerealistas y de cultivo de almendro, existen explotaciones cuya topografía está más cerca del relieve original del terreno que de las áreas transformadas propias de la actividad agrícola. Para prevenir el riesgo de escorrentía superficial y consiguiente arrastre de nitratos se establecen las siguientes prácticas:

- a) Siempre que el cultivo lo permita se aplicará el nitrógeno de forma orgánica, fuera de las épocas lluviosas, bien incorporado al terreno y localizado según las curvas de nivel. Para la incorporación de abonos en forma líquida se evitará el uso de cañones de aspersión alta, superior a 3 bares.
- b) Para la aplicación de nitrógeno en formas inorgánicas se seguirán las pautas anteriores.
- c) En la medida de lo posible se rectificará el relieve de las fincas a fin de obtener unidades de cultivo con pendientes máximas inferiores al 3%.

## **CAPÍTULO III**

### **Aplicación de fertilizantes a tierras en terrenos hidromorfos, inundados, helados o cubiertos de nieve**

En la Región de Murcia no son frecuentes los suelos hidromorfos, aunque en algunos casos se suelen dar perfiles asociados a niveles freáticos altos. Las inundaciones suelen ser de corta persistencia por lo que no llegan a ser causa de hidromorfismo. Se hace excepción de los suelos inundados para el cultivo del arroz. Suelos agrícolas helados o suelos agrícolas cubiertos de nieve pueden ocurrir aunque con muy escasa incidencia en el total de la Región. De forma que el mayor riesgo de contaminación de las aguas por nitratos se da en las zonas donde el suelo está asociado a una capa freática alta. En relación con las mismas es recomendable:

- a) Ajustar las dosis de riego y de abonados nitrogenados a la capacidad de

retención de los horizontes por encima del nivel freático de forma que se reduzca al máximo la percolación profunda usando sistemas de riego de alta eficiencia y junto con programas de fertirrigación ajustados a las demandas de nutrientes según el estado fenológico de los cultivos. Evitar la incorporación de abonos en exceso o su acumulación en el suelo.

- b) Evitar, en la medida de lo posible, la incorporación de abonos nitrogenados en forma inorgánica.
- c) Evitar, en la medida de lo posible, el cultivo de suelos con nivel freático a menos de 0,5 m. de profundidad.
- d) En el cultivo del arroz se ajustarán las dosis de abonado a las necesidades reales del cultivo y su aplicación deberá hacerse de forma que se satisfagan estas necesidades en cada momento productivo produciendo el mínimo de acumulaciones en el suelo.

## **CAPÍTULO IV**

### **Condiciones de aplicación de fertilizantes a tierras cercanas a cursos de aguas**

La Región de Murcia está surcada de innumerables cauces por los que, en la inmensa mayoría de los casos, el agua fluye de forma discontinua y torrencial. La protección del dominio Público Hidráulico contra la contaminación de nitratos exige prácticas que eviten la escorrentía hacia todos los cauces ya sean de aguas continuas o de aguas discontinuas, de forma que las prácticas recomendadas deben ser objeto de consideración por parte de los agricultores cuando sus fincas se hallen junto a alguno de ellos. En orden a conseguir una suficiente protección de estos cursos de agua se recomienda:

- a) Dejar una franja de 2 a 10 metros de anchura sin abonar junto a todos los cursos de agua. Se evitará que los sistemas de fertirrigación proyecten soluciones nutritivas sobre los cauces, para ello se establecerán zonas de seguridad de extensión suficiente.
- b) Se establecerá una zona de protección de 35-50 m. de radio, en torno a los pozos, fuentes y aljibes de agua para consumo humano, donde no se debe aplicar abono alguno. De acuerdo con la experiencia local podrá, en su caso, modificarse la magnitud de este radio de seguridad.

## CAPÍTULO V

### Capacidad y diseño de los tanques de almacenamiento de estiércol

En los tanques de estiércol se almacenan las deyecciones de animales o efluentes de origen vegetal generados en las explotaciones agrarias para evitar su evacuación directa e impedir que, mediante procesos de escorrentía superficial o perforación profunda, contaminen las aguas.

En la Región de Murcia existen unas 10.600 explotaciones ganaderas de las cuales 6.500 son de ganado porcino. El 80% de las explotaciones porcinas con carga ganadera superior a 20 cerdas disponen, en las propias naves, de fosos para deyecciones, capaces para contener las producidas durante un ciclo completo de la fase a que se destina la explotación. Estos fosos se construyen de forma que a ellos no accedan las aguas pluviales, que se podrá evacuar de forma directa.

Es aconsejable que la construcción de tanques de almacenamiento de estiércoles procedentes de explotaciones ganaderas se ajuste a las siguientes prácticas:

- a) Debe limitarse lo más posible la producción de aguas sucias en actividades de limpieza y acondicionamiento de los habitáculos ganaderos. En cualquier caso, estas aguas, si no se tratan previamente, se recogerán en un depósito de almacenaje propio o, de no ser posible, en el tanque de almacenamiento de estiércol que deberá haber sido dimensionado para ello. La recogida y circulación de estas aguas se hará a través de una red estanca. En ningún caso verterán directamente al medio.
- b) Los tanques de almacenamiento de estiércol se diseñarán con capacidad suficiente para recoger, al menos, los productos generados en cada explotación durante un mes. Todo ello sin perjuicio de las normas y reglamentos vigentes en cada comarca concreta. Los depósitos se construirán de forma que sean totalmente impermeables a fin de evitar filtraciones y, en definitiva, contaminación de las aguas.
- c) Cuando la actividad ganadera permita recoger, separadamente, las deyecciones líquidas y las sólidas, los tanques destinados a estas últimas dispondrán de una base inclinada para que escurran los líquidos, presentes en ellas o que se puedan producir, y puedan ser conducidos hasta el tanque de deyecciones líquidas.

- d) Cuando las explotaciones ganaderas dispongan de zonas de ejercicio se cuidará que las aguas producidas en ellas, sea por lluvia directa o por otra causa, no viertan directamente al medio a cuyo fin serán recogidas en redes estancas que las evacuarán hasta los correspondientes depósitos de almacenamiento de estiércol.
- e) En caso de explotaciones al aire libre, o en pastoreo, se evitará la permanencia de animales sobre un mismo terreno en densidades elevadas.
- f) El volumen de efluentes a almacenar en las explotaciones ganaderas vendrá determinado por la especie, número de animales, edad, orientación, tipo de alimento, estado fisiológico, régimen de explotación, manejo, etc.

A continuación, a título orientativo, se presenta un cuadro con referencias útiles sobre las cargas ganaderas por unidad de superficie agrícola de la explotación.

### **Máximo de Unidades Ganaderas Mayor (U.G.M.) por hectárea y año**

Especie y Estado	Carga Ganadera/Hectárea/Año	
	Para 170 Kg./Ha./año	Para 210 Kg./Ha./año
Vaca lechera de 450 Kg p.v. y 3000 l./año	2,5 c./Ha./año	3 c./Ha./año
Cerdos cebo	22 c./Ha./año	28 c./Ha./año
Cerdas reproductoras	5 c./Ha./año	6 c./Ha./año
Oveja reproductora de 50 Kg. p.v.	19 c./Ha./año	24 c./Ha./año
Corderos cebo a 25 kg. p.v.	36 c./Ha./año	45 c./Ha./año
Equidos de 500 Kg p.v.	3,4 c./Ha./año	4,2 c./Ha./año
Gallinas ponedoras	212 c./Ha./año	262 c./Ha./año

## **CAPÍTULO VI**

### **Procedimientos para la aplicación a las tierras de fertilizantes químicos y estiércol que mantengan las pérdidas de nutrientes en las aguas a un nivel aceptable, considerando tanto la periodicidad como la uniformidad de la aplicación**

A fin de evitar las pérdidas de elementos nutritivos hacia las aguas, sean superficiales o subterráneas, se estiman recomendables las siguientes prácticas agrícolas:



- a) Determinación de las dosis de nutrientes a partir de las necesidades de los cultivos y ajuste de los programas de abonado a las extracciones de las plantas durante todo el ciclo de cultivo. Todo ello acorde con las características del suelo, las peculiaridades climáticas del año agrícola y el estado real de las siembras o plantaciones a fin de evitar desviaciones entre las cantidades de nutrientes aportados y los realmente consumidos por los cultivos.
- b) Elegir los fertilizantes químicos entre aquellas marcas que garanticen una composición homogénea.
- c) Utilizar técnicas de aplicación que aseguren la distribución uniforme de los abonos sobre toda el área de cultivo a fin de evitar zonas de acumulación de nutrientes y, en consecuencia, prevenir su indebida incorporación a las aguas. Los agricultores deben controlar periódicamente las abonadoras a fin de asegurar su adecuada regulación. En el caso de fertirrigación mediante riego localizado se ha de cuidar la uniformidad de la red de distribución y los emisores mediante comprobaciones periódicas.

## CAPÍTULO VII

### Definiciones

A los efectos de todo cuanto se establece en el presente Código de Buenas Prácticas Agrarias, y considerando la terminología regida en la Directiva del Consejo 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados, se entenderá por:

- a) *Contaminación*: La introducción de compuestos nitrogenados de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tenga consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras utilizaciones legítimas de las aguas.
- b) *Contaminación difusa por nitratos*: la causada por vertido indiscriminado del ion  $\text{NO}_3$  en el suelo y consecuentemente en el agua, hasta alcanzar los 50 mg/l. de concentración máxima admisible y/o 25 mg/l. como nivel guía o recomendado.
- c) *Contaminación puntual*: A diferencia de la contaminación difusa, es la causada por agentes conocidos de polución.

- d) *Zonas vulnerables*: Superficies conocidas del territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas por la contaminación y las que podrían verse afectadas por la contaminación si no se toman las medidas oportunas.
- e) *Aguas subterráneas*: Todas las aguas que estén bajo la superficie del suelo, en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo.
- f) *Agua dulce*: El agua que surge de forma natural, con baja concentración de sales, y que con frecuencia puede considerarse apta para ser extraída y tratada a fin de producir agua potable.
- g) *Compuesto nitrogenado*: Cualquier sustancia que contenga nitrógeno, excepto el nitrógeno molecular gaseoso.
- h) *Ganado*: Todos los animales criados con fines de aprovechamiento o con fines lucrativos.
- i) *Fertilizante*: Cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos nitrogenados y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación, incluidos el estiércol, los desechos de piscifactorías y los lodos de depuradora.
- j) *Fertilizante químico*: Cualquier fertilizante que se fabrique mediante un proceso industrial.
- k) *Estiércol*: Los residuos excretados por el ganado o las mezclas de desechos y residuos excretados por el ganado, incluso transformados.
- l) *Purines*: Son las deyecciones líquidas excretadas por el ganado.
- m) *Lisier*: Abono producido por ganado vacuno o porcino en alojamientos que no usan mucha paja u otro material para cama. El lisier puede oscilar entre un semisólido con el 12% de m.s. o un líquido con el 3-4% m.s.
- n) *Agua sucia*: Es el desecho, con menos del 3% m.s. generalmente, formado por estiércol, orina, leche u otros productos lácteos o de limpieza. Generalmente se engloba en el lisier.
- ñ) *Lodos de depuradora*: Son los lodos residuales salidos de todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas o urbanas.

- 
- o) *Lodos tratados*: Son los lodos de depuración tratados por una vía biológica, química o térmica o mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización.
- p) *Drenaje de ensilado*: Líquido que escurre de cosechas almacenadas en un recinto cerrado o silo.
- q) *Aplicación sobre el terreno*: La incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolas sobre la superficie, inyectándolas en ella, introduciéndolas por debajo de su superficie o mezclándolas con las capas superficiales del suelo o con el agua de riego.
- r) *Eutrofización*: El aumento de la concentración de compuestos nitrogenados, que provoca un crecimiento acelerado de las algas y las especies vegetales superiores, y causa trastornos negativos en el equilibrio de los organismos presentes en el agua y en su propia calidad.
- s) *Demanda bioquímica de oxígeno*: Es la cantidad de oxígeno expresada en mg/l. requerida para la descomposición bioquímica aerobia de la materia orgánica presente en el agua, con concurso de los microorganismos. Se utilizará la determinación a los 5 días de incubación a 20° (DBO 5).
- t) *Compactación*: Es el apelmazamiento excesivo de los suelos tanto en superficie como en profundidad producido por la circulación de máquinas pesadas. Esto constituye un obstáculo a la circulación del agua y del aire y aumenta la escorrentía y la erosión hídrica.

En Murcia a 31 de marzo de 1998.- El Consejero, **Eduardo Sánchez-Almohalla Serrano**.

## LA POSTURA DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA

El Comité Económico y Social de la Comunidad Económica Europea, en su 269 Sesión Plenaria, celebrada el 27 de septiembre de 1989, aprobó, por unanimidad, un dictamen sobre el medio ambiente y la agricultura, en el que se expresan muchos conceptos y afirmaciones que indican los criterios de la CEE, que marcan las líneas básicas de su política y que, por eso hay que tener en cuenta.

Empieza diciendo, como observaciones previas que:

«Son los hombres los que, por descuido y por sus actitudes y actos irracionales, desequilibran la armonía del medio ambiente y, con ello perjudican su propia calidad de vida.

Están directamente involucrados:

- Cada una de las actividades humanas: producción, consumo, etc.
- Determinadas decisiones legislativas, reglamentarias y presupuestarias.
- Determinadas decisiones industriales, agrícolas, urbanísticas y de ordenación del territorio.
- Determinados sistemas de vida que no tienen en cuenta sistemáticamente el lugar y la responsabilidad preeminentes de los hombres en la economía y en la vida cotidiana»

Por ello, desde las primeras líneas de este dictamen dedicado a la relación medioambiente-agricultura, el Comité Económico y Social recuerda que la protección del medio ambiente se ha de tratar de forma global. Confirma que los agricultores no deben tenerse «a priori», como los primeros, ni mucho menos, como los únicos responsables de la desestabilización y deterioro del entorno natural.

*«Un problema tan prioritario como la protección del medio ambiente depende tanto de la responsabilidad y de la solidaridad colectivas como de la responsabilidad individual»*

Queda claro que las actividades humanas como la agricultura, la ganadería o la industria son potencialmente contaminantes, pero también lo es, y no en último término, la propia vida humana, por sí y por la demanda de bienes y servicios que genera.

En una primera fase, la sociedad, para satisfacer sus necesidades, pide bienes que, por orden histórico, le proporcionan la ganadería, la agricultura y la industria, pero cuando ya las tiene satisfechas, se da cuenta de que

quizás está poniendo en peligro su propia subsistencia y es entonces cuando quiere echar atrás todo aquello que ella misma había impulsado, generado, casi siempre conflictos graves por falta de responsabilidad solidaria.

En la introducción de su Comunicación sobre Medio Ambiente y Agricultura, la Comisión aborda de entrada la evolución de la agricultura y la reforma de la Política Agraria Común (PAC).

La Comisión, oportunamente, recuerda que durante mucho tiempo, los agricultores, en su conjunto, han vivido y trabajado en armonía con la naturaleza, lo cual ha permitido mantener un equilibrio ecológico estable, puesto que los hombres dependían de la naturaleza para su subsistencia.

De esta afirmación, la Comisión saca la conclusión de que los agricultores han desarrollado un papel esencial en la conservación del suelo y en la preservación de la naturaleza. Reconociendo que esto sigue siendo cierto, la Comisión afirma que la despoblación y el abandono de sus tierras, presenta graves riesgos y la actividad agraria prevé a menudo esos riesgos.

La Comisión añade que a pesar de que la agricultura experimenta un gran desarrollo tecnológico, sufre como cualquier otra actividad, la presión de las exigencias económicas. Por tanto sería utópico e inoperante aislar a la agricultura del resto de las actividades y viceversa.

La ganadería no es responsable de su transformación y concentración, o al menos no lo es exclusivamente. La concentración de la población y las industrias transformadoras, la red viaria, los mercados y, muchas veces, las regulaciones e incentivos de la administración, han fomentado o permitido esta concentración. Por otro lado, la ocupación de tierras agrícolas por parte de la industria o las viviendas han reducido la superficie agraria en estas zonas, agravando el problema.

Sobre el hecho de que haya que encontrar una solución a los excedentes de producción, la Comunidad ha reflexionado acerca del papel de la agricultura en la economía y en la sociedad. La eficiencia y la objetividad le han llevado a tomar en consideración cuatro realidades:

- *Las realidades económicas:* precios agrícolas, ingreso de los agricultores.
- *Las realidades sociales:* protección social y sanitaria, formación, trabajo.
- *Las realidades sociológicas:* culturales, psicológicas y humanas; demografía, formas y condiciones de vida personal y familiar, hábitat, comunicaciones, salvaguarda de los valores tradicionales, etc.

- *Las realidades ecológicas*: protección del patrimonio natural y del medio ambiente en relación con la calidad de vida y la protección de la salud humana.

La Comisión resume su filosofía afirmando que las medidas que se adopten desde este momento para controlar mejor la producción, deberán tener tal naturaleza que cualquier progreso que se consiga en el futuro en el sector agrario deberá estar en armonía con las exigencias del medio ambiente y orientado a que se restablezca el equilibrio ecológico.

Por último, la Comisión acaba con una visión optimista afirmando que el contexto es hoy en día más favorable al tener en cuenta los problemas ecológicos a la hora de adaptar el potencial de protección a las exigencias del mercado.

De aquí la necesidad imperiosa de tomar, enseguida, todas las medidas que se imponen. El Comité se ha manifestado reiteradamente al respecto, y ha resaltado frecuentemente la laxitud de determinadas disposiciones y la insuficiencia de los medios asignados a su aplicación, ya sean de la competencia de la Comisión o de los Estados.

Asumida su universalidad, el problema se plantea también en términos de responsabilidad individual y colectiva de respeto mutuo, de justicia y de solidaridad.

Las disposiciones del Comité pueden resumirse acordando lo siguiente:

- Que atribuye una gran importancia a una política ofensiva del medio ambiente. Por tanto, se manifiesta a favor de la adopción de medidas voluntarias y constructivas orientadas a su mejora.
- Que fomenta la integración de una política del medio ambiente en las nuevas orientaciones de la Política Agrícola Común:
  - Poniendo de relieve el contenido de la agricultura en la preservación del medio ambiente rural.
  - Afirmando que es necesario proceder a la limitación de las prácticas agrarias perjudiciales para el medio rural.

El Comité ha señalado la importancia que tiene una política de calidad de los productos en lugar de aumentar las cantidades producidas: « *No obstante, el incremento de la productividad ya no puede derivarse del aumento de las cantidades producidas, sino que deberá orientarse hacia una mayor eficacia*

---

*de los factores de producción utilizados. Por otro lado, deberá centrarse la producción en productos de calidad, así como mejorar las condiciones laborales y desarrollar métodos de cultivo y ganaderos compatibles con la protección del medio ambiente».*

- Aconseja controlar los efectos de las actividades agrarias. El Comité es favorable al hecho de que se creen estímulos y orientaciones con el fin de corregir o limitar las técnicas de producción peligrosas para el medio ambiente y para la población:
  - Limitar los efectos negativos de la utilización de productos fitosanitarios y reducir la excesiva utilización de abonos minerales.
  - Controlar la concentración de instalaciones de ganadería industrial:
    - \* La concentración de instalaciones de ganadería industrial de gran capacidad de producción, puede constituir también una fuente de contaminación, sobre todo a nivel de capas freáticas, además de provocar otras molestias, como las de los malos olores.
    - \* Cuando la relación entre la medida de estas instalaciones y las posibilidades máximas de utilización de los excrementos en las tierras cultivadas no sea proporcionada, será necesario tratar las deyecciones y transportarlas con el fin de aplicarlas en otras tierras cultivadas.

El Comité estima oportunas las medidas preconizadas por la Comisión, que son:

- Someter la creación de nuevas unidades de producción y una ampliación importante de las ya existentes, a un estudio sobre los efectos y a una autorización previa.
- Limitar la aplicación de estiércol a la capacidad de absorción de los cultivos.
- Probar que se ha llevado a cabo el tratamiento y/o el transporte y el esparcimiento de las deyecciones cuando haya exceso de estiércol en las explotaciones o proceder a la reducción del censo del ganado.

Estas medidas, como las propuestas para los productos fitosanitarios y los abonos, deberán ir acompañadas de un proceso de investigación-desarrollo-formación. Además de que en caso de daños al medio ambiente debería aplicarse el principio de «quien contamina, paga».

Por otro lado, el Comité afirma que el desequilibrio existente entre el volumen de excrementos animales y la superficie agrícola disponible en las zonas de implantación de estas instalaciones de ganadería industrial, consti-

tuye un problema crucial. Este desequilibrio es la consecuencia de los sistemas de alimentación a base de concentrados, cuyos componentes son en su mayor parte importados. Por este motivo solicita a la Comisión que tome medidas apropiadas para limitar y controlar la utilización masiva de estos alimentos mencionados.

En resumen, se constata una grave preocupación de la Comunidad, para los temas del medio ambiente, sobre el cual las explotaciones intensivas, pueden tener un efecto mayoritariamente negativo, y un endurecimiento progresivo de las medidas restrictivas y de control sobre las actividades ganaderas. Por eso es necesario iniciar rápidamente un proceso de toma de conciencia y aplicar las medidas correctoras voluntariamente y cuando aún exista remedio, es decir, antes de que se deban imponer o que los daños sean irreparables.

La tendencia actual en la UE, es homogeneizar las limitaciones de carga ganadera a valores en torno a: 2 vacas, o 5 cerdas con lechones o 133 ponedoras por hectárea, así como hacer hincapié en el almacenamiento y formas de distribuir los residuos ganaderos.

## **AYUDAS COMUNITARIAS**

El Tratado de Roma establecía la base jurídica para conceder ayudas de la Comunidad que compensaran las pérdidas de ingresos sufridas por aquellos agricultores o ganaderos que se sometían a unas obligaciones determinadas para respetar el medio rural. Son los **artículos 39** (que marca los objetivos a cumplir) y el **43** (que permite adoptar las medidas necesarias para cumplir los objetivos marcados en el artículo 39).

Basándose en estas ayudas, la Comunidad, en 1985, legisla con el Reglamento 797, relativo a la mejora de la eficacia de las estructuras agrarias, publicado en el **Diario Oficial L93 de 30-03-85** (este Reglamento se ha modificado con los siguientes:

- Reglamento 1.760/87 publicado en el D.O. L167 de 26-6-87
- Reglamento 1.094/88 publicado en el D.O. L106 de 27-4-88
- Reglamento 1.137/88 publicado en el D.O. L108 de 29-4-88
- Reglamento 1.191/89 publicado en el D.O. L123 de 4-5-89
- Reglamento 3.808/89 publicado en el D.O. L371 de 20-12-89)

Esta ayuda sienta un precedente en lo que se refiere a las ayudas del



sector porcino. Es la **Directiva 72/159/CEE**, que limita la concesión y cuantía de esas ayudas.

El Reglamento 797 establece un régimen de ayudas en su artículo 2, indicando los criterios y las condiciones de las ayudas; también determina los diferentes ámbitos de aplicación entre los que destaca el sector porcino y el medio ambiente.

Los tipos de ayudas son:

- Ayudas para la adaptación de las explotaciones, con vistas a reducir costes de producción, mejorar las condiciones de vida, de trabajo y de higiene de las explotaciones ganaderas.
- Ayudas destinadas a la mejora de las condiciones de higiene de las explotaciones ganaderas, incluyendo el cumplimiento de las normas de la Comunidad sobre el bienestar de los animales.
- Ayudas destinadas a la protección y mejora del medio ambiente.
- Ayudas que comportan una reducción de la densidad de los animales.

Se establecen limitaciones a las ayudas dirigidas al sector porcino:

1. Si hay un aumento de la producción se limitarán las ayudas a las que representen un incremento de 300 cabezas de porcino, siempre que el número total de cerdos no supere los 800. Esta norma está vigente desde el 31-12-90.
2. En cuanto a la cuantía de las ayudas, han consistido en: subvenciones de capital y bonificación de intereses o amortizaciones diferidas. La cuantía mencionada oscila entre un 20 y un 45% del costo de la inversión en los casos de España, Grecia, Portugal, Italia e Irlanda.

El funcionamiento de esta acción común es a través de los Estados que pueden conceder ayudas autorizadas por esta norma. Al comunicarlo a la Comisión, obtendrán un reembolso del 25%.

El artículo 19 del Reglamento 797 establece la posibilidad de que los Estados miembros designen unas zonas sensibles en las que la protección de la naturaleza se considera una prioridad. En estas áreas se concederán ayudas si los agricultores realizan las labores que sean favorables para el medio. La Comunidad, a través de los fondos del FEOGA, participará en un 25%, hasta la cantidad de 150 ecus/ha.



## 8. BIBLIOGRAFÍA



- ANTÓN, F. (1991) "Los Residuos Agrarios: Tipos, Producción, Aprovechamiento e Investigación". Cuadernos de Fitopatología, nº 8.
- B.O.E.: R.D. 1310/1990 que regula la utilización de los lodos de depuración.
- B.O.R.M.: Orden de 31 de marzo de 1998 de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.
- BURÉS, S. (1999). «Los ácidos húmicos y fúlvicos». Rev. Vigorhumus. sep. 1999.
- CALLEJO, A. y JIMENO, V. (1998) " Problemas ambientales en las explotaciones ganaderas". Rev. M. Ganadero Mar-98.
- CASTILLÓN, P. (1993) "Valoración agronómica de las deyecciones de los animales". Jornadas técnicas sobre residuos ganaderos. Fundación La Caixa.
- CANCELLOTTI, F.M.; FARINA, L., et al. (1993) "III seminario de Establecimientos zootécnicos y protección del medio ambiente".
- C.E.E.: Directiva 91/676/CEE de 12 de diciembre de 1991 relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- C.E.E.: Directiva 96/61/CEE de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación. D.O. del 10 de octubre de 1996.
- CEMAGREF (1994) "Maîtrise et prévention des pollutions dues aux élevages". Cemagref-Editions.
- COSTA YAGÜE, F. (1987) "Estudio de los purines de cerdo y su utilización con fines agrícolas en Murcia". Proyecto de Investigación: 52/210 del CEBAS.
- COSTA YAGÜE, F. (1991) "Los purines del cerdo como problema". Rev. Agrishell nº 47.
- COILLARD, M. (1990) "Les procédès de traitement des lisiers de porc". Rev. Techniporc Jul-Ago 1990.

- CUADROS GARCÍA, S. (1982) "Programa de Biomasa de la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones mineras, S.A."
- DESCHAMPS, V.; HEDUIT, M.; GRIPERAY, G. y BESSEMOULIN, J. (1984) "L'Elevage porcin et l'environnement". GIDA-ITP.
- MANJAVACAS, M. y NAVARRO, A. (1995) "Ganadería intensiva y problemática de los residuos". Rev. M. Ganadero nº 2 Feb-95.
- MUÑOZ, M.J. (1997) "Nuevos avances en la valoración del Impacto Ambiental de los purines de cerdo". SEPOR-97.
- MUÑOZ, M.J. y CASTAÑO, A. (1997) "Las explotaciones porcinas en nuestro país. Gestión medioambiental en el marco de la U.E.". Rev. Porci nº 41, sep-97.
- NAVÉS y TORRES (1994) "Composición química media de los purines de porcino de Cataluña según diferentes tipos de explotación".
- ORÚS, F. y GUNTIÑAS, C. - Información Técnica SEA (Cuenca del Ebro) nº 1/1982
- OTERO, L. (1988) "Residuos sólidos urbanos". Unidades Temáticas Medio Ambientales. MOPU.
- PAUZENGA, U. (1995) "Producción Animal en los años 90 en armonía con la naturaleza". Pauzenga Consultancy.
- PICCININI, A. (1996) "Eliminación de las aguas residuales porcinas". Rev. M. Ganadero Feb-1996
- POMARES, F. (1996) "Aprovechamiento de los purines del porcino como fertilizante". Rev. Agraria del I.V.I.A.
- PROYTEC 20 S.L. (1994) "Los procesos de eliminación de efluentes líquidos por infiltración somera controlada y su utilización en el tratamiento de residuos ganaderos".
- PROYTEC 20 S.L. (1994) "Técnicas geofísicas aplicadas a la localización de suelos contaminados".
- TINAS, J. (1991) "Programas de I+D en Gestión de residuos de la CEE". Mesa Redonda sobre Gestión de residuos urbanos. Feria de medioambiente PROMA. Bilbao.
- TORRES, E. (1993) "Plan de Tratamiento en residuos ganaderos". Jornadas técnicas sobre residuos ganaderos". Fundación La Caixa.

## 9. ANEXO FOTOGRAFICO



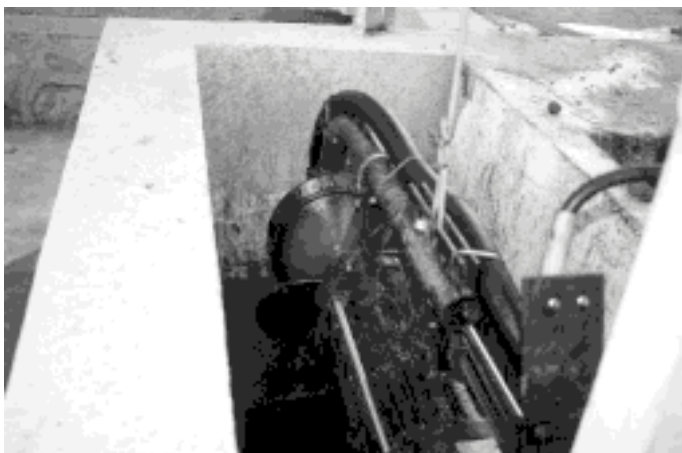




**Sistemas de protección en foso subterráneo de recepción de purines**



**Grúas para elevación de bomba de alimentación y de aireador**



**Aireador y agitador de purines para su homogeneización.**



**Detalle de boquilla de toma de aire del agitador de purines en posición de abierta**



**Detalle de boquilla de toma de aire del agitador en posición cerrada**



**Vista general del separador de purines tipo compacter**

**Vista posterior del separador de purines con las tuberías de alimentación del "compacter" y el sistema de retorno**



**Detalle de la llave de regulación de alimentación del separador**

**Detalle del vibrador del "compacter"**





**Extracción  
mecánica de la  
fase sólida**

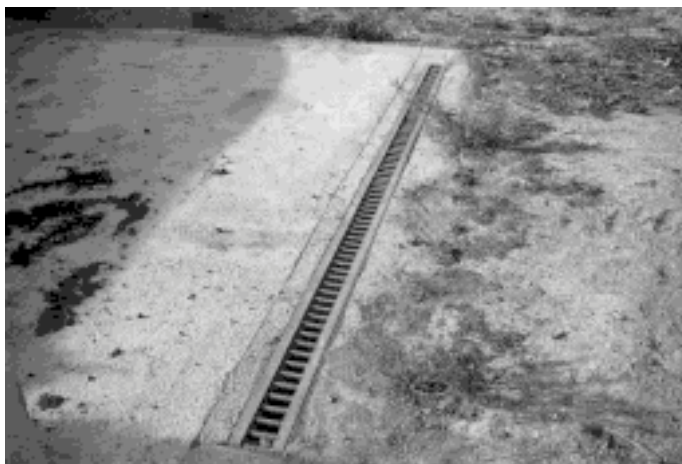


**Detalle del brazo  
palanca con pesa  
reguladora del  
sistema de  
compactación**



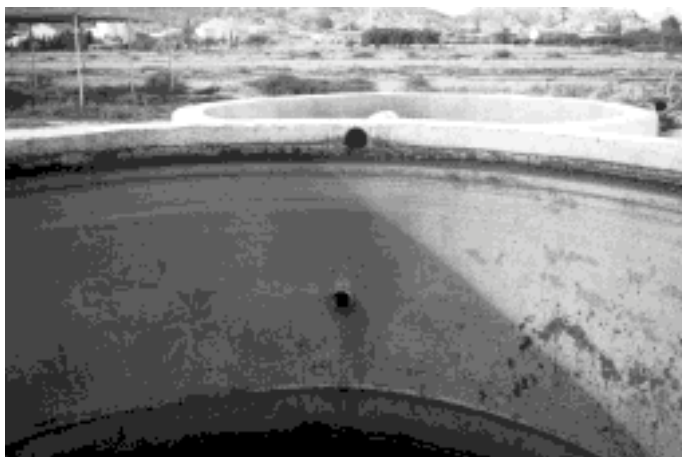
**Almacenamiento  
de la fase sólida**

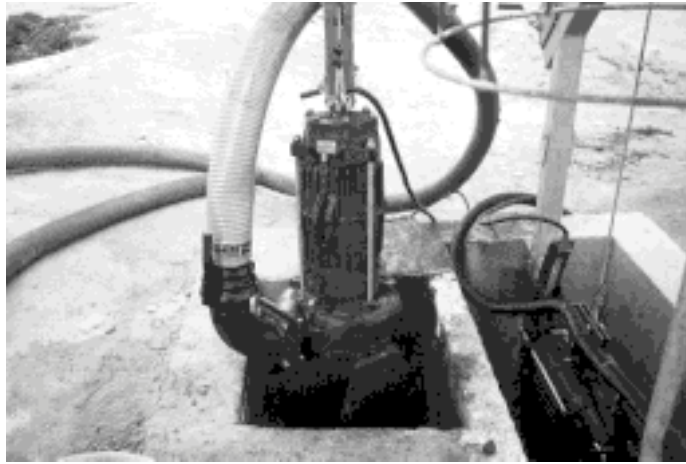
**Detalle del foso de evacuación de líquidos del almacén de fase sólida**



**Vista parcial de los depósitos de almacenamiento de la Fase líquida**

**Depósito de aireación de la Fase líquida**





**Bomba de alimentación del separador de purines**



**Detalle del sistema de "conexión rápida" de manguera de alimentación**



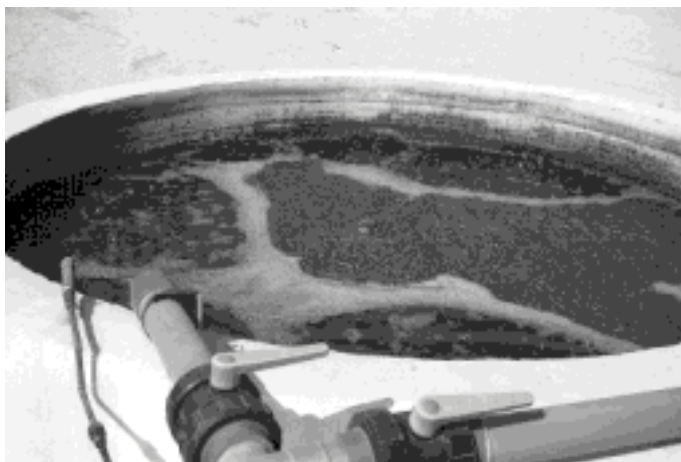
**Obtención de la Fase líquida, tras su separación, y vertido en el depósito de aireación**



**Aireación de la  
Fase líquida**



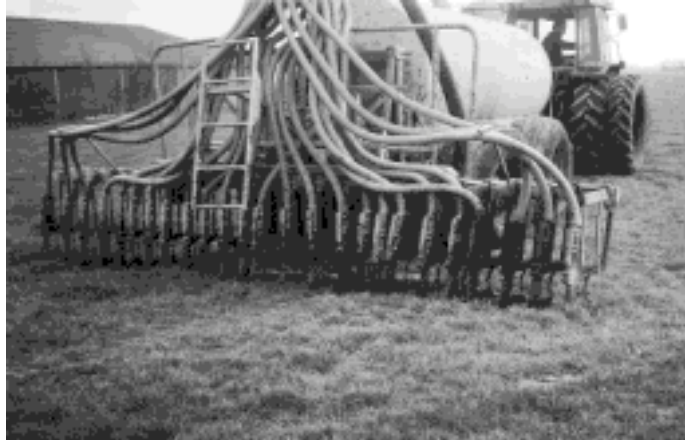
**Compresor de  
aire utilizado en  
el sistema de  
aireación de la  
Fase líquida**



**Detalle del  
depósito de  
aireación en  
pleno  
funcionamiento**



**Compost obtenido a partir de la Fase sólida tras su mezcla con restos vegetales de desecho procedentes de diversos cultivos**



**Cuba de 20 Tm para transporte de purines que lleva acoplado un sistema de inyección de purines al suelo agrícola**



**Detalle del cultivador acoplado a la cuba de purines, donde se aprecia la salida para los purines**