

# Métodos de aplicación del PURÍN al suelo

La Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo relativa a los techos de emisión de determinados contaminantes atmosféricos puede inducir cambios a medio plazo en la metodología de la aplicación del purín al suelo.



Figura 1. Aplicación convencional en abanico y enterrado posterior (detalle superior).



Figura 2. Aplicación de purín con máquina incorporadora en los ensayos realizados.

A. DAUDÉN, D. QUÍLEZ, R. YAGÜE

UNIDAD DE SUELOS Y RIEGOS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA  
DE ARAGÓN. GOBIERNO DE ARAGÓN

*Un manejo adecuado en la aplicación del purín al suelo resulta imprescindible para mejorar su potencial fertilizante y evitar malos olores y efectos indeseables sobre la tierra, el agua y el aire*

En Aragón el sector porcino ha experimentado una gran expansión en los últimos años, adquiriendo una relevancia económica y social muy notable, sin embargo la problemática que plantean los purines generados en las zonas de elevada concentración ganadera esta siendo objeto de atención pública de forma constante. Se han planteado distintas alternativas de gestión, enfocadas al tratamiento de purines, pero todas ellas presentan algunos inconvenientes todavía sin resolver ya sean de viabilidad económica o medioambiental. Por el contrario, la aplicación de los purines al suelo es el método más económico y constituye uno de los mejores ejemplos de reciclaje de nutrientes, en el sistema suelo – cadena trófica. Este reciclaje del estiércol en la agricultura ha sido una práctica permanente y ancestral de mantener y mejorar la fertilidad del suelo.

Figuras 3 y 4. Aplicación por inyección superficial.  
(S. Bittman, cortesía de Agriculture and Agri-Food Canada, con el permiso de Public Works and Government Services Canada, 2000).



Para avanzar en la mejora del problema que plantea el purín se debe cambiar el criterio de su utilización, el purín tiene que dejar de considerarse como un residuo del que hay que desprenderse y valorarse como un recurso que se debe manejar con criterios agronómicos para aprovechar su valor fertilizante y minimizar su impacto sobre el medio ambiente. La utilización del suelo como una forma de desprenderse de un residuo aplicando dosis excesivas, con el riesgo medioambiental asociado, ha originado un rechazo social importante y ha limitado su efectividad como abono. A pesar de su contenido en macro, micronutrientes y materia orgánica, el valor fertilizante del purín ha sido en general una consideración secundaria. Hoy en día existen estudios científicos que demuestran que con un manejo adecuado se pueden conseguir rendimientos satisfactorios y con ello sustituir o complementar el uso de fertilizantes minerales (Daudén y Quílez, 2002; Irañeta y col., 2002). Además, la aplicación de purines al suelo puede tener otros efectos positivos debido al aporte de micronutrientes y sobre todo de materia orgánica como son: la mejora de la estructura del suelo, o el aumento de la capacidad de retención de agua y de la infiltración de los suelos que puede traducirse en un efecto positivo para el rendimiento de los cultivos.

Los principales problemas medioambientales que se presentan en la utilización agrícola del purín son: el lavado del nitrato, la volatilización del amoníaco, la emisión de malos olores y la acumulación de fósforo y algunos metales pesados en el suelo. La volatilización del amoníaco y la emisión de malos olores están estrechamente relacionados con las técnicas de aplicación del purín, aspecto en el que se centra este estudio.

## Volatilización del amoníaco

La Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOCE, 2001), relativa a los techos de emisión de determinados contaminantes atmosféricos puede inducir cambios a medio plazo en la metodología de la aplicación del purín al suelo. Esta directiva, que se fundamenta en el quinto programa de acción en materia de medio ambiente, establece como objetivo limitar las emisiones de contaminantes acidificantes y eutrofizantes y de precursores de ozono a la atmósfera y avanzar hacia el objetivo a largo plazo de no superación de las cargas y los niveles críticos, mediante la fijación de techos nacionales de emisión. La directiva considera que deben eliminarse de manera gradual los casos de superación de las cargas críticas y respetarse los valores guía. Para cumplir los objetivos medioambientales se establecen unos límites anuales para cada estado miembro en relación con las emisiones de: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles y **amoníaco**.

El techo de emisión de amoníaco establecido para el conjunto de los quince países de la UE es de 3110 Kilotoneladas/año y para España se ha establecido un techo de emisión de 353 kilotoneladas/año. Con el cumplimiento de esta directiva se espera reducir para el año 2010 en un 30% la superficie comunitaria en la que se deposita nitrógeno en cantidades superiores a las cargas críticas, en comparación con el año 1990.

El Consejo Económico y Social de la Naciones Unidas para Europa (UNECE, 2001) señala a la agricultura como la principal fuente de emisión de amoníaco

a la atmósfera a través de la producción ganadera y el uso de fertilizantes. Aunque parte del amoníaco emitido se deposita en las áreas cercanas al punto de emisión, también puede ser transportado cientos e incluso miles de kilómetros, contribuyendo a la contaminación transfronteriza del aire.

El protocolo de Gotemburgo, firmado en 1999, contiene una serie de medidas obligatorias para limitar la emisión de amoníaco de origen agrícola. Estas medidas afectan, entre otras, a la metodología de aplicación de los purines, también a la aplicación de fertilizantes minerales, especialmente urea y prohíbe el uso de fertilizantes con carbonato amónico.

La deposición de los compuestos de amonio sobre el suelo y el agua puede causar efectos medioambientales nocivos como pueden ser la acidificación y la eutrofización. El amonio se encuentra en el suelo como consecuencia de la descomposición de la urea presente en el estiércol y el purín, en el ácido úrico de la gallinaza o en algunos fertilizantes minerales. El amonio formado se hidroliza en la superficie del suelo liberando amoníaco a la atmósfera, proceso que se conoce como el nombre de volatilización del amoníaco. La deposición de compuestos derivados, tras reaccionar en la atmósfera con ácidos, es la principal causa de acidificación de suelos y además contribuye a la eutrofización de suelos y aguas superficiales. Estos procesos originan desequilibrios en los ecosistemas sensibles causando el desarrollo excesivo de determinadas especies de plantas y algas, que a su vez provocan la desaparición de otras especies. Las emisiones altas de amoníaco también pueden dañar directamente el follaje de los árboles y arbustos o bien retardar su creci-



Figura 4. Aplicación por inyección profunda. (S. Bittman, cortesía de Agriculture and Agri-Food Canada, con el permiso de Public Works and Government Services Canada, 2000).

miento. Además de los problemas ambientales hay que considerar que la volatilización supone una pérdida importante del valor fertilizante de los purines que obliga a aplicar cantidades adicionales de fertilizantes originando un coste adicional innecesario.

## Malos olores

Probablemente el factor determinante en el rechazo social que provocan los purines sea el mal olor que desprenden tras su aplicación al suelo. En general, el mal olor provoca un efecto psicológico negativo de repugnancia que intuitivamente tiende a relacionarse con una sensación de riesgo para la salud. Este rechazo es más acusado en las personas que no tienen una relación directa con la economía local, o bien desconocen la problemática asociada a la ganadería.

El olor desagradable que emiten los purines se debe a una mezcla compleja de compuestos volátiles, que son el resultado de la degradación de la materia orgánica. Se han identificado más de 160 compuestos que generan malos olores, entre éstos destacan los ácidos grasos volátiles y compuestos fenólicos e indólicos (Wu et al. 1999). La mejor forma de disminuir esta emisión de olores es reducir la superficie de contacto del purín con el aire, por esta razón todas las medidas que tiendan a reducir la volatilización de amoníaco a la atmósfera también serán efectivas para reducir la emisión de malos olores.

En la aplicación del purín de la forma convencional por aspersión en forma de abanico, se producen microgotas y el purín queda expuesto sobre la totalidad de la superficie del suelo, generalmente durante mucho tiempo, por lo que se

favorece la volatilización de estos compuestos de olor repugnante. El enterramiento inmediato o el uso de técnicas de incorporación o inyección reducen notablemente la emisión de malos olores y con ello se limita el rechazo social a su uso como fertilizante agrícola.

Por todo ello un manejo adecuado en la aplicación del purín al suelo resulta imprescindible para mejorar su potencial fertilizante, evitar efectos medioambientales indeseables sobre la tierra, el agua y el aire y disminuir o eliminar los malos olores.

## Métodos de aplicación del purín al suelo

La aplicación convencional por aspersión (Figura 1), con salida del purín a presión y choque sobre una pletina genera un abanico con una gran superficie de contacto con el aire que favorece la volatilización del amoníaco, además la permanencia sobre la totalidad de la superficie del suelo genera pérdidas volatilización que pueden alcanzar hasta el 80% del nitrógeno contenido en el purín en forma amoniacal, en las primeras horas tras la aplicación.

El código de buenas prácticas para la reducción de las emisiones de amoníaco (UNECE, 2001) recoge que la forma más efectiva de reducir estas emisiones en la aplicación de purines al suelo es emplear técnicas como la inyección o esparcidores en bandas. A continuación se describen los principales métodos de aplicación de purín y se indican las reducciones esperadas en la volatilización de amoníaco a la atmósfera con respecto a la aplicación convencional en superficie.

## Requisitos para una buena aplicación del purín

Entre los requisitos recomendables que debe cumplir una buena técnica de aplicación se pueden destacar:

- Uniformidad de distribución transversal y longitudinal, para evitar concentración de sales o de amonio que puedan afectar a la germinación del cultivo.
- Flexibilidad en la aplicación de diferente dosis.
- Capacidad de aplicación de dosis bajas (inferiores a 25 m<sup>3</sup>/ha).
- Debe minimizar la emisión de olores.
- Debe evitar la volatilización del amoníaco.
- Debe favorecer la retención de nutrientes en el suelo.
- Debe evitar el daño al cultivo en el caso de la aplicación en cobertera o en praderas.
- Debe evitar la compactación del suelo.
- Robustez y facilidad de manejo, especialmente en las tareas de carga y descarga.
- Que no presente problemas en los desplazamientos por carreteras y caminos.
- Tiempos de aplicación bajos.
- Que no suponga una inversión elevada.

El desarrollo tecnológico de técnicas de aplicación debe buscar el equilibrio entre los aspectos económicos sociales y medioambientales. En la medida en que se vayan cumpliendo estos requisitos se conseguirá mejorar la efectividad del purín como abono y se reducirán los efectos medioambientales nocivos.

## Aplicación en superficie y enterrado posterior

En el método tradicional de aplicación el objetivo primordial debe ser incorporar el purín en el suelo lo antes posible tras esparcirlo. Se recomienda el enterrado completo antes de las 6 horas para conseguir una reducción eficaz de la emisión de amoníaco. El método más efectivo es enterrar el purín realizando una labor con cultivador o grada de disco.



Figura 6. Inyección combinada con siembra. (Cortesía P. Kapuinen, Agrifood Reserch, Finland).



Figura 7. Esparcidor en bandas. Aplicación en cobertera sobre un cultivo de maíz. (Cortesía D. Hilborn, OMAF, Ontario, Canada)



Figura 8. Sistema de mangueras colgantes. (Cortesía D. Hilborn, OMAF, Ontario, Canada)

## Inyectoros

Los inyectoros reducen la emisión de amoníaco depositando el purín por debajo de la superficie del suelo, de este modo se reduce el contacto con el aire y se incrementa la infiltración en el suelo. Son más efectivos que los esparcidores en bandas.

Existen tres tipos de inyectoros comerciales:

**Inyectoros superficiales (o en cuña).** Hacen surcos estrechos a unos 4-6 cm de profundidad, separados entre si 25-30 cm que se llenan de purín (Figuras 3 y 4). Se usan principalmente en praderas y permiten una reducción de la emisión de amoníaco respecto del sistema convencional del 50-70% (surco abierto) o 70-90% (surco cerrado). Presenta problemas de uso en terrenos pedregosos o compactados.

**Inyectoros profundos (Figura 5).** Aplican el purín en profundidad (12-30 cm) usando rejas inyectoras separadas aproximadamente unos 50 cm. Estas rejas pueden ser de distintos tipos para facilitar la dispersión del purín. Se usan sólo en terrenos cultivables, ya que en praderas pueden dañar el cultivo. Se estima una reducción de la emisión de amoníaco de entre 70-90%. Presentan el inconveniente de necesitar una elevada potencia tractora.

**Incorporadores (Figura 2).** Estas máquinas en realidad no inyectan el purín por debajo de la superficie del suelo sino que lo mezclan con el suelo. Utilizan rejas flexibles o rígidas tipo cultivador, primero abren un pequeño surco, seguidamente el purín cae por gravedad e inmediatamente es enterrado por la reja posterior. Este método requiere preferiblemente una labor previa del suelo y solo se puede usar en tierra de labor. Reduce la emisión entre 20-90%.

Además existen también sistemas más sofisticados que combinan la labor de aplicación de purín y la siembra (Figura 6).

## Esparcidores en bandas

Basan la reducción de la volatilización del amoníaco en la reducción de la superficie aérea del purín expuesta al aire y el flujo de aire a través de purín. Se pueden utilizar para aplicar purín en coberteras (Figura 7), pero deben adaptarse a la separación entre líneas y a la altura del cultivo. Pueden presentar limitaciones de uso para purines viscosos, por obturación de los tubos. Hay dos tipos de máquinas:

**Mangueras colgantes (Figura 8).** El purín se descarga a nivel del suelo o de la hierba usando mangueras flexibles. La reducción de la emisión de amoníaco es del 10-50%.

**Zapatitas colgantes (Figura 9).** En este sistema el purín se descarga a través de tubos rígidos que terminan en zapatitas metálicas, diseñadas para surcar a lo largo de la superficie del suelo separando el cultivo. El purín es aplicado directamente en pequeñas bandas en superficie y algunos están diseñados para hacer una pequeña hendidura que facilite la infiltración. La reducción de la emisión de amoníaco oscila entre el 40-70%.

## Sistema umbilical

En esta máquina el aplicador (que puede ser cualquiera de los descritos anteriormente) se engancha directamente al tractor y se abastece desde una cuba, camión o directamente desde la fosa a través de una manguera larga y flexible. Tiene la ventaja de que permite mayor velocidad de trabajo, exige menos potencia al tractor y evita los daños por compactación (Figura 10).

Además existen técnicas de manejo que permiten reducir la emisión de amoníaco, y que también deben tenerse en cuenta:

**Condiciones meteorológicas adecuadas:** la aplicación con tiempo frío, viento en calma y condiciones húmedas ayuda a reducir las emisiones.

**Dilución de los purines:** el purín fluido infiltra más rápidamente en el suelo que el purín viscoso disminuyendo así la volatilización, pero el aumento de volumen constituye un impedimento de gran importancia. Se pueden obtener los mismos resultados aplicando un riego ligero (aspersión) tras la aplicación del purín.

**Separación mecánica del purín:** el uso de separadores líquido/sólido permite obtener resultados similares a la dilución.

**Uso de aditivos y acidificantes:** En algunos de ellos no se ha demostrado todavía su efectividad o presentan problemas prácticos que limitan su uso.

## Resultados de la evaluación de un incorporador

Durante los años 2001 y 2002 se han llevado a cabo distintos ensayos en la finca experimental del SIA con el objetivo de evaluar la eficiencia y uniformidad en la aplicación del purín mediante una máquina incorporadora frente al método convencional de abanico.

En el método convencional el purín se aplicó por aspersión en forma de abanico, con una anchura de aplicación de 7 metros, y se enterró posteriormente a las 24 horas. En la incorporación se utilizó una máquina incorporadora que va fijada a la cuba de aplicación y que básicamente consta de una serie de tubos de distribución intercalados con las rejas de un cultivador, de modo que el purín cae en el surco que abren las rejas anteriores y a la vez es enterrado por las rejas posteriores. El ancho de distribución de esta máquina es de 5 metros.

El ensayo de eficiencia se realizó sobre un cultivo de maíz y se aplicaron dos dosis de 30 m<sup>3</sup>/ha y 60 m<sup>3</sup>/ha de purín en sementera, utilizando los dos métodos

de aplicación. Las parcelas experimentales tenían unas dimensiones de 6 m x 30 m en el caso del incorporador y de 8 m x 30 m en el caso de la aplicación en abanico. Se realizó un muestreo de la capa superficial (0-30 cm) del suelo de la parcela antes de aplicar el purín y a los 4 días después de la aplicación. Posteriormente se sembró el maíz de la variedad «Juanita» y se siguieron las prácticas de cultivo y riego habituales en la zona para el maíz.

En la dosis de 30 m<sup>3</sup>/ha el contenido de N mineral en la capa superficial del suelo a los 4 días de la aplicación (Figura 10) fue un 37% superior en la aplicación con la máquina incorporadora respecto a la aplicación convencional, mientras que para la dosis de 60 m<sup>3</sup>/ha esta diferencia fue del 57%. Estos resultados indican una mayor eficiencia de aplicación del método de incorporación, probablemente como consecuencia de unas menores pérdidas de nitrógeno por volatilización.

El rendimiento en grano obtenido fue superior en la aplicación mediante incorporación que en la aplicación convencional con abanico; un 35% superior para la dosis de 30 m<sup>3</sup>/ha y un 18% superior para la dosis de 60 m<sup>3</sup>/ha. Esta mejor producción indica un mejor aprovechamiento del valor fertilizante del purín como resultado del enterramiento inmediato, ya que las pérdidas de N por volatilización se reducen considerablemente y consiguientemente se incrementa el N disponible para el cultivo.

En Noviembre de 2002 se realizó otro ensayo con el objetivo prioritario de valorar la uniformidad de distribución. Para ello se aplicaron 60 m<sup>3</sup>/ha con ambos métodos en bandas de 30 metros de longitud y se muestreó la capa superficial del suelo (0-30 cm), valorando el contenido de nitrógeno en forma de amonio y nitrato. En cada una de las bandas se muestrearon 3 líneas transversales a la dirección de aplicación, tomando muestras cada 20 cm. Se obtuvo una uniformidad de distribución del 33% para el método convencional y del 70 % para el método de incorporación. Este resultado indica una distribución más uniforme de los nutrientes con el método de incorporación que puede traducirse en una mejor uniformidad del cultivo posteriormente.

La recuperación en la capa superficial del suelo del N mineral aplicado con el



Figura 9. Sistema de zapatas colgantes. Aplicación en bandas sobre una pradera. (S. Bittman, cortesía de Agriculture and Agri-Food Canada, con el permiso de Public Works and Government Services Canada, 2000).

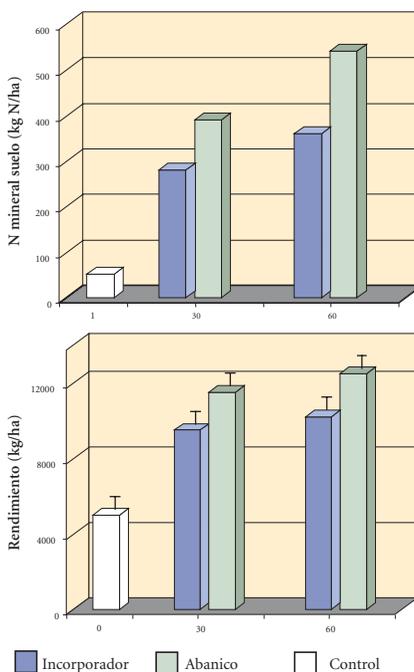


Figura 10. Contenido de nitrógeno mineral en los primeros 30 cm del suelo (amonio + nitrato) cuatro días después de la aplicación y rendimiento (kg/ha) en el tratamiento control (Dosis=0) y en las dosis de 30 m<sup>3</sup>/ha y 60 m<sup>3</sup>/ha para los dos métodos de aplicación.

purín fue del 43% en el caso de la aplicación con abanico y del 97% para la aplicación mediante incorporación. Al igual que en el ensayo descrito anteriormente esta notable diferencia puede ser debida a las pérdidas de amonio producidas por volatilización durante esas 24 horas en las que el purín estuvo expuesto en la superficie del suelo antes de ser enterrado en el método convencional.

Aunque la aplicación convencional presenta algunas ventajas con respecto a la máquina incorporadora, como un manejo más fácil, o una menor inversión, ya que no se requieren aperos

especiales ni la realización de una labor previa a la aplicación, es evidente que la incorporación presenta importantes ventajas. Podemos destacar que no se requiere una labor posterior de enterrado, se evitan en gran medida los malos olores, y se reducen las pérdidas de amonio por volatilización disminuyendo la contaminación atmosférica y permitiendo un mejor aprovechamiento del valor fertilizante del purín.

## Conclusiones

La aplicación convencional del purín por el método del abanico presenta pérdidas importantes de amonio a la atmósfera. La Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOCE, 2001), relativa a los techos de emisión de determinados contaminantes atmosféricos debe inducir cambios a medio plazo en los métodos de aplicación del purín al suelo para disminuir las pérdidas por volatilización del amonio. Un manejo adecuado en la aplicación del purín al suelo resulta imprescindible para mejorar su potencial fertilizante y evitar malos olores y efectos indeseables sobre la tierra, el agua y el aire.

El enterramiento inmediato o el uso de técnicas de incorporación o inyección reducen notablemente la emisión de amonio y malos olores limitándose además el rechazo social a su uso como fertilizante agrícola. El desarrollo tecnológico de técnicas de aplicación debe buscar el equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y medioambientales.

## Bibliografía

DAUDEN A., QUILEZ D. 2002. Effect of pig slurry on corn yield and soil nitrate concentrations. Proceedings of the 7<sup>th</sup> Congress of the European Society for Agronomy, Cordoba pp 741-742.

DOCE. 2001. Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 Octubre 2001. l 309: 22-30, de 27 de noviembre de 2001.

IRANETA I., SANTOS A. Y ABAIGAR A. 2002. Purín de porcino, ¿fertilizante o contaminante? Navarra Agraria 132: 9-24.

UNECE. 2001. Framework code for good agricultural practice for reducing ammonia. Economic and Social Council. United Nations. EB.AIR/WG.5/2001/7.

WU J.J., MASTEN S.J. PARK S.H., HENGEMUEHLE S.M., YOKOYAMA M.T., PERSON H.L., GERRISH J.B. 1999. The use of ozone to reduce the concentration of malodorous metabolites in swine manure slurry. Journal of Agricultural Engineering Research 72:317-327.