## Impacto de la agricultura en el medio ambiente (y 2)

# CONTAMINACION AGRARIA PUNTUAL

*Poluzioa nekazaritzan, toki jakinetan ager daiteke edo hain jakinetan ez direnetan. Azken hauek aztertzen ziren artikulu honen lehen zatian.*

*Toki jakinetako poluzioa aipatzean, azienden isurketa likidoez eta tratamendu zoosanitarioen hondakinez ari gara, edota, belarzuloen jarioez eta ureztapeneko laboreen ubide-sistemez. Guzti horretaz hitzegiten da lan honen bigarren zatian.*

Los focos de contaminación agraria puntual son residuos que, análogamente a los de origen industrial, pueden ser vertidos a los cauces o sistemas de depuración a través de tuberías o canalizaciones de descarga. Por eso, afectan principalmente a las aguas superficiales. Debido a las características citadas, son fácilmente identificables, medibles y susceptibles de ser controlados. De esta manera, pueden recibir un tratamiento semejante al de los vertidos industriales.

### Residuos de cultivos

Normalmente, en la evaluación del impacto medioambiental producido por los sistemas de producción agraria suelen considerarse tanto los residuos como los diferentes tipos de subproductos agrícolas y ganaderos. Los dos conceptos se emplean a menudo como sinónimos; por tanto, haremos referencia a ambos tipos de materiales, dado que lo que en un lugar es un residuo (productos de valor nulo o negativo) en otra zona geográfica puede ser considerado como un subproducto (de cierto valor, aunque inferior al del producto a partir del cual se ha originado).

Hasta hace unos 30 años los residuos de los cultivos y las deyecciones animales eran útiles subproductos en las pequeñas explotaciones mixtas de Europa. La paja de cereales era muy apreciada como alimento para el ganado vacuno o como cama para cualquier tipo de ganado. Análogamente, los estiércoles animales se aplicaban en los terrenos como abonos orgánicos de gran valor. Pero motivaciones económicas provocaron el alejamiento del ganado de las zonas cerealistas en el periodo de postguerra. Este hecho, unido a la intensificación de la producción ganadera, trajo como consecuencia negativa la obtención de enormes excedentes de residuos de paja y de deyecciones animales que no encontraron aplicación en sus regiones de origen.

LOSA

***Bañera antisarna para el ovino.***

En el caso de la paja, la quema de los restos de la cosecha se ha convertido en la práctica habitual de los agricultores. Además de deshacerse de un residuo, observan otros efectos indirectos positivos (evita malas hierbas y enfermedades). Aparte de los riesgos de incendios que puedan producirse, la quema de la paja produce contaminación atmosférica. En los últimos años, a raíz de diferentes estudios sobre la biomasa microbiana del suelo, se propone a los agricultores la alternativa del enterrado de la paja. De esta manera se favorece la inmovilización de los nitratos del suelo, lo que implica cierta reducción de fertilizante y de la contaminación de las aguas.

También se investiga intensamente en la mejora del valor nutritivo de la paja para rumiantes (selección y mejora genética, mejora de la separación de hoja y tallos, tratamientos químicos y biológicos, etc). De todos ellos, los tratamientos alcalinos con sosa o amoniaco son, con mucho, los más extendidos; sobre todo éste último. Por tanto, existe un potencial para la instalación de explotaciones de ganado vacuno en zonas cerealistas sin necesidad de disponer de suelo arable para producir los forrajes de invierno.

Parece difícil absorber todos los excedentes de paja en actividades agrarias exclusivamente. Por eso, se trabaja ahora en otras aplicaciones industriales, tales como su empleo en la industria del papel y cartón, como combustible para el secado de granos de cereal o calefacción de invernaderos y como sustrato para el crecimiento de champiñones y setas comestibles.

### Deyecciones animales

Los principales problemas ambientales producidos por las deyecciones son de tres tipos:

#### 1.– Contaminación del agua bebida

La contaminación agraria difusa se ha centrado en la polución por nitratos debida a la aportación de los fertilizantes minerales y de la materia orgánica del suelo. Sin embargo, la contribución de los abonos orgánicos puede llegar a ser importante si los mismos no son aplicados de forma correcta. En éstos, aproximadamente la mitad del nitrógeno se encuentra en forma amoniacal, que puede ser absorbido por los cultivos si se aplica al comienzo de la estación de crecimiento. El nitrógeno restante –fundamentalmente orgánico– se descompone fácilmente, según hemos explicado al describir el proceso en la materia orgánica del suelo. Por eso, los estiércoles y purines representan un foco de contaminación de las aguas por lavado de los nitratos. En este sentido, es particularmente importante la época de aplicación; debería ser en primavera y no en otoño, como habitualmente se hace en nuestros caseríos (ver figura 1).

Aunque la legislación se ha centrado en el contenido en nitratos del agua, no debe olvidarse que la contaminación por cloruro y potasio puede llegar a representar un serio problema en zonas con elevada densidad de ganado.

#### 2.– Eutrofización de las aguas superficiales

Este fenómeno consiste en la proliferación de algas y plantas acuáticas en aguas superficiales. La descomposición de estos organismos acuáticos consume gran cantidad de oxígeno del agua y se crean así las condiciones anaerobias que pueden poner en peligro la vida acuática. La eutrofización de las aguas es un problema internacional sobre el que parece existir unanimidad a la hora de considerar a los fosfatos como la causa principal de la misma.

El fósforo de los estiércoles es sólo una de las fuentes de fosfatos (detergentes, aguas fecales domésticas, etc). Sin embargo, su contribución a la eutrofización puede ser importante en zonas de elevada carga ganadera cuando no son empleados de manera adecuada.

A diferencia de los nitratos, el fósforo se halla presente en el suelo en diversas formas de escasa movilidad. Al añadirse

ANSORENA

***El jugo de ensilado es el residuo más contaminante de los producidos en las explotaciones agrícolas. Su efecto suele ser subestimado a menudo.***

al suelo, los fosfatos experimentan diferentes reacciones de adsorción y precipitación y quedan retenidos en formas poco solubles. Por eso se acumula en el horizonte superior del suelo, sin ser lixiviado a capas más profundas.

Por tanto, fosfatos de origen agrícola aportado a los ríos y lagos son los que transportan las aguas de escorrentía en forma disuelta y particulada. Esta cantidad depende de la riqueza en fósforo de las capas superficiales, pero también, en gran medida, de la erosión del terreno. Por ello, habrá que tomar ciertas precauciones básicas: evitar dejar los estiércoles a la intemperie sin cubierta y controlar el destino de las aguas de limpieza de los establos.

### 3.- Contaminación atmosférica

Las principales consecuencias del empleo de las deyecciones animales en la polución atmosférica son la emisión de malos olores y la lluvia ácida, derivadas de las pérdidas por volatilización.

El problema de los olores está siendo objeto de atención creciente en Europa, aunque no ha sido sujeto de la legislación comunitaria porque afecta a cortas distancias. Se trabaja intensamente en el desarrollo de técnicas que permitan determinar cuantitativamente los olores en el aire (olfactómetros, etc).

Se acepta que la producción ganadera –en particular la de vacuno– es la principal causa que ha contribuido al aumento de la emisión de amoniaco a la atmósfera en el norte de Europa durante las últimas décadas.

Aunque influyen muchos factores en las pérdidas (tipo de animal, diseño del establo, sistema de recogida y almacenamiento, aireación, etc), las más importantes se producen por volatilización de amoniaco. A través de esta vía puede perderse más de un 70% del nitrógeno amoniacal, tras la aplicación del purín a las praderas.

En condiciones anaeróbicas, la conversión por las bacterias denitrificantes del suelo del ion nitrato en gases nitrogenados es otro factor que contribuye a las pérdidas gaseosas. Por este mecanismo se produce el óxido nitroso, implicado en el *efecto invernadero*. Las máximas pérdidas se producen tras las aplicaciones de purín de otoño e invierno.

Se ha intentado reducir la contaminación de estos dos tipos por diversos métodos:

- Acidificación del purín con ácido sulfúrico hasta un pH=5,5 o inyección directa en el suelo.
- Empleo de inhibidores de nitrificación tipo DCD (diciandiamida).

Tanto los purines como los estiércoles animales son excelentes fuentes de materia orgánica y nutrientes del suelo. Mejoran sus propiedades físicas y el nivel de fertilidad, por lo que su destino natural debe ser el suelo agrícola. Para ello es necesario tener en cuenta los factores que hacen que el aprovechamiento por la planta sea máximo (cantidades a aportar, época de aplicación, etc). Hay que reducir al mínimo el impacto sobre el medio ambiente y la salud de los animales y las personas. En este sentido, debe tenerse en cuenta que algunos purines y estiércoles suelen presentar niveles elevados de metales pesados que se acumulan en los suelos. Por ello, hay que limitar su aplicación. Tal es el caso de las deyecciones de porcino y aves, que pueden contener cantidades excesivas de cobre y zinc procedentes de los aditivos de los piensos.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que los abonos orgánicos pueden actuar como vehículo de transmisión de agentes patógenos, por lo cual habrá que establecer plazos de seguridad desde su aplicación hasta la recolección.

El principal problema con los purines suele ser el almacenamiento; sobre todo en explotaciones intensivas que no dispongan de suficiente terreno para su aplicación como fertilizante. En estos casos la solución adoptada suele ser el vertido a los colectores públicos, previo tratamiento de depuración por digestión anaerobia o aerobia. Con los primeros se consigue reducir en gran medida los olores y la carga contaminante. Así se obtienen subproductos valiosos, como el metano, y un residuo que puede ser comercializado como sustrato de jardinería. Sin embargo, no se elimina el nitrógeno amoniacal, por lo que pueden completarse con una segunda digestión aerobia.

Se han estudiado alternativas al empleo de los abonos orgánicos como fertilizantes. Destacan los siguientes:

- Alimento para rumiantes

Si tenemos en cuenta que la coprofagia es frecuente en animales (aves y conejos), se ha desarrollado el empleo de las deyecciones como componentes de la dieta de los rumiantes, ya que éstos tienen la capacidad de utilizar el nitrógeno amoniacal para la síntesis de proteína microbiana en el rumen. En países en vías de desarrollo se comercializa la gallinaza, aunque en los desarrollados sigue siendo un obstáculo importante el coste de los procesos de conservación (secado y ensilado principalmente) para asegurarse de la destrucción de gérmenes patógenos.

- Utilización como alimento en acuicultura

El potencial de las deyecciones animales como alimento para los peces es enorme. Se utiliza en países del sudeste asiático. Algunos presentan problemas por la toxicidad de metales, como el cobre incorporado en las dietas de porcino, que puede ser letal para los peces.

- Sustrato de setas comestibles o para la cría de lombrices

El empleo del estiércol para el cultivo de champiñones fue ampliamente difundido. En los últimos años se ha desarrollado la lombricultura, orientada fundamentalmente hacia la obtención de sustratos hortícolas y de jardinería. Como complemento, la producción de lombrices permite obtener proteína de gran calidad. Algún experto ha sugeri-

TABLA 1

**Carga contaminante de diversos residuos agrícolas**

| FUENTE | DBO (mg/l) |
|---|---|
| Aguas de lavado de establo | 1.000 - 2.000 |
| Líquido residual de tanques de purín | 600 - 12.000 |
| Purín de vacuno | 10.000 - 20.000 |
| Purín de porcino | 20.000 - 30.000 |
| Efluente de ensilado | 12.000 - 83.000 |
| Leche | 140.000 |
| Aguas residuales domésticas | 300 - 400 |

FUENTE: A.J. Brewer. 'Water pollution from Slurry problems and solutions. Slurry and Sludge Management (1989).

do su empleo como ingrediente de dietas animales, dependiendo de los precios de otras fuentes de proteína.

– Empleo como combustible

Además de la producción de biogás ya citada en los sistemas de digestión anaerobia, en países sometidos a intensa deforestación los estiércoles constituyen una alternativa como combustible doméstico. Las cenizas pueden ser usadas como fertilizante para aplicar fósforo, potasio y calcio, ya que el nitrógeno se pierde en la combustión.

**Efluentes de ensilado**

Los efluentes de ensilado son un foco de contaminación agraria altamente tóxico que a menudo se olvida en nuestro entorno, a pesar de ser uno de los más extendidos y poseer la carga contaminante más elevada de todos los residuos producidos en las explotaciones agrarias (ver tabla 1).

Un silo de 300 toneladas de forraje de bajo contenido en materia seca puede producir un volumen total de efluente cuya depuración requiere tanto oxígeno como las aguas residuales diarias de una ciudad de 80.000 habitantes o el de una explotación agraria de ocho personas durante 27 años.

El efluente de ensilado es el jugo escurrido cuando se comprime el forraje para crear las condiciones anaerobias que faciliten su conservación. La mayor parte de efluente se produce durante los primeros días (ver figura 2). El resultado es un jugo altamente concentrado en nutrientes (principalmente azúcares), que puede ser la causa de eutrofización si va a parar directamente a un curso de agua.

Además de los problemas derivados de su elevada demanda de oxígeno, hay que considerar las importantes cantidades de ácidos orgánicos y amoniaco que contiene. Los ácidos le confieren corrosividad, mientras que el nitrógeno amoniacal es tóxico para los peces.

FIGURA 1

**Nitrógeno lixiviado en un terreno tras una aplicación de 30 m³/ha de purín de cerdo en función de la época de aplicación**

FUENTE: J.H. Voorburg. 'Developments in pollution control in Europe'. Slurry and Sludge Management (1989).

El impacto ambiental producido por el jugo del ensilado se acentúa por el hecho de que, normalmente, las descargas se efectúan en cauces poco afectados por otras formas de contaminación, y, por tanto, de un alto valor ecológico. A esto hay que añadir que los vertidos abarcan épocas de estiaje, cuando el efecto de dilución por el cauce receptor es mínimo.

El volumen de efluente producido depende de la cantidad de material que vayamos a ensilar, su estado de madurez y el contenido en materia seca (ver figura 3).

El contenido en materia seca varía en gran medida con las condiciones climáticas en el momento de ensilar. Si el tiempo es bueno, el agricultor suele efectuar un prehenificado previo sobre el terreno, lo cual reduce la cantidad de agua del forraje. Así se consigue reducir la cantidad de efluente producido y mejorar las condiciones de conservación del alimento, además de disminuir las pérdidas por descomposición de proteína en amoniaco. Sin embargo, el prehenificado no debe prolongarse mucho más de 24 horas, ya que el proceso de respiración se realiza a expensas de la energía del alimento.

Recientes estudios realizados en el Reino Unido muestran reducciones significativas en la cantidad total de materia seca y en el valor nutritivo del forraje conservado en el proceso de henificación; incluso con cortos periodos de secado. Por esta y otras razones, se está produciendo un cambio en la estrategia del ensilado en los últimos años. Se tiende hacia el ensilado directo del forraje, sin la etapa previa de prehenificado. Esto ha hecho que aumente el interés por el valor del efluente como fertilizante, como alimento del ganado y por el empleo de absorbentes del jugo.

A la hora de utilizar el efluente como fertilizante hay que tomar las siguientes precauciones:

– Diluirlo al menos en relación 1:1 con agua antes de su aplicación al terreno.

– No aplicarlo en épocas de calor y sequía, ni en suelos secos y agrietados.

– Limitar la cantidad total a un máximo de 25 m3/ha.

– No utilizarlo en las proximidades de cursos de agua o de captaciones de agua potable.

El efluente fresco puede ser suministrado directamente al ganado porcino y vacuno como alimento complementario; también almacenarse hasta un máximo de doce meses añadiendo como conservante formalina al 0,3%. Sin embargo, se precisa asesoramiento para su empleo rutinario, ya que las elevadas cantidades de potasio y nitratos pueden crear problemas.

ANSORENA

***Fosa séptica de un caserío.***

Cuando las condiciones climáticas no permiten el prehenificado hay que emplear aditivos para favorecer la conservación. Los que contienen ácidos estimulan la producción de efluente durante los primeros días. Es un factor que hay que tener en cuenta.

Otras alternativas son el empleo de sustancias tales como paja de cebada o pulpa de remolacha. Ambas absorben el exceso de agua y equilibran el alimento, lo cual favorece su conservación. Una medida importante es evitar que el agua de lluvia caiga directamente sobre el silo y arrastre los jugos, lo cual se puede lograr con una cubierta.

En cualquier caso, es imprescindible que el efluente disponga de un sistema de descarga a un tanque de almacenamiento propio o, en su defecto, al de purines. En este caso hay que tomar precauciones, pues al añadir el efluente se produce gas sulfhídrico, que es muy tóxico. En particular hay que extremar la prevención cuando se mezcla el contenido de los tanques de purines; sobre todo en el interior de edificios, pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a nivel del suelo.

Además, el propio ensilado de hierba puede producir, en determinadas condiciones, concentraciones letales de óxidos de nitrógeno. Sin embargo, la mayor parte de los incidentes producidos por la contaminación por efluentes de ensilado suele ser debida a pérdidas de los tanques y silos, a causa de su corrosividad.

**Tratamientos zoosanitarios**

Los tratamientos antiparasitarios del ganado ovino en zonas de pastoreo de montaña generan unas aguas residuales sucias que contienen restos de sustancia activa altamente tóxica (HCH, lindano y análogos ), cuya eliminación resulta difícil por los inconvenientes que presenta el acceso hasta las bañeras con vehículos que puedan trasladarlos a otros lugares para ser tratados.

Aquí también se impone la educación de los ganaderos, unida a medidas restrictivas y de control por parte de la Administración, dada la gran riqueza de

los recursos hídricos propios de las zonas de alta montaña.

Cuando no sea posible la evacuación de los residuos de los baños hasta los sistemas de tratamiento, la aplicación sobre el terreno deberá tener en cuenta todos los aspectos a que nos hemos referido al hablar de productos fitosanitarios (pendiente, polaridad, época, etc).

En particular, el terreno sobre el que se vierte deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ausencia de riesgo de escorrentía o infiltración a cursos de agua o manantiales.
- Inaccesibilidad a personas y animales.
- No ser empleado para el cultivo o pastoreo.

### Otros residuos tóxicos

En las explotaciones agropecuarias se plantea con frecuencia el problema de la eliminación de otros residuos tóxicos. Citaremos algunos de ellos:

- Excedentes del tratamiento fito y zoosanitario, fertilizantes, combustible y sus envases. Normalmente se aplican sobre el terreno, se entierran en el mismo, se queman o se evacúan al exterior, aunque no siempre en forma correcta.
- Leche y derivados. La cantidad de leche generada como residuo (descompuesta, contaminada, infectada por mamitis, etc) en algunas explotaciones de vacuno de leche puede llegar a ser de 20 litros por día; a ello hay que añadir el calostro en determinadas épocas. Teniendo en cuenta su elevada DBO, no deberá verterse directamente a los cauces. Hay que contemplar otras alternativas: utilización como alimento, mezcla con el purín, aplicación restringida al terreno, etcétera.

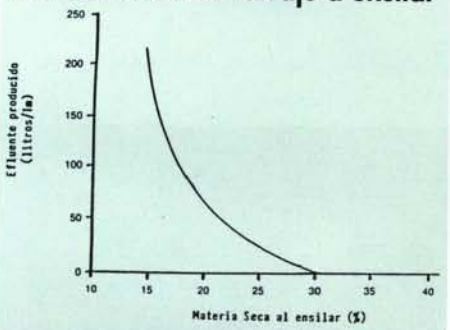
FIGURA 2

**Cantidad de efluente producido en función del tiempo transcurrido desde la fecha de ensilado**

FUENTE: P.A. Mason en 'Silage Effluent' (1988). Tomado de Bastiman (1976).

FIGURA 3

**Volumen de efluente de ensilado producido en función de la materia seca del forraje a ensilar**




FUENTE: P.A. Mason en 'Silage Effluent' (1988). Tomado de Bastiman (1976).

- Cadáveres animales. Tradicionalmente, se arrojaban a pozos o simas, se enterraban con cal o en el estercolero; aunque ésta última práctica es desaconsejable en animales fallecidos por enfermedad, ya que existe riesgo de transmisión de patógenos.

Se ha empleado con éxito para cadáveres de aves la digestión anaerobia en cámaras de plástico o fibra de vidrio. Periodos de digestión de tres o cuatro meses parecen resultar suficientes para eliminar gérmenes como la salmonella y otros patógenos.

Aunque la incineración de los cadáveres siempre es una alternativa válida, los hornos diseñados para este fin no suelen ser directamente accesibles a los ganaderos. Por eso, puede recurrirse a alguna empresa de gestión de residuos o decomisos de origen animal.

- Lodos de fosas sépticas. Las aguas fecales de las explotaciones agropecuarias deben ser tratadas antes de su vertido a los cauces públicos, como cualquier otra agua residual urbana exenta de contaminación industrial. La carga contaminante es sobre todo orgánica –con cantidades importantes de nitrógeno y fósforo–, por lo que, en principio, presenta un potencial como abono para el suelo.

Hay que prestar especial atención a la contaminación microbiológica, pues existe un riesgo sanitario derivado de la eventual presencia de gérmenes patógenos.

Los sistemas de tratamiento más corrientes suelen ser de tipo biológico en fosas sépticas. Los rendimientos no son muy elevados en la eliminación de los gérmenes patógenos, por lo cual una buena parte de éstos se acumula en los fangos. Hay que extremar las precauciones en la aplicación de estos lodos a los terrenos agrícolas.

Como guía, digamos que hay que respetar la normativa contenida en la directiva 86/278 de la Comunidad Europea, relativa a la protección del medio ambiente, y en particular de los suelos en la utilización de los lodos de depuradora en la agricultura. Pueden excluirse los aspectos relacionados con la contaminación por metales pesados, que normalmente no se hallan presentes en los lodos de las pequeñas instalaciones domésticas.

### Efectos de la contaminación en la agricultura

A lo largo del artículo hemos centrado nuestra exposición en los focos de contaminación agraria. Sin embargo, es frecuente que los suelos y cultivos agrícolas se vean afectados por sustancias tóxicas procedentes del exterior. Unas veces por accidentes ocasionales o por focos puntuales de contaminación externa (emisiones industriales, tráfico rodado, calefacción...); frecuentemente, la razón es que se busca en la agricultura el destino cómodo de subproductos y residuos de actividades industriales.

Cabe destacar por su importancia la contaminación por metales pesados, que pueden ser transmitidos hasta los suelos y plantas por diferentes vías:

- Materiales sólidos, tales como fertilizantes fosfatados, escorias de siderurgia y, principalmente, lodos de depuradora con cantidades variables de metales pesados de origen industrial.
- Arrastre por el agua de los ríos de partículas minerales procedentes de minas y escombreras; en épocas de crecida se depositan en los terrenos próximos al cauce.
- Emisiones gaseosas de origen industrial (principalmente siderúrgico).

### Conclusiones

A la vista de la diversidad y complejidad que presentan los focos de contaminación agraria, el impacto medioambiental de la agricultura no puede ser evaluado con carácter general en los mismos términos que el de la actividad industrial. Esta especificidad no implica que, en algunos casos, no pueda ser sometida total o parcialmente a los mismos mecanismos de control, tales como la aplicación del canon de vertido. Pero, sin duda, junto a la implantación de medidas de control y penalización, la práctica de una agricultura respetuosa con el medio ambiente requiere una amplia labor educativa, orientada a la divulgación de los sistemas de manejo adecuados y basada en el desarrollo de códigos de prácticas agrarias correctas.❑

**Javier Ansorena Miner**
Laboratorio agrario de Fraisoro
DIPUTACION FORAL DE GIPUZKOA