

## **1.ª Jornada Técnica sobre el Estiércol Fluido Porcino (“Purín”)**

Campus de Aula Dei (Montañana-Zaragoza)  
3 de diciembre de 1997

## **Introducción:**

En nuestra Comunidad Autónoma, y según nuestras referencias, los estudios sobre la problemática de los denominados "purines" o estiércoles fluidos porcinos (E.F.P.) se inician en 1986/87, y su relación hasta el momento presente se recoge al final de este documento divulgativo. (Referencias bibliográficas).

En la actualidad se están realizando diversos trabajos de experimentación y de investigación como los que reseñamos al final (Referencias de trabajo, estudios y proyectos de investigación en ejecución), pero sin ninguna conexión regional hasta el momento, que pudiera hacerlos más eficaces y rentables.

En 1995 comenzaron a comunicarse entre sí personas de distintas instituciones con objeto de plantear proyectos de investigación multidisciplinarios a nivel regional y nacional.

Estas primeras Jornadas Técnicas que planteamos tratan de conectar a todas esas personas que han iniciado trabajos en esta materia de los estiércoles fluidos porcinos, con el ánimo de constituir un grupo de trabajo multidisciplinar que inicie un recorrido común y más fructífero: desde el punto de vista de la rentabilidad de su trabajo y de su utilidad al sector agropecuario.

La primera tarea va a consistir en la presentación de sus conocimientos y experiencias de una forma resumida y una puesta en común en este sencillo documento.

En este primer paso recogeremos una serie de aspectos que son los que conocemos a través de las personas y grupos que los han desarrollado. A partir de aquí, se invita a todas las personas y entidades que tengan algo que comunicar desde su experiencia o trabajo, a integrarse al grupo.

Relación de aspectos a tratar en este primer encuentro:

- Aspectos socioeconómicos y agropecuarios.
- Aspectos edafológicos y de fertilización.
- Aspectos relacionados con la nutrición vegetal.
- Aspectos potenciales de contaminación de las aguas.
- Aspectos de control ambiental (instalaciones de porcino).
  - a. Aspectos físico-químicos. Valoración de riesgos y medidas correctoras.
  - b. Aspectos microbiológicos y sanitarios.

# 1. Grupo de trabajo del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón.

## A. Aspectos socioeconómicos y agropecuarios.

F. Orús ♦ Centro de Técnicas Agrarias. D.G.A.

- Desde 1993 y hasta la fecha, el porcino supone el primer producto agrario de nuestra comunidad autónoma, con un 19% del P.B.T. (1993), un 20% (1994) y un 24% (1995), por encima de producciones tan significativas como los cereales (pajas y leguminosas), frutas y hortalizas, vacuno, etc. (Según Macromagnitudes del Sector Agrario Aragonés. D.G.A.).
- El estiércol fluido porcino es un fertilizante que no puede, ni debe, desaprovecharse.
  - Sobre la valoración realizada con los censos de 1994, los 5,6 millones de m<sup>3</sup> de EFP estimados contienen:
    - 28.882 Tm de nitrógeno.
    - 23.754 Tm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
    - 18.016 Tm de K<sub>2</sub>O.

Con el precio de referencia de los fertilizantes más conocidos de Urea, superfosfato de cal de 118% y cloruro potásico, de junio de 1997, este fertilizante orgánico tendría un valor comparativo superior a los 5.300 millones de pesetas.

- El consumo medio de fertilizantes minerales en Aragón (según Macromagnitudes del Sector Agrario Aragonés. D.G.A.), en el quinquenio de 1991-1995 fue de 38.986,65 Tm de nitrogenados (Tm de N<sub>2</sub>), 18.618,48 Tm de fosfatados (Tm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 12.437,50 Tm de potásicos (Tm de K<sub>2</sub>O).

Pues bien, los EFP producidos en Aragón (con datos de 1994) contienen aproximadamente un 74,08% de todo ese fertilizante mineral nitrogenado comprado, un 127,59% de los fosfatados, y un 144,86% de los potásicos.

- Su utilización agronómica como abono, incorporándolo al suelo, nos parece —hoy por hoy— como la solución más económica que se puede plantear en la mayoría de situaciones.

El elevado peso y volumen del EFP impone una limitación de distancia a la que es rentable llevarlo a las fincas: entre dos y ocho km, según la concentración de elementos fertilizantes: cebaderos > ciclos cerrados > maternidades, y el tamaño de las “cubas”. Por supuesto que con camiones cisternas estas distancias tienen que ser mayores.

- El fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y el potasio (K<sub>2</sub>O) que contienen los EFP son directamente asimilables por los cultivos.
- Sobre la eficiencia del nitrógeno contenido en el EFP en el año de aplicación no hay coincidencias. Dos teorías:
  - Un 29-30% si se aplica en otoño, un 58-60% si se aplica en primavera.
  - Un 75% el primer año, independientemente de la época de aplicación, y el resto queda disponible en el suelo los años subsiguientes.
- Los análisis del suelo nos permitirán fijar cuales son las cantidades más recomendables, especialmente según el nitrógeno disponible y el nivel de fósforo del suelo.
- El exceso de fósforo contenido en el EFP, con relación al nitrógeno y a la potasa, nos aconsejan utilizar casi siempre dosis moderadas de EFP, y complementar el resto de necesidades de fertilizantes con abonos minerales en el momento más adecuado.

Estas dosis moderadas estarían alrededor del equivalente de 170 kg de N/ha, aproximadamente:

- 30 m<sup>3</sup> de EFP de cebaderos, o
  - 40 m<sup>3</sup> de EFP de ciclo cerrado, o
  - 50 m<sup>3</sup> de EFP de maternidades (producción de lechones).
- El enterrar, al menos con una labor ligera, los EFP aplicados al suelo, y a las pocas horas de su aplicación, permiten:
- Disminuir el olor difundido.
  - Disminuir la emisión de amoníaco a la atmósfera (contaminación atmosférica) y la pérdida considerable del nitrógeno contenido en el EFP.
- Hay que reducir todas las prácticas que causan una elevada emisión de amoníaco a la atmósfera.
- Aplicación de EFP, sin enterrar.
  - Balsas de desecación (hoy toleradas).
  - Fosas de almacenamiento sin cubrir (al menos cubiertas con material ligero, flotante).
- En aquellas localidades o áreas donde exista una sobrecarga ganadera (más nitrógeno de estiércoles que las necesidades de los cultivos disponibles en las ha de SAU), deben buscarse preferentemente soluciones colectivas para la reutilización o tratamientos del EFP.
- El interés general de la comunidad aragonesa debe exigir que las futuras instalaciones ganaderas cumplan todos los compromisos medioambientales, especialmente en el equilibrio entre ganado y tierra (SAU) disponible, y no transigir ni una vez más respecto al incumplimiento de la normativa existente.

## **B. Aspectos edafológicos y de fertilización.**

### **El suelo en la utilización agrícola del purín.**

**J. Betrán. ♦ Laboratorio Agroambiental. D.G.A.**

El suelo es el cuerpo que recubre la mayor parte de la tierra. En la delgada capa superficial que lo constituye se produce la interacción de gran número de ciclos naturales, entre ellos el de la materia orgánica, el agua, los elementos minerales, etc.

La existencia del suelo resulta indispensable para la vida vegetal, ya que de él toman las plantas los elementos indispensables para su alimentación (16 elementos minerales que se han dado en llamar elementos esenciales).

El suelo es el recurso agrario por excelencia, funciona como un almacén “recargable” de nutrientes, y sin su presencia no sería posible la alimentación de los cultivos. Es muy importante considerar que es un recurso limitado y no renovable (casi todas las tierras aptas para cultivo ya están ocupadas y la formación de suelo es un proceso tremendamente lento).

Al mismo tiempo, el suelo es un filtro natural de gran eficacia que fija los elementos y protege el medio de la acción directa de elementos que pudieran resultar perjudiciales en otros puntos del ecosistema, y que sin embargo resultan beneficiosos en el suelo. El caso más evidente es la protección de acuíferos, reteniendo sustancias orgánicas o minerales que serían indeseables en las aguas. Muchos de esos elementos fijados en el suelo se incorporan a través de él a los ciclos naturales, retornando a su curso normal en la biosfera; otros son neutralizados de forma permanente.

La capacidad del suelo para fijar nutrientes (y elementos minerales en general) es una de sus propiedades fundamentales que se conoce técnicamente como “capacidad de intercambio catiónico” (CIC), y está determinada por la presencia de arcilla y de materia orgánica. Esta propiedad es la base de la fertilización, que en la agricultura moderna ha incrementado notablemente los rendimientos.

Esta capacidad del suelo para retener y “reciclar” nutrientes hace que sea posible aportarle ciertas cantidades de residuos para que sean aprovechados por las plantas. El purín es un caso claro de posible aprovechamiento de esta capacidad, pero en el vertido de residuos al suelo debe siempre tenerse en cuenta la cantidad de residuo que podemos aportar sin riesgo de contaminación de freáticos ni de degradación del propio suelo.

El contenido de elementos nutritivos del purín es interesante desde el punto de vista de la fertilización. Pero el purín tiene algunas particularidades frente a otros fertilizantes orgánicos, que es importante destacar:

- Prácticamente todo el residuo es de origen animal, con elevada concentración de nitrógeno (muy baja relación carbono/nitrógeno), lo que hace que su descomposición sea muy rápida, liberando pronto los nutrientes que contiene.
- El nitrógeno está contenido en buena parte en forma amoniacal, que puede perderse por evaporación, y el resto en forma nítrica y ureica, rápidamente asimilables; y orgánica, que debe sufrir una descomposición por lo que resulta asimilable a más largo plazo.
- El purín contiene cierta cantidad de sales en disolución que pueden resultar problemáticas en suelos propensos a la salinización. El sodio forma parte importante de estas sales.
- Algunos elementos utilizados en la alimentación del ganado pasan directamente al purín, este es el caso del cobre que está contenido en cantidades importantes.
- Parte de los antibióticos utilizados sobre el ganado pueden pasar al purín y podrían afectar a las bacterias del suelo.

La aplicación de purín al suelo se convierte en la mejor forma de eliminación por varias razones:

- En el suelo se producirá su descomposición completa y se liberarán los elementos nutritivos.
- Los elementos nutritivos que contiene serán retenidos temporalmente en el suelo hasta que sean consumidos por las plantas.
- Si la aplicación es correcta, tanto en cantidad como en oportunidad, no habrá salida de nutrientes hacia otros puntos del medio, ni habrá deterioro de las propiedades del suelo.
- Con una aplicación correcta puede evitarse la pérdida de nitrógeno a la atmósfera e incluso la producción de olores.

Algunos problemas que pueden darse como consecuencia de una mala aplicación son:

- Si se supera la capacidad de retención del suelo, parte de los nutrientes pueden atravesar el suelo y llegar a los acuíferos, contaminando las aguas. El nitrógeno es el elemento más limitante en este sentido, ya que su retención en el suelo es menos fuerte y temporal, de forma que si no es tomado por las plantas se perderá, contaminando las aguas.
- Los elementos que quedan retenidos en el suelo (fósforo, potasio, microelementos, etc.) pueden incrementar mucho su presencia por aplicaciones masivas o reiteradas. Esto puede provocar desequilibrios nutricionales en las plantas.
- En algún caso de aplicaciones muy intensas y continuadas, puede darse toxicidad por exceso de metales como el cobre.

En consecuencia, en la utilización del purín deben observarse las siguientes recomendaciones:

- Utilizar dosis que no superen la demanda de nitrógeno del cultivo.
- Realizar análisis periódicos del suelo, sobre todo si se realizan aplicaciones reiteradas.
- Conocer el producto que se aplica y su riqueza (concentración de elementos nutritivos).
- No aplicar en suelos salinos, y en suelos con drenaje deficiente realizar un estrecho seguimiento de la situación del suelo.
- Intentar enterrarlo inmediatamente tras la aplicación, y siempre que sea posible, enterrar conjuntamente con la paja o restos de cosechas.

## C. Aspectos potenciales de contaminación de aguas.

D. Quílez y A. Daudén. ♦ Servicio de Investigación Agroalimentaria. D.G.A.

La aplicación del estiércol fluido porcino como fertilizante agrícola lleva consigo los mismos problemas potenciales de contaminación de aguas por nitrato que la aplicación de cualquier otro tipo de fertilizante orgánico o mineral.

El ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas se puede ver en la figura 1. De las tres formas inorgánicas, el nitrato se disuelve en el agua y no es retenido por el suelo, por lo que se pierde fácilmente en el agua de percolación.

Figura 1. Ciclo del nitrógeno.

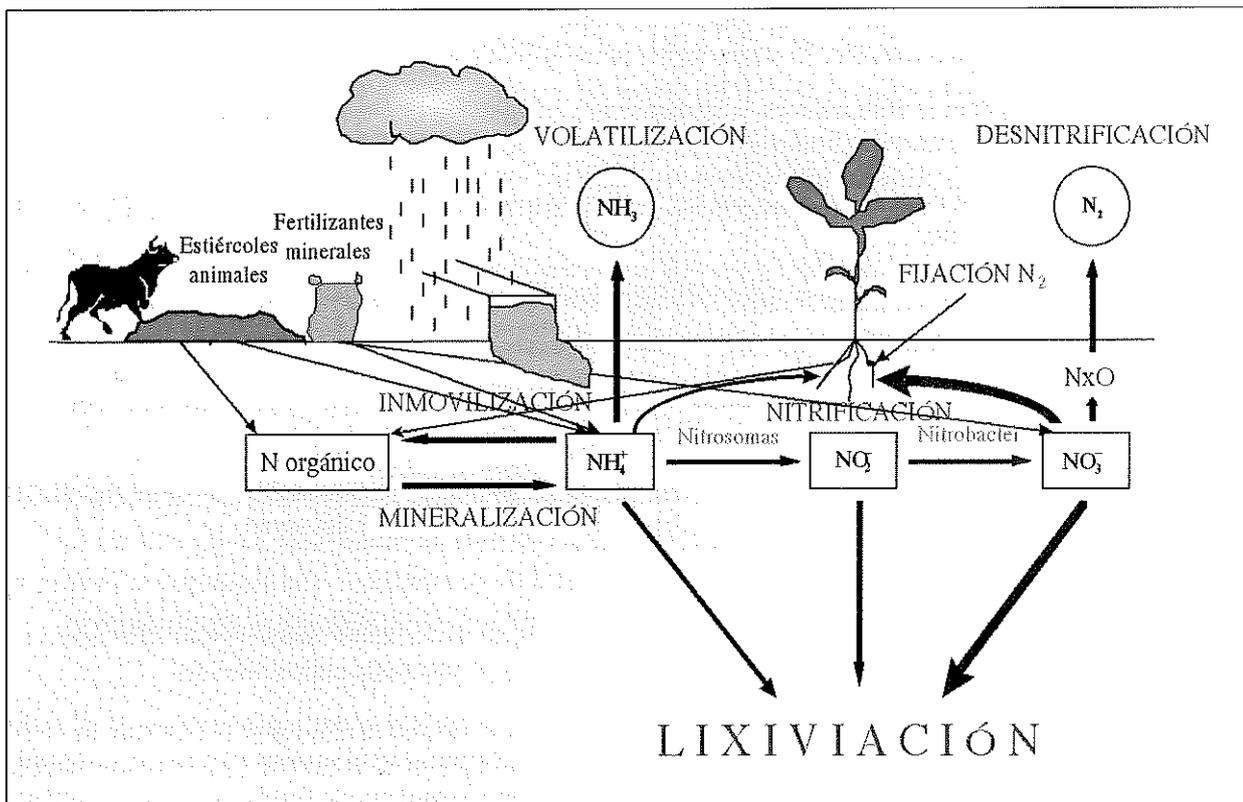


Figura 1. Ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas.

Los factores más importantes que influyen sobre el lavado del nitrato son:

1. La dosis.
2. Epoca.
3. Forma química.
4. Riego y lluvia.
5. Tipo de cultivo.
6. Manejo del cultivo-laboreo.
7. Tipo de suelo.

### Dosis.

En la figura 2 se ve el efecto de la dosis sobre la producción, el contenido de nitrógeno en planta y el nitrógeno residual en el suelo.

Figura 2.

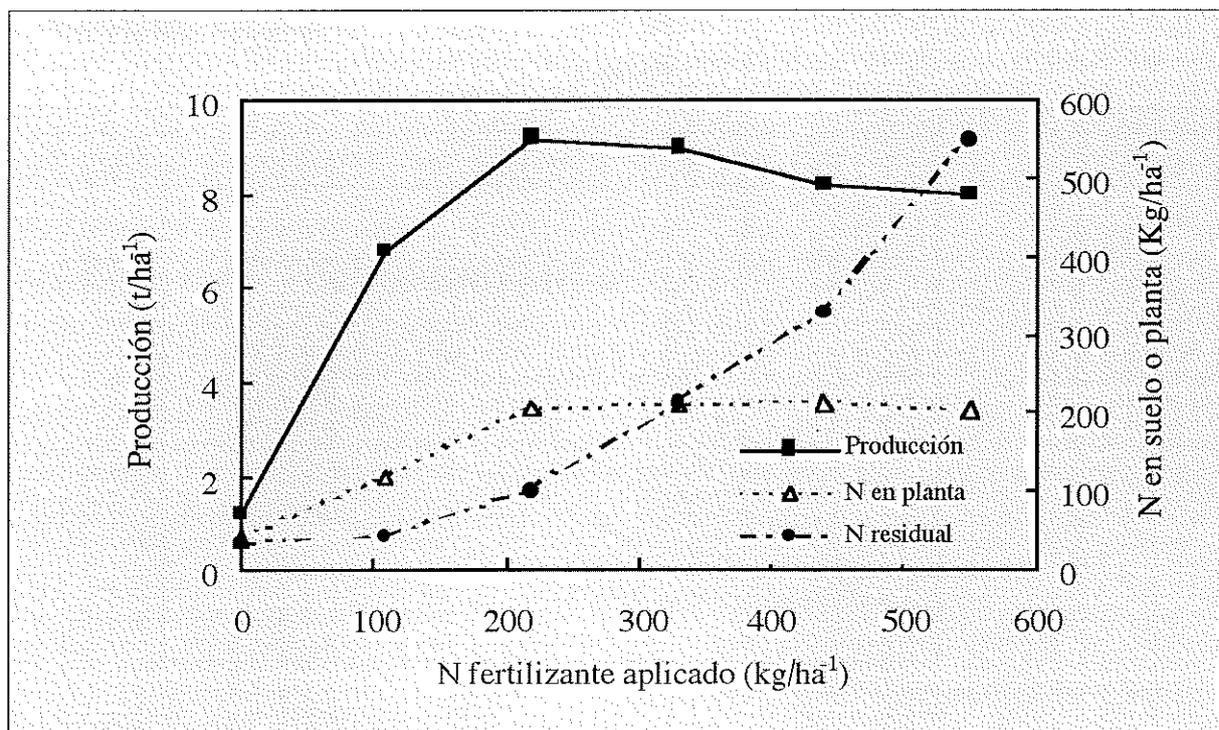


Figura 2. Efecto de la dosis de Nitrógeno sobre la producción, el contenido de N en planta, y de nitrógeno mineral en el suelo, en cultivo de maíz en California (Broadbent y Carlton, 1978).

### Epoca de aplicación.

**Distribución temporal de las necesidades de la planta.** La demanda, que es baja en la primera fase de crecimiento, aumenta mucho en la fase de desarrollo rápido y disminuye en la madurez.

**Riesgo de pérdida de nitrógeno** según época de aplicación. La percolación máxima suele producirse en invierno. No es conveniente abonar en los cultivos que se siembran en esta época, esperar a la primavera cuando el riesgo de lavado es menor.

**Fraccionamiento de las dosis.** Aplicar dosis adecuadas de EFP en sementera y complementar con coberteras minerales (dificultad de aplicar EFP en cobertera) cuando las demandas sean mayores.

### Forma química.

**Nitrato:** tiene carga negativa y no se adsorbe al suelo. Se disuelve fácilmente en el agua y se pierde con el agua de percolación.

**Amonio:** tiene carga positiva y se adsorbe al suelo, suele quedarse en los primeros centímetros de suelo, aunque en suelos arenosos puede ser arrastrado por el agua de percolación.

**Urea:** mientras no se transforma en amonio es arrastrada por el agua.

- Los abonos amoniacales y la urea se transforman en nitrato con cierta rapidez si la temperatura y humedad del suelo son adecuadas.

**Forma amoniacal:** son utilizados por la planta después de su nitrificación, por lo que tiene una acción más lenta condicionada a la actividad microbiana.

- En el EFP el nitrógeno se presenta en forma amoniacal en un 70-75%. Es necesario enterrarlo después de su aplicación para evitar pérdidas por volatilización que producen contaminación atmosférica además de pérdida del valor fertilizante del EFP aplicado. El 70% del EFP aplicado se puede volatilizar en las primeras 24 horas si no se entierra.

## Riego y lluvia.

Figura 3.

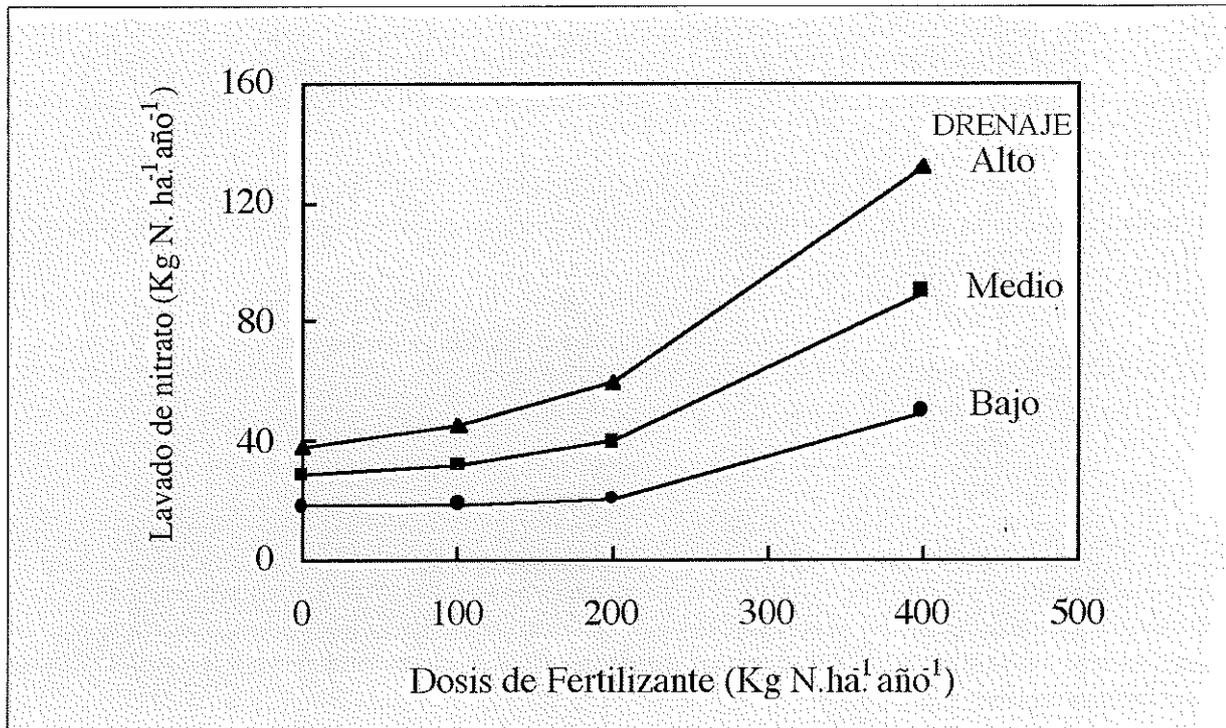


Figura 3. Lixiviación de nitrato en función de la dosis de fertilizante y del volumen de drenaje en cultivo de maíz en California (Pratt, 1984).

## Tipo de cultivo.

Uso del suelo	Observaciones	NO <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )
Bosque	110	0 - 15
Areas naturales	370	2 - 4
Pastizales	370	2 - 3
Varios cultivos y pastos con ganado	30	4 - 20
Cultivos intensivos	200	15 - 130
Suelo agrícola parcialmente urbanizado	50	20 - 150

## Manejo del cultivo-laboreo.

- Profundidad de raíces.
- Mantener cobertura vegetal en invierno en cultivos de primavera.
- Dejar residuos del cultivo anterior-inmovilización cuando riesgo de lavado es mayor y mineralización cuando las necesidades son mayores.

## Tipo de suelo.

- Textura del suelo. Riesgo de lavado mayor en suelos arenosos muy permeables y de capacidad de retención de agua limitada.
- Profundidad del suelo. Mayor riesgo en suelos poco profundos.
- Contenido de materia orgánica. Mayor riesgo en suelos con contenido alto de materia orgánica.

## **2. Grupo de trabajo de la Estación Experimental de Aula Dei (C.S.I.C.). Nutrición vegetal.**

### **D. Aspectos nutricionales del purín de cerdo.**

**E. Monge.** ♦ *Estación Experimental de Aula Dei. (C.S.I.C.)*

La producción global de alimentos debe incrementarse para nutrir a la población mundial en aumento y es una de las prioridades de la agricultura, pero en perfecta armonía con la naturaleza, o al menos con el menor impacto ambiental. Para incrementar la producción, es indispensable el uso apropiado del agua y de fertilizantes, y las medidas que aseguran la protección de la cosecha.

#### **¿Es necesaria la fertilización?**

La respuesta siempre es “sí”. El simple listado de los nutrientes de las plantas que se eliminan con la cosecha pone de manifiesto la necesidad de reposición a través de fertilizantes.

#### **¿Qué fines se persiguen con la fertilización?**

Lograr un estado nutricional óptimo de los cultivos con el fin de obtener la mayor calidad y rendimiento.

El rendimiento de los cultivos descansa en una serie de factores:

- a. Unos, inherentes a la especie vegetal, vienen condicionados por el potencial genético.
- b. Otros de carácter externo (climatología, tipo de suelo, factores nutricionales, prácticas agronómicas).
- c. Por último, aquellos que podemos considerar como factores bióticos (malas hierbas, microflora, microfauna, etc.).

De estos factores, unos escapan de forma absoluta al control humano (climatología), otros parcialmente (plagas) y otros pueden ser controlados de manera eficaz (nutricionales).

#### **El purín de cerdo y la nutrición vegetal.**

El purín, desde la óptica nutricional, se puede describir como un residuo con alto contenido en materia orgánica y en nutrientes minerales.

Su valor agronómico debe ser atribuido a la totalidad de elementos minerales que contiene, no únicamente al nitrógeno, fósforo y potasio, sino otros macroelementos como azufre, magnesio y microelementos que son aportados en cantidades suficientes para prevenir posibles deficiencias.

La valoración agronómica de los efluentes del ganado, solución ideal para eliminar esos “desechos” de la cría intensiva de ganado, presenta problemas como es el ajuste de la dosis a esparcir, en función de las necesidades de los cultivos, la heterogeneidad de las aplicaciones y los riegos de arrastre hacia acuíferos de nitratos y fosfatos.

## ¿Qué es la nutrición vegetal?

Martín-Prevel la define como el conjunto de relaciones existentes entre determinados componentes químicos y la planta, bien en su seno o en sus interfases con el medio exterior. Este concepto contempla los procesos de absorción, transporte, utilización y eliminación de los nutrientes.

Por la naturaleza de los elementos que intervienen y por las características de los procesos implicados, la nutrición vegetal puede considerarse desde una triple perspectiva:

- Nutrición hídrica, en la que el agua penetra fundamentalmente por las raíces, pasando luego a la atmósfera por transpiración. El rendimiento neto es positivo, pero el volumen de agua en tránsito es muy superior al retenido.
- Nutrición carbonada, caracterizada por los cambios gaseosos entre la planta y la atmósfera. Existen dos procesos: la fotosíntesis y la respiración.
- Nutrición mineral, que se vincula a los restantes elementos que no sean  $H_2$ ,  $O_2$  y  $C$ . Cuantitativamente los llamados componentes minerales representan menos del 10% del peso seco del vegetal, frente a un 40-50% del  $C$ , un 42-44% de  $O_2$  y un 6-7% de  $H_2$ .

Las plantas, por el fenómeno de la fotosíntesis, utilizan la luz solar como fuente de energía, produciendo compuestos orgánicos a partir de bióxido de carbono ( $CO_2$ ) de la atmósfera y el agua ( $H_2O$ ), que extraen fundamentalmente por las raíces, formando compuestos hidrocarbonados. Para la síntesis de otras sustancias básicas para la vida de la planta, como las proteínas, lípidos, pigmentos fotosintéticos, etc., las plantas necesitan de otros elementos minerales que las plantas extraen de su entorno, principalmente por las raíces.

## ¿Qué elementos minerales absorben las plantas?

La planta absorbe, del medio que le rodea, una serie de nutrientes que le son necesarios para completar sus ciclos vitales y que resultan imprescindibles para culminar su desarrollo: son los elementos esenciales ( $C$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $K$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mo$ ,  $B$ ,  $Cl$ ). Usualmente se les conoce como macronutrientes (concentración en %) y micronutrientes (en  $mg/l$  o  $ppm$ ). Los macronutrientes se pueden dividir en primarios ( $N$ ,  $P$ ,  $K$ ) y secundarios ( $S$ ,  $Ca$  y  $Mg$ ).

Las sales metálicas, por su naturaleza, tienen una elevada toxicidad que a largo plazo podría generar un fuerte deterioro del suelo. Entre los metales aportados por el purín, cabe destacar el hierro, el manganeso, el zinc y el cobre. El  $Zn$  y el  $Cu$ , añadidos en la dieta del cerdo como factores de crecimiento, son escasamente retenidos o asimilados y se encuentran en cantidades importantes en el purín de cerdo.

Existen otra serie de elementos, aparte de los 16 considerados esenciales, que son necesarios para estimular el normal crecimiento y desarrollo de determinadas especies de plantas, por ejemplo el  $Na$  (halofitas),  $Va$  (hongos y algas de agua dulce),  $Co$  (legumbres-fijación  $N_2$ -forrajeras),  $Si$  (gramíneas),  $I$  (algas marinas),  $Ni$  (plantas fertilizadas con urea),  $Se$  (plantas con toxicidad de  $P$ ) y se denominan elementos beneficiosos. Estos elementos deben estar presentes en muy pequeñas cantidades, su presencia en concentración fuera del rango adecuado constituye un peligro, ya que pueden ser tóxicos para las plantas.

La presencia de nutrientes minerales en el suelo no asegura su asimilación por la planta, para su absorción deben estar en la forma iónica correcta.

## ¿Cómo se encuentran los nutrientes en el purín?

Los compuestos nitrogenados en el purín se encuentran en forma inorgánica, urea  $CO(NH_2)_2$ , y formas orgánicas (fecal). Las formas inorgánicas o amoniacales constituyen aproximadamente el 70% del nitrógeno total, mientras que la orgánica supone el 30%.

El fósforo está contenido en forma casi exclusiva en las partes sólidas de las deyecciones de los animales. Está en forma orgánica y debe ser mineralizado previamente antes de su utilización por la planta.

El potasio está poco comprometido en las estructuras orgánicas de este residuo ganadero. Se encuentra en forma de sales solubles que liberan fácilmente el nutriente, el cual es absorbido por la planta.

El resto de elementos esenciales están en formas fácilmente asimilables.

### **¿Qué problemas nutricionales pueden aparecer con la aplicación de purín?**

El problema más común que se puede ocasionar con cualquier tipo de abonado incontrolado es producir en el cultivo situaciones de estrés nutricional. Se pueden producir deficiencias, toxicidades, fenómenos de sinergismo, antagonismo y otros.

### **¿Cómo se podría lograr la optimización de la producción vegetal?**

Únicamente se podrá conseguir conociendo:

- a. Las necesidades nutritivas de las plantas estudiando su evolución durante su ciclo vegetativo.
- b. Conocer el medio de nutrición mediante su evolución como fuente de nutrientes.
- c. Definir las correcciones del medio en función de la evaluación suelo-planta.

### **¿Es necesario tomar precauciones cuando se fertiliza con purín?**

La respuesta siempre es afirmativa, ya que es necesario proteger los cultivos, debido a que el purín tiene:

- a. Una composición variable y desequilibrada (especie, edad, sistema de explotación, alimentación).
- b. Su eficacia como fertilizante es relativa respecto a los abonos inorgánicos (N=60-80%; P=50% y K=100%).

Existen además otros factores a tener en cuenta como la micosis, el exceso de nitrógeno que ocasiona retraso en la maduración e intoxicación radicular, el exceso de fósforo que incrementa las carencias de otros elementos, incremento de la salinidad (las gramíneas lo extraen). Pueden asimismo aparecer fenómenos de antagonismo o sinergismo.

### **3. Grupo de trabajo de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza.**

#### **Aspectos de control ambiental de instalaciones de ganado porcino.**

*Bascuas, J. A.; Rodríguez, A.A.; Gaspar, P.; Gil, J.; Cuadrat, J.M.; Calvo, M.; Gracia, M.; Terreros, J.; Baguer, A.J.; Amigot, J.A.; Díaz Otero, A. ♦ Facultad de Veterinaria. Zaragoza.*

#### **E. Aspectos físico-químicos. Valoración de riesgos y medidas correctoras.**

##### **1. Introducción.**

El Grupo de Patología Ambiental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, con la experiencia acumulada a lo largo de los últimos años, ha establecido las pautas de actuación para proporcionar una visión, unas veces con contenidos singulares y otras con objetivos de generalista, en aspectos relacionados con:

- La gestión medioambiental.
- La investigación.
- La formación.

Todo ello vinculado a temas concretos de la dimensión ambiental regional y haciendo hincapié en temas relacionados con la Sanidad, la Patología, la Ecotoxicología, la Ecología Microbiana, etc., sin olvidar todos aquellos aspectos referentes a la utilización de recursos, desarrollo industrial y humano, economía, prevención, etc.

Puesto que la producción intensiva porcina, en constante expansión, exige para mantener criterios de productividad el control de los factores que puedan afectar al estado sanitario de los animales estabulados y que, de igual modo, la presencia de este tipo de instalaciones incide sobre el medio que las rodea a través de los mismos o de otros factores, nuestro grupo de trabajo está en condiciones de afirmar que el control del medio aéreo y del binomio agua-suelo deben ser los compartimientos ambientales a considerar en la toma de decisiones ambientales.

Para conocer la interrelación de los factores anteriormente citados, proponemos como herramientas de estudio, tanto para la Administración como para el empresario: la Auditoría Medio Ambiental (AMA) y la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

La EIA no es instrumento de decisión, sino que se encuentra al servicio de ésta. Se define como "Estudios para identificar, predecir e interpretar, así como para prevenir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar a la salud y al bienestar humano y al entorno".

Tiene como objetivos:

- Evitar posibles errores.
- Impedir el deterioro del entorno.

De igual modo, la AMA se define: "Evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de una actividad industrial desde la óptica medioambiental, realizada por firmas externas e independientes".

Sus objetivos se resumen en:

- Establecer el estado actual de la situación medioambiental.
- Identificar las posibilidades de mejora.
- Evaluar los beneficios derivados.

## **2. Control de la actividad.**

La actividad ganadera se ve sometida a controles ambientales cada vez más rigurosos, que han frenado su expansión y que se han convertido en su principal factor limitante. Respecto a la aplicación de la EIA o de la AMA, la legislación actual se resume en:

- La puesta en marcha del V Programa Comunitario de Política y Actuación en Materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (1992).
- Las recomendaciones del Documento de Reflexión de la comunidad sobre Evolución y Futuro de la Política Agraria Comunitaria (1991).
- La Directiva del Consejo de 27 de junio (85/337/CEE).
- Legislación autonómica.

### **2.1. Control del aire.**

El problema de la contaminación atmosférica se ha incrementado en los últimos años, tanto a nivel urbano como industrial, como consecuencia del aumento y variabilidad de las fuentes emisoras. Los parámetros que establecen el posible riesgo sobre la salud del hombre, de los animales y plantas son tan variados como las propias fuentes.

Los seres superiores sufren patologías derivadas de las condiciones ambientales, lo que supone un riguroso control de los factores que puedan afectar al estado sanitario de los mismos (partículas, gases, bacterias, hongos, parásitos, etc.).

Desde el punto de vista físico-químico, el control de NH<sub>3</sub>, SH<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, partículas, temperatura y humedad contribuirán a mejorar los sistemas de manejo y a disminuir riesgos para los animales estabulados y trabajadores.

Los contaminantes pueden sufrir procesos de dispersión en función de las condiciones climáticas, de manejo, etc. y en determinadas condiciones, pueden acumularse. La existencia de ambientes con concentraciones superiores a los límites sanitario-legales afecta a los seres vivos superiores, siendo el pulmón el órgano diana, alcanzando en ocasiones la región broncoalveolar e incluso invadiendo el torrente sanguíneo.

En este sentido, es preciso tener en cuenta que los actuales sistemas de manejo se caracterizan por la acumulación y permanencia de las deyecciones animales en el interior de las naves y esto repercute en una atmósfera donde gases como el amoníaco o el sulfhídrico se encuentran en concentraciones elevadas.

Los estudios experimentales realizados hasta la fecha, suponen la elección específica de un indicador y se llevan a cabo en condiciones controladas, lo que unido a que los efectos de un contaminante único son diferentes a los producidos en condiciones reales, nos permite proponer el siguiente protocolo para el control ambiental de los efectos de los contaminantes del aire en una instalación de ganado porcino:

- a. Medición en continuo de  $\text{NH}_3$  y  $\text{SH}_2$  mediante sensores específicos de gases. Los sensores se alojan en un convertidor con display digital cuyos datos se envían a una unidad de control. El equipo se completa con una unidad de alimentación ininterrumpida (SAI).
- b. Recuentos e identificación de gérmenes en el interior y exterior de la explotación porcina, en muestras tomadas con un muestreador volumétrico (SAS).
- c. Estudios morfométricos de tejido pulmonar y análisis de los líquidos recuperados mediante lavado broncoalveolar, técnica incruenta que permite la toma de muestras del sector distal pulmonar para emitir el diagnóstico de las posibles patologías pulmonares.

## 2.2. Control del binomio agua-suelo.

La actividad de las instalaciones industriales de ganado porcino requiere un tratamiento especial, debido a la gran cantidad de residuos que producen y al impacto que tienen sobre el medio ambiente.

Las acciones para minimizar el impacto ambiental que este tipo de instalaciones ejerce sobre el entorno van encaminadas a la implantación de sistemas de depuración y a la posterior eliminación de las aguas residuales y lodos producidos.

Este tipo de actividad genera vertidos caracterizados, principalmente, por su gran volumen y su elevada carga orgánica. Contienen heces y orina, pienso, restos de forraje, pelos, etc., por lo que tienen alta DBO, gran cantidad de materia en suspensión, alto contenido en nitrógeno y fósforo, etc.

Paralelamente aparece un riesgo sanitario muy elevado, ya que la diseminación de gérmenes patógenos se ve muy favorecida, por lo que también es necesaria la utilización de potentes desinfectantes.

La propuesta de nuestro grupo para el binomio agua-suelo se basa en los siguientes puntos:

- a. Utilización de volúmenes mínimos de agua, segregación de vertidos y la instalación de sistemas de depuración, técnica y económicamente viables, con el fin de disminuir la carga contaminante de este tipo de industrias.
- b. Conocimiento en cada caso de la composición físico-química de los purines. En este sentido, además de los parámetros que definen la contaminación orgánica, es necesario conocer:

### *Elementos minerales.*

Elementos importantes						
N		$\text{P}_2\text{O}_5$		$\text{K}_2\text{O}$		
Elementos secundarios						
CaO		MgO		Na		
Oligoelementos						
Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
Elementos trazas						
Cr	Ni	Hg	Pb	Cd	As	Se

Fuente: Castillón, 1993.

- c. Composición del suelo.
- Características generales: tipo de suelo, conductividad, pH, etc.
  - Fracción orgánica.
  - Fracción mineral.
- d. Elección del cultivo para establecer la especie vegetal idónea a las condiciones suelo-purín.
- e. Incidencia toxicológica. Aplicando el sistema de identificación de RTP del Anexo 1 del R.D. 833/1988 los residuos procedentes de las explotaciones de porcino quedarían identificados como tóxicos y peligrosos, lo que obliga a controles sanitarios y toxicológicos para que su eliminación esté exenta de riesgos y sea beneficiosa para la agricultura.
- La Orden de 13 de octubre de 1989, incluye la realización de dos tipos de ensayos homologados:
- Bioensayos de luminiscencia EC50.
  - Inhibición CE50.
- f. Evaluación del riesgo ecológico que se deriva de la utilización del purín como subproducto.
- Se debe realizar para la fracción líquida (purines) y para la fracción sólida (lodos). Es necesario tener en cuenta que:
- La composición química de una muestra debe ser completamente conocida, ya que sólo aquellas sustancias químicas identificadas y analizadas pueden ser objeto de valoración.
  - La valoración individual de cada sustancia química supone que sea muy problemática la evaluación de efectos sinérgicos.
- Los resultados de la evaluación del riesgo permitirán:
- Establecer las dosis de purines y de lodos aplicadas.
  - Mejorar los sistemas de depuración para conseguir unos efluentes finales menos contaminados y obtener parámetros toxicológicos menos restrictivos.
- g. Utilización agrícola del purín porcino.

### **3. Medidas correctoras.**

#### **3.1. Reducción en origen.**

- Control de comederos y bebederos para evitar pérdidas.
- Control del tipo de alimentación.
  - Mejorar la digestibilidad de proteínas y reducir el contenido en N.
  - Reducción de minerales, principalmente de fósforo, cobre y zinc.
- Recogida separada de aguas de lluvia.
- Cobertura de fosas.

- Modificación del manejo:
  - Sistema de eliminación de excrementos.
  - Sistemas de conducción y almacenamiento.
  - Recogida separada de excrementos sólidos.
  - Reducción de las zonas sucias de la explotación.
  - Utilización de paja.
  - Sistema de limpieza: grupos alta presión.
  - Sistema de ventilación de las naves.
- Elegir el sistema de depuración más apropiado.
- Creación de bancos de purines.

### **3.2. Sistemas de tratamiento.**

#### 1. Pretratamientos:

- Separación S-L: centrifugación, desbaste, tamizado, filtrado, etc.
- Fluidificantes y/o desodorizantes: eliminan costras y olores.

#### 2. Tratamientos:

- Físico-químicos: precipitar, coagular, flocular, evaporar, acidificar, deshidratar.
- Tratamientos biológicos: aprovechan la propia flora microbiana para degradar y reducir carga contaminante. Se realiza por varias vías:
  - Aerobio (con oxígeno).
  - Anaerobio (sin oxígeno).
  - Mixto (lagunaje).

#### 3. Post-tratamientos:

- Lagunaje.
- Filtro verde.
- Físico-químicos.

#### 4. Tratamientos integrales: combinan tratamientos clásicos (digestión aerobia y/o anaerobia) con procedimientos acelerados por vía biológica (biotecnología).

### **3.3. Utilización de lodos.**

Los sistemas de tratamiento generan lodos, con un alto contenido en metales, que pueden ser aplicados en agricultura siguiendo una normativa específica. Su utilización debe valorarse en función de la capacidad de asimilación del medio.

Los niveles permitidos de metales pesados, se calculan en base a:

1. Contenido inicial de elementos traza del suelo.
2. Cantidad total añadida de un elemento y de todos los metales pesados.
3. Cantidad total acumulada de metales pesados.
4. Limitación de la dosis de metales pesados.
5. Toxicidad de los elementos traza sobre las plantas.
6. Valor umbral de concentración de elementos traza en suelo.
7. Interacciones entre los oligoelementos, y entre éstos y otros componentes del suelo.
8. Características del suelo: pH, carbonatos libres, materia orgánica, contenido en arcilla y humedad.
9. Balance de entrada y salida.
10. Sensibilidad de las plantas.
11. Otros factores: textura del suelo, actividad microbiana, régimen hídrico, drenaje, oxidorreducción, constante de estabilidad (metales), clima, inhibidores fisiológicos y tipo de suelo.

### **3.4. Utilización agrícola de los residuos ganaderos.**

El empleo de deyecciones animales en agricultura tiene una doble vertiente:

- Constituye una importante fuente de nutrientes para las plantas.
- Sustituyen el empleo de fertilizantes.

De esta forma, la utilización racional eleva a los residuos ganaderos a la categoría de subproductos, ya que adquieren un valor comercial. Por otra parte, la aplicación continuada de purines de cerdo sobre los suelos agrícolas, produce un enriquecimiento progresivo de metales en los mismos.

## **4. Recomendaciones.**

### **Aire.**

- a. Tras el análisis de los subproductos obtenidos en nuestros trabajos, proponemos la medición en continuo de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SH}_2$ , temperatura, polvos y humedad en las instalaciones porcinas, ya que se asegura un mejor control de la contaminación ambiental y un completo seguimiento del estado sanitario de la explotación.
- b. La medición en continuo que proponemos supone resultados más fiables a los obtenidos mediante los métodos tradicionales y hemos constatado que un aumento de la concentración de los gases en el interior de la explotación determina una modificación sustancial de los factores bióticos del ecosistema y por lo tanto repercute en la patología, sobre todo respiratoria, de los animales estabulados.
- c. Es necesario controlar las operaciones de manejo, fundamentalmente las derivadas de los trabajos de limpieza y de evacuación del purín acumulado en las naves de explotación, ya que se liberan elevadas cantidades de amoníaco, sulfhídrico, anhídrido carbónico y otros gases que pueden resultar tóxicos para los animales y para el personal de la explotación.

## **Suelo-Agua.**

- a. Las variaciones, tanto cualitativas como cuantitativas de los residuos procedentes de las instalaciones de ganado porcino requieren un estudio particular y pormenorizado de cada instalación, ya que la composición de los mismos es función del tipo de animal estabulado, de la alimentación, del manejo, del sistema de depuración existente, etc.
- b. Es necesaria la aplicación de sistemas sencillos de descontaminación, que permitan disminuir la carga contaminante de los purines.
- c. La utilización del purín como abono requiere estudios pormenorizados del tipo de suelo donde se aplica y del tipo de cultivo que se utilice.
- d. La presencia de purines y en lodos de purines de concentraciones considerables de cobre, zinc, hierro y otros metales, requiere la realización de estudios analíticos, de movilidad de metales en suelos y de estudios de evaluación de riesgos ecológicos.

## **F. Aspectos microbiológicos y sanitarios.**

En toda actividad industrial debe garantizarse la protección de la salud del hombre, del entorno y de la defensa del Medio Ambiente.

En la producción porcina las excretas, como residuo producido en las explotaciones, constituye uno de los principales problemas medio-ambientales, de modo especial en sus aspectos Toxicológico y Microbiológico.

Los purines se comportan como vectores inanimados de enfermedades transmisibles entre los propios animales y de Zoonosis, pues potencialmente pueden vehicular infecciones causadas por bacterias, hongos, virus, protozoos y parásitos, para el hombre, su propia especie y a otras especies animales tanto domésticas como silvestres.

### **Microbiología.**

TURZO (1993) señala que la composición del purín porcino es compleja, y básicamente formada por materia orgánica en suspensión, así como por elementos y compuestos minerales acompañados de poblaciones microbianas.

Es fácil de comprender que los agentes microbianos, tanto los autóctonos como alóctonos, sean estos comensales, residentes o transitorios, patógenos, oportunistas o saprofiticos, son cedidos al entorno, a través de descamaciones de la piel, aire espirado y en caso de patógenos y potenciales patógenos, por las heces, orina y otros fluidos y secreciones corporales, pudiendo depositarse en los purines, e incluso permanecer en ellos durante cierto tiempo.

Son estas poblaciones microbianas las que desde un punto de vista de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias pueden representar un peligro sanitario.

Desde las diferentes vías de excreción, los agentes microbianos alcanzan el suelo y el estiércol, pasando a constituir éste un reservorio para algunos de los patógenos excretados.

Entre estos, WALTON (1982) denota que los dos procesos que requieren mayor atención son Salmonelosis y Campilobacteriosis. FUKUSHIMA (1984) indica que las cepas causantes de la mayoría de las infecciones humanas por *Yersinia enterocolitica* se hospedan con frecuencia en cerdos.

STRAUCH (1987) apunta los siguientes agentes microbianos como factor de riesgo para la salud humana y animal asociados con la utilización de efluyentes animales según el catálogo realizado por la Dirección General de Agricultura de las Comunidades Europeas:

### **Agentes microbianos**

Salmonella spp	Mycobacterium tuberculosis
Leptospira spp	Mycobacterium bovis
Treponema hyodisenteriae	Mycobacterium avium
Erysipelothrix rhusiopathiae	Mycobacterium paratuberculosis
Brucella spp	Eschericia coli (cepas entero-patogénicas y multirresistentes a los antimicrobianos)
Bacillus anthracis	Rickettsia spp
Micobacterias atípicas	Chlamydia spp

HILLIGER (1982) plantea como problema sanitario añadido, la presencia de bacterias transportadoras de factores transmisibles de resistencia antimicrobiana.

HANZAWA (1984), LINTON (1986) y YOUNG (1993) consideran que los efluyentes de aguas residuales, sin tratamiento previo, pueden contribuir a la dispersión de los agentes microbianos y representar un riesgo medioambiental.

Como factores que influyen el riesgo sanitario, HILLIGER (1982) destaca los siguientes:

- **Especies patógenas presentes**, y su concentración, lo que debe obligar al conocimiento de los microorganismos que se encuentran en él y a su tiempo de supervivencia en este medio.
- **La microflora común y su carga microbiana** para evaluar el efecto beneficioso que representa en la competencia por los nutrientes frente a los patógenos.
- **Manejo del estiércol o purín**, pues su tratamiento, almacenamiento, agua añadida, pH, uso, características del suelo, temperatura, inciden en la supervivencia de los microorganismos patógenos.
- **Condiciones durante y después del abono**: tipo de aplicación, estación, vegetación, generación de aerosoles, contaminación de aguas superficiales.
- **Susceptibilidad de los animales y el hombre** a los patógenos y potenciales patógenos.

Como factores que determinan la presencia de patógenos en el purín, al menos de los más relevantes: Salmonela, E. coli, Yersinia, Listeria, Erysipelothri rhusiopathiae, Micobacterias, Brucella, Treponema, Leptospira y Aeromonas hydrophila; JONES (1982) señala los siguientes:

- Existencia de animales infectados en la explotación.
- Especie animal generadora del purín.
- Estado sanitario de los animales.
- Composición físico-química del purín.
- Carga microbiana del purín y calidad de la misma.
- Condiciones de almacenamiento y tiempo de retención.

También representa un factor importante, las posibilidades técnicas de aislamiento y la persistencia de los microorganismos.

En relación con la supervivencia de los patógenos en el purín, consideramos de interés los parámetros que se citan:

- Tipo de purín.
- Temperatura de almacenamiento.
- pH.
- Número de microorganismos presentes.
- Microflora autóctona que compite con la microflora patógena y potenciales patógenos.
- Presencia de aditivos.

Según STRAUCH (1987) es de gran interés el T90 (tasa de descenso de la concentración inicial o tiempo de reducción decimal).

RANKIN y TAYLOR (1969) indican que el almacenamiento favorece las condiciones anaeróbicas, generando una limitación en la supervivencia de determinadas bacterias. En general, son numerosos los autores que apoyan el que el número de microorganismos viables, sean patógenos o no, disminuye con el simple almacenamiento de los residuos, representando, este almacenamiento, el tratamiento más simple. Sin embargo, como apunta STRAUCH (1982) no se puede asumir que el escueto almacenamiento garantice la desinfección del purín, por lo que los substratos contaminados requieren otros tratamientos: Anaeróbico; Aeróbico.

Independientemente, JONES (1980) llega a afirmar que, por ejemplo, el peligro de diseminación de las Salmonelas se ve muy reducido, tras el almacenamiento de los purines por un mes.

Dados los riesgos ambientales y agrícolas tras la utilización de este residuo porcino, como abono, sin un almacenamiento adecuado en tiempos o en ausencia de tratamiento; se pueden contaminar química y microbiológicamente los suelos, cultivos, aguas y pastos.

Precisamente, a este efecto de supervivencia en suelo y pastos, JONES (1980) establece los siguientes factores como condicionantes de la persistencia de microorganismos bacterianos:

- Número inicial de microorganismos.
- Temperatura ambiente.
- Concentración de sales inorgánicas.
- pH.
- Humedad.
- Presencia de materia orgánica utilizable.
- Existencia de predadores.
- Efecto de la flora bacteriana del suelo.

Como colofón, del interés sanitario y contaminante de los estiércoles líquidos de los animales, en general, aconsejamos las siguientes precauciones apuntadas por MORRISON y MARTIN en 1977 (citado por STRAUCH, 1978) con objeto de reducir la posible transmisión de agentes infecciosos:

- Los residuos animales y humanos deben ser adecuadamente tratados para reducir la presencia de patógenos a niveles lo más bajos posible.
- No aplicar purines a cultivos que vayan a ser consumidos o pastados, a menos que se deje transcurrir el tiempo necesario para eliminarlos o los productos agrícolas sean minuciosamente limpiados o esterilizados.
- Limitar las cantidades añadidas en una zona determinada, para reducir la probabilidad de una acumulación de los patógenos.
- Poseer un adecuado conocimiento de la geología e hidrología de los campos y de las aguas subterráneas (de modo particular en las cercanías a fuentes).
- Evitar centros de poblaciones humanas de alta densidad, donde vectores como el viento, insectos y roedores puedan actuar como vehiculadores.
- Mantener un elevado nivel de inmunidad donde sea posible en las poblaciones humana y animal, con el fin de reducir los riesgos epidemiológicos.
- Control de la sanidad del área, tanto humana como animal, con el fin de reducir los niveles elevados de microorganismos infecciosos en residuos y suelos que los reciben.

#### 4. Referencias bibliográficas:

- **El estiércol fluido porcino.**  
ORUS, F.; GUNTIÑAS, C. (1982).  
Información Técnica SEA (Cuenca del Ebro), nº 1/1982.
- **Estudio económico de la rentabilidad de aplicación del purín porcino como fertilizante orgánico (resultados preliminares).**  
LOBO, J.; GARCIA, L.A.; SERRA, A.; VIVAS, R. Y NAVARRO, J.R. (1986).  
Información Técnica SEA-DGA nº 16/1986.
- **Patología ambiental: evaluación del impacto de dos granjas de ganado porcino.**  
GASPAR, P.; BASCUAS, J.A.; GRACIA, M.; TARRAFETA, L. (1987).  
Anaporc (55): 48-57.
- **Microorganismos bacterianos aislados en un ensayo de depuración de purines de cerdo mediante lagunaje profundo.**  
RODRIGUEZ MOURE, A.A.; BASCUAS, J.A.; GASPAR, P.; TARRAFETA, L.; PEREZ-ORDOYO, L. Y PELLICER, S. (1989).  
Anaporc (76): 5-7.
- **Evolución de la digestión de purines de cerdo mediante lagunaje profundo: ensayo físico-químico y aprovechamiento como abono.**  
GASPAR, P.; CALVO, M.; RODRIGUEZ MOURE, A.A.; BASCUAS, J.A.; TARRAFETA, L.; TERREROS, J. (1990).  
Anaporc (88): 82-89.
- **Parámetros físico-químicos de control ambiental en explotaciones porcinas.**  
GASPAR, P.; Y BASCUAS, J.A. (1991).  
Anaporc (98) 40-48.
- **Estudio de un ensayo analítico sobre la depuración de purines en explotaciones industriales porcinas.**  
TARRAFETA, L. (1991).  
Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 219 pp.
- **Estado actual de la patología ambiental en relación con las explotaciones porcinas.**  
TARRAFETA, L.; BASCUAS, J.A.; GASPAR, P.; BAGUER, A.J. (1993).  
Anaporc (113): 28-34.
- **Medición de NH<sub>3</sub> y SH<sub>2</sub> en una explotación porcina.**  
GASPAR, P.; BAGUER, A.J.; DIEZ TICIO, T.; RODRIGUEZ, A.A.; TARRAFETA, L.; BASCUAS, J.A. (1993).  
Rev. Toxicol.: Biocongretox. Resúmenes de comunicaciones a las X Jornadas Toxicológicas Españolas, y 2º Congreso Iberoamericano de Toxicología. Sevilla 10 (2): 108.
- **El estiércol fluido porcino:**  
**I. Normativa comunitaria (91/676/CEE) y su aplicación como fertilizante.**  
ORUS, F. (1993).  
Información Técnica DGA. nº 3/1993, 31 pp.
- **El estiércol fluido porcino: II. La contaminación agrícola y ganadera en el contexto global de la contaminación ambiental. Sistemas de tratamientos del estiércol fluido porcino. El control de la carga contaminante de los efluentes porcinos.**  
ORUS, F. (1993).  
Información Técnica DGA nº 5/1993, 40 pp.
- **Significación toxicológica de los residuos porcinos en función de su procedencia.**  
CALVO, M.; BAGUER, A.J.; GASPAR, P.; BASCUAS, J.A.; GIL, J. (1995).  
Congreso Iberoamericano de Toxicología y XI Jornadas Toxicológicas Españolas, Puerto de la Cruz (Tenerife).

- **Valoración de gases en el interior de una explotación intensiva porcina y su posible relación con los microorganismos del propio ambiente.**  
DIEZ-TICIO, T.; BAGUER, A.J.; GASPAR, P.; DIAZ-OTERO, A.;  
RODRIGUEZ MOURE, A.A.; AMIGOT, J.A. (1995).  
1.º Congreso Nacional de Veterinaria y Medio Ambiente, Murcia, 423.
- **Estudio de la microflora bacteriana aeróbica y fúngica, de interés sanitario y medioambiental, en los purines porcinos generados en la provincia de Teruel.**  
DAUDEN IBANEZ, A. (1995).  
Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- **Determinación de la concentración de gases en el interior de instalaciones porcinas.**  
GASPAR, P.; BAGUER, A.J.; DIEZ TICIO, T.; MANZANO, M.;  
RODRIGUEZ MOURE, A.A.; TARRAFERTA, L.; BASCUAS, J.A. (1995 A).  
Anaporc I (150): 17-23.
- **Valoración ecotoxicológica de tierras regadas con purines.**  
BAGUER, A.J.; CALVO, M.; GASPAR, P.; GRACIA, M.; BASCUAS, J.A. (1995 A).  
Actas del III Congreso Internacional de Química de la ANQUE "Residuos sólidos y líquidos: su mejor destino (II), Volumen II: Residuos agrícolas, ganaderos y forestales, residuos radiactivos.  
Fondo editorial ANQUE, Madrid, 269-273.
- **Calibración de una unidad de medición en continuo para gases liberados en el interior de explotaciones porcinas.**  
BAGUER, A.J.; GASPAR, P.; DIEZ TICIO, T.; AMIGOT, J.A.; MANZANO, M.;  
RODRIGUEZ MOURE, A.A.; TARRAFETA, L.; BASCUAS, J.A. (1995 B).  
Anaporc II (150): 25-28.
- **Resultados de ensayos de fertilización con "purines" (porcinos y de gallinaza) (1989-1993).**  
SERRA, A.; BETRAN, J.A.; LOBO, J.; ORUS, F. (1995).  
Información Técnica DGA, nº 1/1995.
- **Metal composition and determination of ecotoxicology of swine slurry and sludge.**  
BAGUER, A.J.; GASPAR, P.; CALVO, M.; GIL, J.; BASCUAS, J.A. (1996 A).  
Toxicol. Lett. supplement 1/88: Abstracts of the 35th European Congress of Toxicology:  
Eurotox'96. Alicante, 81.
- **Estudio analítico de los residuos de una explotación intensiva de ganado porcino.**  
CALVO, M. (1996).  
Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 253 pp.
- **El estiércol fluido porcino: III. Un intento de síntesis actualizada sobre su uso en fertilización.**  
ORUS, F. (1996).  
Información Técnica DGA, nº 10/1996, 36 pp.
- **Auditoría ambiental: vertidos segregados y funcionamiento y mejora de la depuradora de aguas residuales de un matadero de aves.**  
GASPAR, P.; BAGUER, A.J.; GRACIA, M.; AMIGOT, J.A.; RODRIGUEZ MOURE, A.A.;  
BASCUAS, J.A.; GIL, J. Y CALVO, M. (1997).  
Innovación Química, año IV 928): 31-36.
- **Valoración del impacto ambiental de los purines en función de su caracterización ecotoxicológica y físico-química.**  
BAGUER, J.A. (1997).  
Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 339 pp.

## 5. Referencias de trabajos, estudios y proyectos de investigación, en ejecución, relacionados con el E.F.P. o purín.

### Trabajos de experimentación:

Dosis de EFP en cultivo de cebada secano (1995-1998)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Dosis de EFP en cultivo de maíz regadío (1996-1998)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Eficiencia del N del EFP en cultivos de otoño (1997-1999)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Eficiencia del N del EFP en cultivos de primavera (1997-1999)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Dosis de EFP en cultivo del almendro (1997-2000)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Efecto en suelos abonados con EFP (Alfalfa) (1997-1999)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Dosis de EFP en cultivo de chopo (1997-2000)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.
Dosis de EFP en cultivo de arroz (1997-2000)	C. Técnicas Agrarias / OCAS. DGA.

### Proyectos de investigación.

- **Lixiviación de nitrato en diferentes cultivos agrícolas en regadío (1995-1998).**  
QUILEZ, D.; ARAGUES, R.; ORUS, F.; ISIDRO, D.; BETRAN, J.; BOIXADERA, J.;  
HERRERO, C.; TEIXIDOR, N.  
En colaboración con el DARP (Cataluña) y financiado por el INIA.
- **Utilización del estiércol fluido porcino como fertilizante agrícola. (1996-1998).**  
QUILEZ, D.; ORUS, F.; BETRAN, J.; DAUDEN, A.  
Financiado por la Dirección General de Tecnología Agraria. D.G.A.
- **Aplicación del estiércol fluido porcino al abonado del olivar aragonés (1997-1998).**  
MONGE, E.; MONTAÑES, L.; ORUS, F.; ESPADA, J.L.; MUÑOZ, F.; BASTIDA, C.;  
VIVAS, R.; ROMERO, J.  
Financiado por el CONS I+D.

- **Microbiología de las explotaciones porcinas (Estudios ambientales y de potenciales patógenos microbianos)**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.
- **La problemática de la producción, eliminación y utilización de los purines de cerdo.**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.
- **Estudio por bioensayo de la ecotoxicidad de residuos en la Comunidad Autónoma de Aragón.**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.
- **La utilización de productos fitosanitarios y abonos en la Comunidad Autónoma de Aragón. Consecuencias medioambientales y límites ecológicos.**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.
- **Estudio ecotoxicológico en las explotaciones de porcino.**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.
- **Patología animal derivada de la contaminación atmosférica en explotaciones porcinas.**  
Facultad de Veterinaria. Financiación D.G.A.

**Información elaborada por:**

*Monge, E.*

Estación Experimental  
Aula Dei.  
C.S.I.C.

*Betrán, J.  
Orús, F.  
Quílez, D.*

D.G.A.  
Departamento de Agricultura  
y Medio Ambiente.

*Baguer, A.J.  
Bascuas, J.A.  
Gaspar, P.  
Rodríguez, A.A.*

Facultad de Veterinaria  
de la Universidad  
de Zaragoza.

Fotografía portada: *Orús, F.*

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:  
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 252.

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria.  
Servicio de Formación y Extensión Agraria. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias.  
■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.