

Tratamiento de purines

Digestión anaerobia potenciada. Una solución económicamente viable

La contaminación del medio ambiente es uno de los mayores problemas de las explotaciones porcinas, sin embargo, el purín se puede depurar hoy, a través de procesos como el que describe este artículo, hasta condiciones de vertido a cauce público y con inversiones asumibles.

FERMIN I. DALMAU GIMENO. Ingeniero Agrónomo. Especialista Residuos Ganaderos EAZ
MIGUEL JOVER CERDA. Ingeniero Agrónomo. Profesor Dpto. Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia

España es un país con una clara vocación ganadera, como lo demuestra el hecho de que el 40% de la Producción Final Agraria se deba a la ganadería (Torres y Avellá, 1989). En el cuadro I puede observarse el total de cabezas de ganado (I.N.E., 1991) y la producción estimada de residuos sólidos y líquidos para cada una de las especies.

Gran parte de estos residuos no plan-

tean problemas, pues son depositados directamente en el campo por los animales explotados en régimen extensivo, y en el caso de engorde intensivo de ganado vacuno y ovino se obtiene un estiércol sólido mezclado con la «cama» cuyo manejo y reutilización agrícola es sencillo. El verdadero problema lo constituyen las explotaciones de ganado porcino, en las cuales debido por una parte a que se obtiene un estiércol líquido o

«purín», y por otra a que se trata de una «ganadería sin tierra», originan grandes concentraciones de residuos en determinadas comarcas que dan lugar a graves problemas medioambientales.

El destino natural de los residuos ganaderos es su utilización como fertilizantes agrícolas, pero en el caso de los purines, la concentración de las granjas en determinadas zonas, los elevados gastos de transporte y el desconocimiento de los sistemas de estabilización y dosis de utilización, determinan que esta integración entre ganadería y agricultura se produzca en muy contadas ocasiones. Dichos residuos líquidos suponen un considerable volumen, tienen difícil manejo y un costoso almacenamiento, pues son acumulados en balsas, en condiciones anaerobias sufriendo fermentaciones que intensifican los malos olores.

En muchas ocasiones se ha llevado a cabo una incorporación de los purines al suelo en cantidades excesivas, lo que ha provocado más de un desastre en los cultivos afectados con el consiguiente rechazo por parte de los agricultores. Como consecuencia de esta escasa utilización agrícola de los purines, se producen vertidos incontrolados que contami-

Las explotaciones de ganado porcino originan grandes concentraciones de residuos que dan lugar a graves problemas medioambientales.



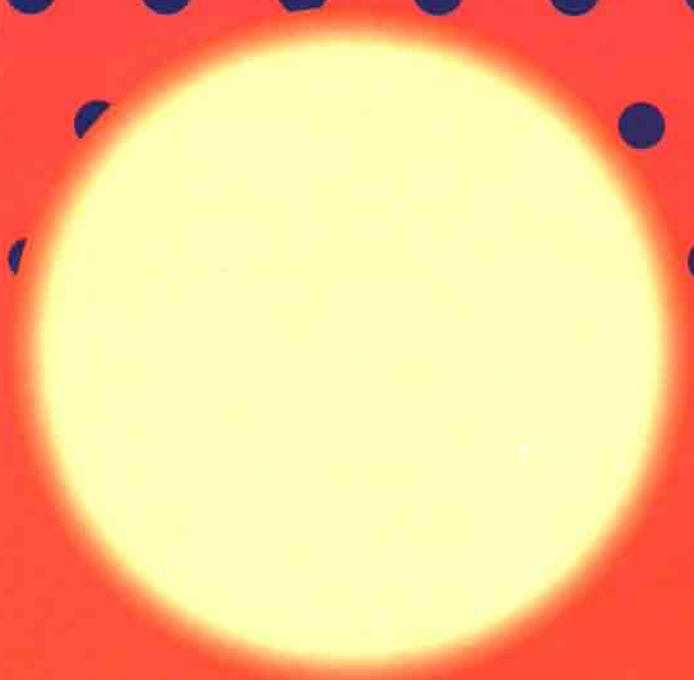
ACI *plus* phos[®] *plus*

ACIDIFICANTE ENCAPSULADO

DOBLE ACCIÓN

ACIDIFICACIÓN SEVERA EN ESTÓMAGO.

ACIDIFICACIÓN PERMANENTE EN INTESTINO.



NATURE



POLIG. Ind. "CAN COLL" - C/ Indústria, s/n. - Tel. (93) 843 91 28 - Fax (343) 843 60 32 - 08185 LLIÇA DE VALL (Barcelona) SPAIN

AROMATIZANTES, SABORIZANTES, EDULCORANTES, ACIDIFICANTES, ANTIFUNGICOS, ANTIOXIDANTES, FERMENTOS LACTEOS, COLORANTES ARTIFICIALES
FLAVORS, PALATABILITY AGENTS, SWEETENERS, ACIDIFIERS, MOULD INHIBITORS, ANTIOXIDANTS, LACTOBACII, ARTIFICIAL COLOURING AGENTS

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DEPURACION

La base del procedimiento consiste en una digestión anaerobia a cielo abierto en balsa profunda, dirigida y potenciada mediante la siembra de cultivos específicos de bacterias anaerobias y facultativas, acompañadas de catalizadores biológicos. Dicho proceso se conoce como EAZ nombre que también se utilizará en adelante para aludir a la balsa de digestión.

El producto biológico que se siembra es el resultado de más de veinte años de investigaciones (desarrolladas entre 1947 y 1970) las cuales culminaron con la puesta a punto, a partir de elementos naturales mediante repetidas selecciones, de un concentrado que contiene los mencionados cultivos liofilizados.

El proceso tiene tres fases claramente diferenciadas, aunque en función del destino final del efluente la última puede no existir:

1. Separación de sólidos.
2. Digestión anaerobia potenciada (en una o dos etapas).
3. Acabado aerobio.

La separación de los sólidos se realiza haciendo pasar el purín crudo por un tamiz de 1 mm de paso, obteniendo una fase líquida que se vierte a la balsa de digestión, y una fase sólida, del orden de 0,5 m³/día por cada 1.000 plazas de en-

Cuadro I
Producción de residuos de las especies ganaderas españolas más importantes

Concepto	Vacuno	Ovino	Porcino	Aves	Total
Cabezas (millones)	4,8	19,3	11,9	118,5	—
Residuos (millones t/año)	72,3	32,7	23,9	6,6	135
DBO ₅ (miles t/año)	1.635	681	408	262	2.985
Población equival. (millones)	74,6	31,1	20,0	11,9	138

Elaboración propia a partir de Turzó (1993) y García-Vaquero (1987).

nan los suelos, las aguas superficiales y las subterráneas, además de originar molestias por malos olores a los habitantes de las poblaciones cercanas a las granjas.

Los residuos ganaderos, sólidos y líquidos, se pueden emplear crudos como fertilizantes sin riesgo de contaminación de suelos y acuíferos (fundamentalmente de estos últimos por nitratos debido a su alta movilidad), siempre que no se rebasen las dosis adecuadas. La Propuesta de Directiva de la CEE de 5 de enero de 1989, fija dichas dosis de utilización por hectárea en las producidos por 16 cerdos de engorde, 5 cerdas con sus crías, 2 vacas, 4 toros para matadero, 100 pavos, 133 gallinas o 285 pollos. Asimismo, De Juana (1981) recomienda la utilización de los purines de 10 cerdos por cada hectárea, equivalente a 20 m³/año, estableciendo un límite máximo de seguridad de 60 m³/ha/año.

No obstante, siempre permanecerán los malos olores y el riesgo de contaminación por metales pesados como el cobre y zinc, incluidos como promotores de crecimiento en los piensos para cerdos de engorde en cantidades relativamente elevadas. Otro elemento problemático es el fósforo, pues aunque incorporado al suelo se insolubiliza rápidamente, en los vertidos a cauces o utilizado en el cultivo de arroz, puede dar lugar a eutrofización del medio acuático.

Contrariamente a la opinión más generalizada, los residuos ganaderos líquidos, y concretamente el más problemático, el purín de porcino, se pueden depurar hasta condiciones de vertido a cauce público si fuera necesario, con unas inversiones importantes pero asumibles y con unos costes de ejercicio muy inferiores a los que supondría la depuración mediante cualquiera de los sistemas de tratamiento convencionales.

Cuadro II
Caracterización de los efluentes en los distintos estadios del tratamiento

Concepto	Purín crudo de ciclo cerrado	Efluente balsa digestión	Efluente filtro bacteriano	Efluente lodos activados
Sólidos en suspensión (mg/l)	50.000 (1)	1.300 (3)	280 (6)	54 (3)
Materia seca (mg/l)	52.000 (2)	—	—	262 (8)
DBO ₅ (mg/l)	25.000 (1)	2.500 (4)	300 (4)	50 (4)
DQO (mg/l)	54.000 (1)	3.770 (3)	2.038 (6)	210 (3)
N _{TK} (kg/m ³)	4,28 (2)	0,77 (5)	0,22 (6)	0,00 (8)
P ₂ O ₅ (kg/m ³)	3,18 (2)	0,50 (3)	—	0,11 (3)
K ₂ O (kg/m ³)	2,76 (3)	0,58 (5)	—	0,58 (5)
Ca (kg/m ³)	2,05 (2)	0,08 (5)	—	0,09 (5)
Mg (kg/m ³)	0,55 (2)	0,04 (5)	—	0,02 (5)
Na (kg/m ³)	1,02 (2)	0,00 (5)	—	0,00 (5)
Conductividad (umhos/cm)	—	6.780 (5)	7.370 (6)	5.960 (5)
pH	7,59 (7)	7,68 (5)	8,33 (6)	8,30 (5)
Cu (mg/l)	35,25 (2)	0,24 (5)	—	0,20 (5)

(1): García Vaquero (1987). (2): Ferrer, Sanz y Pomar (1981). (3): Análisis de los efluentes depurados de una granja porcina en Zubieta, Navarra (1980). (4): Garmendia (1993). (5): Análisis de los efluentes depurados de una granja porcina en Irañeta, Navarra (1982). (6): Análisis de los efluentes depurados de una granja porcina en Zugarramurdi, Navarra (1989). (7): Análisis del purín crudo de una granja porcina en Alfafara, Alicante (1993). (8): Análisis del efluente depurado de una mezcla de purines de porcino y vacuno y gallinaza de la Facultad de Veterinaria de León (1992).

Nota: Algunos de los valores reflejados en el cuadro II, los citados por Ferrer, Sanz y Pomar (1980), tienen validez de media estadística, mientras que los restantes corresponden a análisis concretos, aunque sirven como indicadores del grado de depuración que se puede alcanzar.

gorde, constituida fundamentalmente por restos vegetales no digeridos, por lo que no supone una reducción apreciable de la carga poluente del purín, y que tras un compostaje constituye un buen mejorante de los suelos agrícolas.

El tratamiento no modifica en esencia el proceso natural de la digestión anaerobia, pero consigue acelerarla y estabilizarla, desarrollándose incluso a bajas temperaturas exteriores, pues las intensas reacciones exotérmicas que se desencadenan, unidas a la profundidad de la balsa de digestión (entre 6 y 8 m) posibilitan que en el fondo de ésta, lugar donde tienen lugar las fermentaciones anaerobias, el medio se mantenga a unas temperaturas que permite la actividad de las bacterias (entre 18 y 35 °C). Tras la siembra de arranque, y a pesar de la lógica proliferación de las colonias bacterianas introducidas, es necesario realizar unas mínimas resiembras periódicas destinadas a regenerar el medio y contrarrestar la competencia de otras bacterias no deseadas.

El efluente líquido obtenido en la balsa de digestión EAZ tras el proceso anaerobio, cuyo tiempo de retención máximo es del orden de 150 días, presenta las siguientes ventajas respecto al purín crudo:

- Completa desodorización.
- Reducción de al menos un 95% de los sólidos en suspensión.
- Reducción mínima del 90% de la DBO₅.
- Eliminación parcial del contenido en nitrógeno.
- Notable disminución del contenido en patógenos, debido al largo tiempo de retención en la balsa.

Dicho efluente contiene en forma asimilable por las plantas, además de nitrógeno, todos los macroelementos (cuadro II) y la mayor parte de los microelementos esenciales para la nutrición vegetal (cuadro II) no constituyendo ningún problema los elementos pesados como el cobre, cuya concentración se reduce considerablemente. El purín crudo contiene también Zn, Fe y Mn (Ferrer y col., 1981), aunque no se dispone de datos relativos a las concentraciones de los mismos en los distintos efluentes, es de suponer que estos metales pesados se acumulan en los lodos del fondo de la balsa de digestión EAZ cuyo



Balsa típica de almacenamiento de purines.

vertido habrá que vigilar cuando tenga que realizarse. Otros metales pesados sujetos a legislación como Cd, Ni, Hg y Pb, no son característicos de la composición de los purines.

Asimismo, hay que considerar que debido a su alta conductividad, este efluente no puede utilizarse para riego continuado, sino como un fertilizante líquido.

FASE DE ACABADO AEROBIO

La composición del efluente de digestión anaerobia (cuadro II), resulta muy adecuada para su utilización como fertilizante, bien diluido en el agua de riego en proporciones convenientes o bien directamente distribuido sobre el suelo a dosis asimismo acordes con la normativa vigente para evitar la contaminación del mismo. No obstante, di-

cho efluente no reúne el grado de depuración necesario para su vertido a cauce público, por lo que, si no se dispone de la superficie de cultivo necesaria, hay que recurrir a un segundo tratamiento mediante un sistema aerobio convencional, «lecho bacteriano», «lodos activados», «lagunaje» (laguna facultativa y laguna de maduración), etc.

El sistema elegido en cada caso dependerá del nivel de depuración requerido y de criterios económicos, no obstante a continuación se destacan algunos aspectos importantes a tener en cuenta.

Si se opta por la aireación forzada, tras la digestión anaerobia previa el sistema aerobio recibirá un influente muy rebajado en su carga orgánica respecto al purín.

El enriquecimiento de la flora aerobia natural con las bacterias facultativas incluidas en el producto biológico aplicado en el digestor abrevia esta tercera fase.

Los lodos en exceso procedentes del tratamiento aerobio se bombean a la balsa de digestión, con lo cual se suprime la inversión, el manejo y el consumo de energía que supone el tratamiento convencional de los mismos.

Si se opta por completar el tratamiento con lagunas de estabilización, las bacterias facultativas sembradas acortan los períodos de permanencia tanto en la balsa facultativa como en la de maduración, y por tanto permiten reducir las

«El sistema de tratamiento por digestión anaerobia potenciada es de gran simplicidad de manejo»

STAFAC® Virginiamicina para la cerda, una alimentación más competitiva y de mayor rendimiento



Por primera vez en Europa, se autoriza un promotor de crecimiento en la alimentación de la cerda: STAFAC® Virginiamicina

STAFAC® Virginiamicina permite que la cerda reconstituya sus reservas adiposas tanto en la gestación como en la lactación, alcanzando así un rendimiento excepcional.

Como resultado de ello se obtiene:

- un mejor aprovechamiento de la alimentación, independientemente de la fase de producción de la cerda.
- un mayor rendimiento de la camada: peso total de la camada al destete.
- un mejor rendimiento de la cerda.
- una optimización del potencial genético de la cerda.

En una palabra, STAFAC® Virginiamicina es el suplemento indispensable para rentabilizar al máximo su capital-cerda, elemento clave para el éxito de la producción porcina.



VIRGINIAMICINA

PORQUE CADA GRAMO CUENTA

RPN-Genetic International GmbH

D-2810 Verden/Aller · Lindhooper Straße 110 · Telefon: +49 (4231) 6720 · Telefax +49 (4231) 67280

Heino Rohmeier

Cerdos de Cría de Raza Pura de Proveniencia Alemana

LANDRAZA ALEMANA "S"

- Resistente al estrés cardíaco
- alta prolificidad
- alta eficiencia biológica

- Línea madre



VERRACOS CRUZADOS

(HAMSHIRE X PIETRAIN) (HAMSHIRE X LB)

- Verracos modernos, robustos
- Y con buen rendimiento en canal

- Óptima calidad de la carne



LARGE WHITE

- aplomos muy correctos,
- máxima velocidad de crecimiento

- Línea madre



PIETRAIN

- máximo rendimiento en canal

LANDRAZA BELGA

- excelente índice de conversión
- óptimos rendimientos en canal

REPRESENTANTE:

Jose Ignacio Gil Salvador
Granja Camarma, S.A.
Ctra. de Valdeavero, s/n.
2816 CAMARMA DE
ESTERUELAS,
Madrid
Tel.: (91) 8857034



dimensiones de las mismas, lo que equivale a disminuir los costes de adquisición de terreno y de las obras de acondicionamiento.

Alternando con las balsas de algas, que producen una mayor oxigenación y por tanto una mayor degradación de la materia orgánica, se pueden proyectar lagunas poco profundas (de 50 a 70 cm útiles) con plantas flotantes, especialmente eficaces en la eliminación de nitrógeno y fósforo (Terrasa y col., 1987; Martín, 1989), siendo la especie más utilizada el jacinto de agua, cuyo desarrollo se puede rentabilizar. Esta planta manifiesta una gran capacidad productiva, hasta 150 t de materia seca por ha de estanque y año (Mathey-Doret y Garmendia, 1992) y un alto contenido en proteínas, conteniendo además minerales y vitaminas, lo que le confiere excelentes cualidades como alimento para el ganado.

VENTAJAS DEL PROCESO DE DIGESTION EN FRIO EAZ

La inversión, aunque de cierta importancia, es siempre muy inferior a la que supondría una depuración convencional si se pretende llegar a condiciones para vertido a cauce público con garantía, pues el tratamiento anaerobio previo reduce en un 90% la carga poluente a eliminar en el acabado aerobio. Planteada tal inversión como mejora sanitaria es susceptible de ayudas por parte de organismos oficiales, en forma de créditos a bajo interés o como subvenciones a fondo perdido de un porcentaje de su importe. Si se dispone de suficientes tierras para reutilizar el efluente como fertilizante, tan sólo se necesitará realizar la fase anaerobia con lo que los costes de las instalaciones se abaratarán considerablemente, pues hay que tener en cuenta que las balsas de digestión EAZ se construyen normalmente a base de tierra apisonada impermeabilizada con lámina de etileno propileno dieno monómero (E.P.D.M.).

Los costes de ejercicio son muy razonables, resultando el tratamiento anaerobio a unas 60 pesetas por cerdo cebado, cantidad inferior al valor de las unidades fertilizantes contenidas en el efluente a precio de abonos minerales. Los costes del tratamiento completo con

acabado mediante aireación forzada se pueden situar, por término medio, alrededor de las 170 ptas. por cerdo.

Asimismo, el tratamiento anaerobio potenciado supone una solución ecológica, pues el proceso es totalmente natural sin utilización de productos químicos que puedan complicar los vertidos.

La gran capacidad de la balsa de digestión (150 días de tiempo de retención) permite utilizarla como depósito regulador, no teniendo necesidad de verter en épocas de lluvia o cuando no convenga abonar los cultivos en el caso de haber optado por una depuración parcial.

La manipulación de los lodos no constituye ningún problema, pues los generados, en su caso, por el tratamiento aerobio se retornan a la balsa EAZ donde conjuntamente con los lodos de la propia digestión anaerobia se mineralizan reduciendo considerablemente su volumen, de forma que hasta en un plazo medio de 8 años no habrá que ocuparse de los mismos. Llegado el momento, y mediante una bomba de lodos, se pueden extraer para su utilización como abono sin necesidad de vaciar la balsa, y sin apremios, de acuerdo a las necesidades de la propia explotación o de la demanda de otros agricultores.

En el cuadro III se recoge el valor fertilizante de los lodos producidos en una balsa anaerobia, pudiéndose apreciar un aumento de tal valor respecto del efluente líquido. No se dispone de datos referentes al contenido en metales pesados de los lodos EAZ, pero considerando que existe una legislación concreta sobre utilización de los lodos procedentes de depuración en el sector agrario (Real Decreto 1310/1990 y Orden de 26 de octubre de 1993 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), será necesario realizar las determinaciones reguladas por tal normativa antes de verter dichos lodos,

pues teniendo en cuenta el bajo contenido en cobre detectado en el efluente líquido (cuadro II), es de esperar que su contenido en los lodos, al igual que el de zinc, aumente considerablemente a lo largo del tiempo. No obstante, el problema se minimiza dado el bajo volumen de lodos a eliminar y el largo intervalo entre evacuaciones.

El sistema de digestión anaerobia potenciada presenta una gran simplicidad de manejo, no necesitando personal especializado, y requiriendo una dedicación mínima, que durante años se limitará a realizar una resiembra semanal del cultivo bacteriano y vigilar durante escasas horas la separación de sólidos en el desbaste. Las averías que pudieran ocurrir en los mecanismos de la instalación de tratamiento aerobio no tienen trascendencia, pues tal proceso puede detenerse unos días sin que se acumule purín sin tratar, el cual se seguirá vertiendo a la gran balsa de digestión donde comienza su depuración anaerobia. Resuelta la avería, la facilidad de tratamiento del efluente, muy rebajado y conteniendo las bacterias facultativas sembradas, permitirá una rápida estabilización del citado proceso aerobio.

Una de las ventajas más interesantes es que la digestión desarrollada por el compuesto biológico no desprende ningún olor. La experiencia demuestra que el empleo del complejo bacteriológico EAZ da lugar a una serie de reacciones anaerobias sin desprendimiento de malos olores. Este hecho se justifica por el rápido desarrollo de las bacterias metaníferas específicas sembradas que conducen al ataque inmediato de los ácidos volátiles formados, acético, propiónico y butírico, con producción de metano y CO₂, sin dejar actuar a las colonias parásitas de bacterias sulforreductoras y otras que determinan la formación de compuestos intermedios malolientes.

Cuadro III
Composición de los lodos mineralizados resultantes de la digestión Acti-Zime

Humus		950,0	gr/kg m.s.
Nitrógeno	(N _T)	23,4	»
Fósforo	(P ₂ O ₅)	20,1	»
Potasio	(K ₂ O)	3,5	»
Varios	(Na, Ca, Mg, ...)	3,0	»

CUADERNOS DE PORCINO

MEDIO AMBIENTE

MG

Naturalmente, este efecto de desodorización se haría extensivo a una segunda balsa facultativa, en el caso de un lagunaje completo, donde eventualmente también se podrían originar malos olores.

Asimismo, bombeando periódicamente efluente ya estabilizado del tratamiento aerobio a las zanjas de recogida de purín de las propias naves de ganado, se consigue desodorizar su contenido. Si la instalación carece de tratamiento aerobio, se puede realizar una pequeña siembra del producto biológico en las propias zanjas, donde también se muestra activo, a pesar de la escasa profundidad que origina condiciones aerobias, gracias a las bacterias facultativas que contiene. Desodorizadas las naves se cierra el ciclo de eliminación de olores en toda la explotación.

El proceso EAZ, gracias a su simplicidad de instalación y manejo, que apenas requiere dedicación y no necesita personal especializado, resulta aplicable y económicamente asumible para explotaciones relativamente pequeñas (300 madres en ciclo cerrado o 2.000 plazas de engorde). En caso de tratarse de varias granjas pequeñas próximas entre sí, se puede proyectar una depuradora común para todas ellas con el único inconveniente de tener que transportar periódicamente los purines mediante cubas hasta la citada instalación.

CONSIDERACIONES FINALES

Siempre que se disponga de suficiente suelo cultivable para admitir la incorporación del efluente como fertilizante, debe interrumpirse el tratamiento tras la digestión anaerobia. Tal efluente, desodorizado y controlado su contenido en patógenos y metales pesados, puede ser vertido al suelo en cantidades adecuadas y ecológicamente compatible con los elementos ambientales del medio, aprovechando así la gran capacidad depuradora «gratuita» de los microorganismos del suelo.

Dicha utilización supone un ahorro a todos los niveles, ahorro en instalaciones y costes de ejercicio y ahorro en fertilizantes. Resulta lamentable, pudiendo reutilizar los purines previamente acondicionados, consumir energía en una depu-



Bolsa de digestión anaerobia EAZ con tratamiento aerobio al fondo.

ración total y tener por otra parte que fertilizar los suelos con abonos minerales, cuya síntesis, en el caso de los nitrogenados, supone un importante consumo de energía. Además del aporte de nitrógeno, no hay que desestimar el valor del resto de los elementos fitonutritivos aportados, fósforo, potasio, magnesio, etc.

Un tratamiento correcto que desodoriza, fluidifica y reduce la carga contaminante de los purines, convierte un residuo molesto en un subproducto aprovechable por los agricultores de la zona, pudiendo pasar de una situación de enfrentamiento con los vecinos a una colaboración con los mismos para beneficio mutuo y del medio ambiente.

Al igual que el efluente líquido, el resto de subproductos derivados de la depuración, sólidos separados en el desbaste inicial y lodos mineralizados, son aprovechables como fertilizantes, previo análisis y a dosis compatibles con la normativa vigente.

Cada granja y su entorno es un caso particular, pues las características de los purines varían notablemente según la composición de los piensos, ciclo de producción (maternidad, engorde o ciclo cerrado) y la mayor o menor dilución de las deyecciones por el agua de limpieza. Es misión del ingeniero proyectista optimizar en cada caso las soluciones técnicas y los costes de depuración, compatibilizándolos con un reciclado no contaminante.

BIBLIOGRAFIA

- DE JUANA SARDÓN, A. 1981. *La incidencia de las explotaciones ganaderas sobre la contaminación ambiental: aspectos especiales de las explotaciones de ganado porcino en «Veterinaria y Medio Ambiente»*. Ed. CEOTMA - MOPU.
- FERRER, J. SANZ, J. y POMAR, J. 1981. *Utilización Agrícola del Estiércol Líquido de Porcino (E.L.P.)*. Hojas de Información Técnica del Servicio de Extensión Agraria. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.
- FUNDACIÓN «LA CAIXA». 1993. *Residuos Ganaderos*. Ed. Aedos.
- GARCÍA-VAQUERO, E. 1987. *Diseño y Construcción de Alojamiento Ganaderos*. Ed. Mundi-Prensa.
- GARMENDIA, M. 1993. *Comunicación personal*.
- I.N.E. 1991. *Censo Agrario 1989*. Ed. Instituto Nacional de Estadística.
- MARTÍN, I. 1989. *Depuración de Aguas con Plantas Emergentes*. Hoja Divulgadora 16/89HD. M.A.P.A.
- MATTHEY-DORET, D. y GARMENDIA, M. 1992. *Tratamiento Integral de los Purines de Cerdo*. Feria Universal Ganadera '92 de Salamanca.
- MATTHEY-DORET, D. y GARMENDIA, M. 1993. *Plantas Depuradoras para Tratamiento del Lixiviado de una Explotación de Porcino*. Anaporc, 125, 39-55.
- MOPT. 1991. *Depuración por Lagunaje de Aguas Residuales*. Ed. Secretaría General Técnica del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- SEOANEZ, M. 1978. *Aprovechamiento y Tratamientos Agrarios de las Aguas Residuales*. Ed. I.N.I.A.
- TERRASA, M., CAMPOMAR, J.A. y VAQUER, V. 1987. *El Lagunaje. Una Alternativa para pequeñas Comunidades*. Ed. E.M.A.Y.A.
- TORRES, A. y AVELLA, LL. 1989. *La Ganadería en la C.E.E. España y la Comunidad Valenciana: Situación General*. Ed. Conselleria de Agricultura y Pesca. Generalitat Valenciana.
- TURZO, P.E. 1993. *Residuos Ganaderos*. Anaporc, 120, 68-72.