Cisternas distribuidoras de purines para abonado

Fº. J. GARCÍA RAMOS*. J. ORTIZ-CAÑAVATE.** DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA RURAL. ETSIA. MADRID.

La alta intensificación de las explotaciones ganaderas durante los últimos años, principalmente desde la década de los 60, ha propiciado la generación de altos volúmenes de purines con elevado contenido acuoso, que son difíciles de eliminar en las zonas de producción, dada la limitada disponibilidad de superficie para ello. Este hecho ha propiciado el avance en el desarrollo de maquinaria específica para su aplicación como abono orgánico, que posibilite el desplazamiento a otras zonas y disponga de sistemas de aplicación compatibles con la normativa medioambiental, de forma que no se produzcan excesivos malos olores ni contaminación de aguas subterráneas.

Hay que dejar claro que el purín es una mezcla de excrementos sólidos y líquidos, agua procedente de la limpieza de las instalaciones y restos de comida, con un contenido en materia seca inferior al 15%.

El contenido acuoso del purín varía en función de los sistemas de limpieza utilizados en las explotaciones, en las que normalmente se utiliza agua a presión. Trabajando con altas presiones (120 bar) y bajos caudales (16 l/min) de agua, el volumen de purines generado se puede reducir entre un 10 y un 20%.

El purín tiene un alto poder fertilizante, para el caso de purín de bovino o porcino su contenido en nutrientes oscila de 0,4 a 0,6% de N; de 0,1 a 0,15% de P_2O_5; y de 0,4 a 0,5% de K_2O. Estos valores tienen una gran variación en función de las característica del purín, por lo que es recomendable analizar su contenido fertilizante. Dada las características del purín como abono orgánico, las máquinas empleadas en su distribución deben posibilitar la aplicación uniforme de dosis específicas reduciendo al máximo la contaminación ambiental. Para ello se utilizan las cisternas distribuidoras de purines.



Fig. 1.- Cisterna de purines de distribución neumática con bomba de aire.

Tipos de cisternas

Existen dos tipos de cisternas en función del sistema de bombeo: de distribución neumática **(Fig. 1)** y de distribución mecánica **(Fig. 2)**. Las primeras son las más utilizadas, y su funcionamiento se basa en una bomba de aire que realiza el trabajo de llenado y vaciado de las cubas, produciendo depresión o sobrepresión en las mismas. Las cisternas de distribución mecánica, cuyo funcionamiento se basa en la utilización de bombas volumétricas o distribuidores centrífugos, están muy poco extendidas, por lo que no serán analizadas en ese artículo.

Por tanto, nos centraremos en el análisis de las cisternas con distribución neumá-

CUADRO I. Dosis de abonado (m³/ha) en función de la velocidad y el recorrido.

Velocidad de avance (km/h)	Recorrido de la cisterna (m)	Dosis de abonado (m³/ha) para una anchura útil de: 8,5 m	10 m	12 m
1,5	178	40	34	28
2	237	30	25	21
2,5	296	24	20	17
3	355	20	17	14
3,5	414	17	15	12
4	473	15	13	11
4,5	533	13	11	9
5	592	12	10	8
5,5	651	11	9	8
6	710	10	8	7
6,5	767	9	8	7
7	828	9	7	6
7,5	885	8	7	6
8	946	8	6	5

(*) Dr. Ing. Agrónomo.
(**) Dr. Ing. Agrónomo.



Fig. 2.- Cisterna de purines de distribución mecánica con bomba centrífuga.

tica. En una cisterna podemos distinguir tres elementos o componentes principales: cisterna, sistema de bombeo y sistema de distribución.

Caracteristicas de la cisterna

Las cisternas de distribución de purines **(Fig. 3)** suelen ser máquinas semisuspendidas que disponen de cubas de diferentes capacidades, desde 4 hasta 20 m³. En función del tamaño de la cuba pueden disponer desde uno hasta tres ejes. Las cubas, de forma cilíndrica y abombadas en los extremos, son estancas y, dada la agresividad de los purines, están construidas en materiales inoxidables o galvanizados. Su diseño debe ser el adecuado para soportar presiones de trabajo de hasta 2,5 bar.

Normalmente, disponen de un orificio para la entrada y salida del purín, situado en la parte posterior de la cisterna. Muchas cubas disponen de un orificio superior que permite la posibilidad de llenado mediante medios externos **(Fig. 4),** como es el caso de las cisternas de distribución neumática. También existen cisternas cuya parte posterior se abre completamente facilitando las labores de limpieza.

Los purines deben estar bien mezclados antes de su aplicación para asegurar que el contenido fertilizante permanezca uniforme durante todo el proceso de distribución. Los sistemas de agitación son necesarios al trabajar con purines de decantación rápida o cuando es necesario realizar desplazamientos largos. Para ello algunas cisternas incorporan sistemas de agitación del purín, siendo uno de los más comunes el de agitación neumática mediante una tubería con orificios conectada a la bomba de aire y situada en la parte inferior de la cuba.

Las cisternas pueden estar ubicadas sobre un bastidor independiente en el que se apoyan como si se tratase de un contenedor, o pueden estar integradas constituyendo una única estructura. Disponen de neumáticos de gran anchura de balón y bajo perfil (relación altura/anchura entre 2 y 2,5) cuya presión de inflado no debe exceder los 2 bar para evitar problemas de compactación en el suelo.

Sistema de bombeo

El sistema de bombeo **(Fig. 3)** está constituido por una bomba de aire, generalmente de paletas, que es accionada por la toma de fuerza del tractor. La bomba se sitúa en la parte delantera de la cisterna, para ser fácilmente acoplada a la toma de fuerza. La bomba gira siempre en el mismo sentido, y mediante una llave de paso de dos posiciones se consigue la aspiración del purín (generando vacío en la cisterna) o la salida (generando sobrepresión). El sistema dispone además de un depósito con sifón que evita la entrada de líquido en la bomba, un manómetro que indica la presión o depresión de la cuba, una válvula de presión y una válvula limitadora del sobrellenado de la cisterna. Los sistemas de bombeo por aire presentan menores costes de mantenimiento que los de bombeo mecánico, ya que no se ven afectados por la presencia de elementos extraños en el purín.

Las bombas, con capacidades entre 4.000 y 11.000 l/min de caudal de aire, trabajan a pleno rendimiento en la primera fase de llenado o expulsión del purín, trabajando después por debajo de su capacidad. El funcionamiento de estos equipos está muy perfeccionado, como muestran los ensayos realizados por la Sociedad Alemana de Agricultura (DLG), en los que se analizaron ocho bombas de aire en dos condiciones de trabajo (con un 50% de vacío y a presión máxima) y no se detectó ningún tipo de problema. Como recomendación, bombas que produzcan niveles de vacío menores de 0,7 bar no deben ser utilizadas para alturas de aspiración superiores a 3 m.

Sistema de distribución

El sistema de distribución es uno de los elementos más importantes de las cisternas de aplicación de purines, dada la necesidad de obtener una distribución uniforme del purín sobre el terreno reduciendo al máximo la contaminación ambiental. Las anchuras de trabajo oscilan entre 7 y 15 m, pudiendo alcanzar hasta 24 m utilizando barras con varias boquillas. A continuación describimos brevemente los principales sistemas de distribución disponibles, mostrando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, en base a los ensayos realizados por la Sociedad Alemana de Agricultura (DLG) en su Centro de Ensayos en la década de los 90.

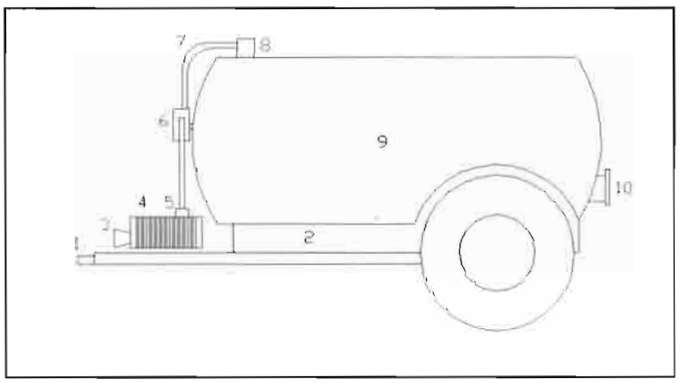


Fig. 3.- Elementos de una cisterna de distribución neumática de purines: 1. enganche; 2. bastidor; 3. conexión a la t.d.f. de la bomba de aire; 4. bomba de aire; 5. válvula de presión; 6. depósito con sifón; 7. manguera; 8. válvula limitadora de sobrellenado; 9. cisterna; 10. orificio de carga y descarga del purín.



Fig. 4.- Llenado a través de la compuerta superior de una cisterna mediante bomba externa.

Distribuidores de cañón

Constan de un cañón que esparce el purín lateralmente con la ayuda de una bomba centrífuga. Producen una muy mala distribución del purín, estando afectados por la presencia de viento.

Distribuidores de platos de choque

Se basan en la presencia de una pantalla a la salida del chorro de purín, de forma que éste golpea contra ella y se distribuye sobre la superficie **(Fig. 5)**. Permiten anchuras de trabajo de hasta 12 m, y trabajan satisfactoriamente en ausencia de viento. Para poder conseguir una distribución uniforme, el plato de choque debe permanecer en una posición fija con respecto a la boquilla de salida, no admitiendo regulaciones, por lo que hay que tener muy bien fijada dicha posición.



Fig. 5.- Cisterna trabajando con distribuidor de plato de choque.

Distribuidores de pantallas deflectoras

Se sitúan por encima del chorro, produciendo una cortina de purín dirigida hacia abajo casi verticalmente. Trabajan satisfactoriamente en ausencia de viento, produciendo un abonado más uniforme y menos sensible al viento que los platos de choque. Presentan el inconveniente de que, dada la densidad de la cortina de purín, no se deben utilizar en estados avanzados de crecimiento del cultivo para evitar daños al mismo.

Distribuidores centrífugos

Están constituidos por una hélice con paletas que es accionada por el impacto del purín, produciendo una distribución uniforme de gotas muy finas que no producen daños en el cultivo. Estos distribuidores son muy sensibles a la presencia de viento, por lo que se recomienda su uso en ausencia del mismo.

Distribuidores en bandas

Son los que consiguen una distribución más uniforme y un menor impacto ambiental. Están formados por barras de gran anchura que disponen de mangueras o boquillas separadas entre 15 y 30 cm, que depositan el purín localizadamente sobre la superficie de cultivo **(Fig. 6).** Para facilitar el flujo de purín, a la salida de la cisterna se coloca un repartidor centrífugo dotado de cuchillas, accionado mediante un motor hidráulico. Los distribuidores en bandas no se ven afectados por el viento, produciendo una distribución muy uniforme del purín. Permiten realizar el abonado de cobertera sin ensuciar las plantas y reduciendo las emisiones de amoniaco y olores ya que el purín no es lanzado al aire. Es importante tener en cuenta que estos distribuidores tienen un peso en torno a 500 kg, por lo que al montarlos en una cisterna se reduce la capacidad de carga de la misma para mantener el peso máximo autorizado.



Fig. 6.- Cisterna trabajando con distribuidor por bandas en superficie.

Otra posibilidad es la inyección del purín bajo superficie utilizando gradas inyectoras **(Fig. 7),** enterrando el purín entre 75 y 150 mm. Este sistema es independiente del viento, reduce los malos olores y las pérdidas por volatilización.

Consideraciones adicionales

A la hora de aplicar los purines es necesario combinar dos factores: maquinaria adecuada y condiciones de cultivo y atmosféricas óptimas.

Como ha quedado reflejado, las cisternas distribuidoras de purines deben posibilitar la aplicación de una dosis determinada de producto con una distribución uniforme. Para ello debemos establecer la velocidad de trabajo adecuada, combinada con la presión de trabajo en la cisterna y el caudal de salida. Cuantificando el volumen de purín aplicado para una velocidad de trabajo y una anchura útil, podemos conocer la dosis aplicada por unidad de superficie (m^3/ha), la cual debe estar uniformemente repartida y ajustarse a las necesidades del cultivo. Las dosis de aplicación suelen estar comprendidas entre 10 y 50 m^3/ha.

Para una anchura útil prefijada, a medida que aumentamos la velocidad de trabajo disminuye la dosis de abonado. Las velocidades de trabajo no deben superar los 8 km/h. La potencia necesaria en el tractor se sitúa en torno a 10 CV por m^3 de capacidad de la cisterna.

En el **cuadro** adjunto se reflejan las dosis de abonado por hectárea en función de la velocidad de trabajo y del recorrido realizado para anchuras útiles de trabajo de 8,5, 10 y 12m, trabajando a una presión de 1 bar, con un caudal de 840 l/min y purín con un contenido en materia seca del 8 %, trabajando con una cisterna de 6.000 l.

La aplicación del purín debe estar asociada a un estado del cultivo adecuado, que permita el acceso a las parcelas y no produzca daños en el mismo. El sistema de distribución debe ser elegido en base a estos requisitos. Así, cuando el abonado se realiza en cobertera o en praderas vegetales, para evitar la contaminación del cultivo se deben utilizar sistemas de distribución por bandas o enterrado. El purín debe estar bien agitado para asegurar una concentración uniforme.

Las condiciones ambientales también son muy importantes. Cuando se utilicen sistemas de distribución con boquillas o cañón se debe abonar en ausencia de viento. En general, se debe evitar la distribución del purín sobre terreno helado, nevado o saturado de agua para reducir al máximo las pérdidas por volatilización. Hay que evitar en la medida de lo posible las épocas lluviosas para evitar las pérdidas por lixiviación.



Fig. 7.- Cisterna trabajando con distribuidor por inyección bajo tierra.

Lo más común es aplicar el purín antes de la siembra en los cultivos anuales y durante todo el año en praderas y pastizales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que existen unos claras limitaciones en lo referente al almacenamiento del purín en las explotaciones ganaderas, por lo que, en muchos casos, es necesaria su aplicación durante todo el año, para lo cual hay que combinar la elección de un sistema de distribución adecuado con unas condiciones ambientales óptimas. ■