

Criterios de elección del equipo en función del tipo de cultivo y del momento de aplicación

Maquinaria de fertilización orgánica, condicionantes técnicos y normativos

Los equipos de aplicación de fertilizantes orgánicos han adquirido durante los últimos años un gran protagonismo en las explotaciones agrícolas originado por dos causas principales: el elevado precio de los abonos minerales y los aspectos normativos relacionados con la gestión de los resi-

duos en explotaciones ganaderas. En este artículo se analizan las características técnicas de los equipos de distribución, las nuevas exigencias normativas que han de cumplir y los criterios para la elección de un equipo y del momento óptimo para realizar la aplicación.

F.J. García Ramos y A. Boné Garasa.

Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

La proliferación de normativa medioambiental relacionada con las actividades agrícolas y ganaderas es una realidad a la que dichos sectores se están adaptando de manera continua y progresiva. En relación con las labores agrícolas, la aplicación de fertilizantes y de productos fitosanitarios debe ser realizada garantizando la ausencia de

contaminación de aguas subterráneas, ausencia de olores, respeto a las parcelas limítrofes, etc. Para ello la maquinaria utilizada debe disponer de tecnología adecuada que permita aplicaciones de dosis de forma muy precisa y controlada.

El conocimiento por parte de la Administración de la maquinaria agrícola existente en nuestras explotaciones es un paso previo para poder ejercer un control más efectivo sobre la misma. En este sentido, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Mari-

no publicó recientemente el Real Decreto 1013/2009, de 19 de junio, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola. Según este texto, y en relación con los equipos de distribución de fertilizantes, será obligatoria la inscripción en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) de las máquinas nuevas, las máquinas usadas procedentes de otros países, las máquinas que hayan sufrido cambio de titularidad y las máquinas en uso dadas de alta que no estaban obligadas a estar inscritas en la an-



Foto 1. Vista de rotores horizontales de esparcidor de estiércol sólido. Documentación Strautmann. Foto 2. Vista de rotores verticales de esparcidor de estiércol sólido. Documentación Mazas Maquinaria.





Foto 3 y 4. Esparcidor de estiércol sólido con rotores verticales. Documentación Joskin (foto 3) y Francosi (foto 4).

terior legislación. Para el caso concreto de los equipos de distribución de fertilizantes en uso que no estén inscritos en el ROMA, se establece un plazo máximo de dos años para proceder a su inscripción.

La realización de un censo de maquinaria constituirá un paso previo para la implantación de futuras inspecciones técnicas, similares a las realizadas actualmente con los tractores, que garanticen el correcto estado del parque de maquinaria en uso. Además, se promoverá el uso de aquellos equipos con soluciones técnicas que garanticen la no contaminación del medio. Como ejemplo, el Reglamento 1782/2003 del Consejo de 29 de septiembre introdujo el concepto de condicionalidad de las ayudas, por el que los agricultores pueden optar a los pagos directos a condición de que sigan una serie de buenas prácticas agrarias y respeten las normas en materia de salud pública y medio ambiente. En España, el plan de medidas urgentes de la estrategia española de cambio climático, aprobado en 2007, promueve la utilización de equipos mecánicos de distribución de abonos que permitan controlar su aplicación, para evitar la contaminación de corrientes de agua.

Equipos de distribución de fertilizantes orgánicos

El aumento de las exigencias normativas en materia medioambiental ha propiciado mejoras técnicas en los equipos de distribución de fertilizantes orgánicos. En este sentido, para garantizar un trabajo óptimo, estos equipos deben cumplir cuatro criterios básicos:

- Distribuir de forma precisa y uniforme el producto.
- Evitar las pérdidas de nutrientes por volatilización y lavado.
- Evitar la producción de olores.
- Evitar la compactación del suelo.

Las características de este tipo de equipos varían en función de la naturaleza del producto a distribuir, existiendo dos grandes grupos de máquinas: equipos de distribución de fertilizantes orgánicos sólidos (> 20% de contenido en materia seca) y de fertilizantes orgánicos líquidos (contenido en materia seca menor del 15%).

Remolques esparcidores de estiércol

Los equipos utilizados para la distribución de fertilizantes orgánicos sólidos son los

clásicos remolques esparcidores de estiércol con capacidades máximas en torno a 16 toneladas. Suelen ser equipos semisuspendidos que disponen de un remolque con fondo móvil que alimenta al sistema de distribución constituido, en la mayoría de los casos, por rotores colocados en la parte trasera del remolque. Dichos rotores pueden ser horizontales (foto 1) o verticales (fotos 2) y van equipados con cuchillas, paletas u otros elementos que disgregan el estiércol y lo distribuyen. Los equipos con rotores verticales pueden lanzar el estiércol hasta a 12 m de distancia y producen una distribución más homogénea con un mejor troceado del mismo (foto 3 y 4).

En el caso de rotores horizontales, la anchura de distribución coincide con la anchura del remolque mientras que en rotores verticales se puede multiplicar hasta por cinco, reduciendo así el consumo y los problemas de compactación originados por las rodadas de la maquinaria. En este sentido, la distancia entre pasadas debe ser fijada para garantizar una distribución homogénea del producto. A mayor separación entre pasadas, menor dosis de aplicación y mayor variabilidad en la distribución.

Para incorporar el estiércol al suelo, una vez distribuido, es necesaria una labor de cultivador que garantice la reducción en pérdidas por volatilización, la reducción de emisión de olores y la reducción en pérdidas por escorrentía. En el caso de estiércol sólido, su incorporación inmediata al suelo mediante cultivador reduce las pérdidas de amonio por volatilización a valores en torno al 5%, mientras que en el caso de no incorporación estos valores pueden ser hasta del 30%.

En general, los remolques esparcidores de estiércol requieren de menor potencia por parte del tractor, sin embargo la gestión y manejo del producto es laboriosa y complicada.

Cisternas de aplicación de estiércol líquido

Para la aplicación del estiércol líquido se utilizan cisternas que pueden aplicar el producto en superficie o inyectarlo en el terreno (fotos 5 y 6). Las cisternas suelen ser máquinas semisuspendidas que disponen de cubas de diferentes capacidades, normalmente desde 4 hasta 25 m³ (figura 1, foto 7). En función del tamaño de la cuba pueden disponer desde uno hasta tres ejes. Las cubas son estancas y están construidas en materiales inoxidable o galvanizados. Su diseño debe ser el adecuado para soportar presiones de



Foto 5. Sistema de distribución mediante inyección con reja. Documentación Joskin.

Foto 6. Cisterna de aplicación de estiércol líquido.

Foto 7. Sistema de distribución en bandas para cisterna. Documentación Griselda.

Foto 8. Cisterna equipada con neumáticos de gran anchura para reducir compactación.

Sistemas de distribución por inyección del producto

Los sistemas de distribución por inyección del producto se basan en la utilización de sistemas de apertura de surcos similares a los utilizados en las sembradoras que se pueden sintetizar en sistemas de reja (foto 5) y de disco (fotos 10 y 11). Destacan por trabajar independientemente del viento, y por reducir los malos olores y las pérdidas por volatilización.

La figura 2 muestra los tres sistemas más utilizados por los fabricantes: reja de diferentes formatos, disco simple y disco doble (fotos

10 y 11). Las principales diferencias entre los sistemas radican en la diferente labranza efectuada por el órgano de apertura, que es mayor para los sistemas de reja y doble disco, siendo mínima para el caso de disco simple.

Este hecho condiciona la utilización de los equipos sobre cultivos ya implantados como praderas donde se requiere mantener al máximo la cobertura existente en el terreno. En este caso son recomendables por tanto los sistemas de disco simple frente a los de disco doble o reja siendo también sistemas ideales para técnicas de agricultura de conservación y siembra directa en los que se busca mantener el suelo con cobertura. El cuadro I muestra el porcentaje de residuo que permanece en parcela después de la utilización de los tres sistemas para el caso de residuos de maíz y de soja.

El sistema de apertura del surco condiciona la distribución del estiércol bajo la superficie como refleja la figura 3 donde se detallan las diferentes profundidades de enterramiento y formas de distribución del producto en función del sistema de apertura de surco utilizado.

trabajo de hasta 2,5 bar. 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 (foto 8).

El estiércol líquido debe estar bien mezclado 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 productos de decantación rápida o cuando es necesario realizar desplazamientos largos. Para ello algunas cisternas incorporan sistemas de agitación del estiércol líquido.

Debido al proceso de conservación, el estiércol líquido produce más olores que el estiércol sólido por lo que se ha avanzado más en el desarrollo de sistemas de aplicación que reduzcan el tiempo de contacto entre el producto y el aire, consiguiendo, además de reducir los olores, evitar las pérdidas de nutrientes por volatilización.

En este sentido, destacan los sistemas de

inyección del producto en el suelo. En el caso de no inyectar el producto bajo la superficie los fabricantes han desarrollado aplicadores que minimizan la distancia entre la salida del producto y el suelo mediante la utilización de tubos de goma o reduciendo la altura de los tradicionales platos de choque (foto 9).

Dada su mayor novedad, nos centraremos en el análisis de los sistemas de distribución por inyección del producto y por distribución en bandas a muy baja altura.



Foto 9. Sistema de distribución con plato de choque para estiércol líquido.

Sistemas de distribución en bandas a muy baja altura

Los distribuidores en bandas están formados por barras de gran anchura que disponen de mangueras o boquillas separadas entre 15 y 30 cm, que depositan el estiércol líquido localizada-mente sobre la superficie de cultivo (**foto 6**). Para facilitar el flujo del producto, 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

FIGURA 1.

Elementos de una cisterna de distribución neumática de purines.

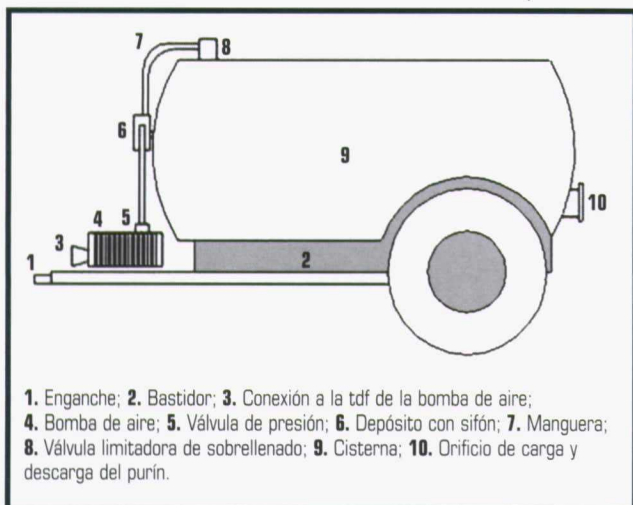
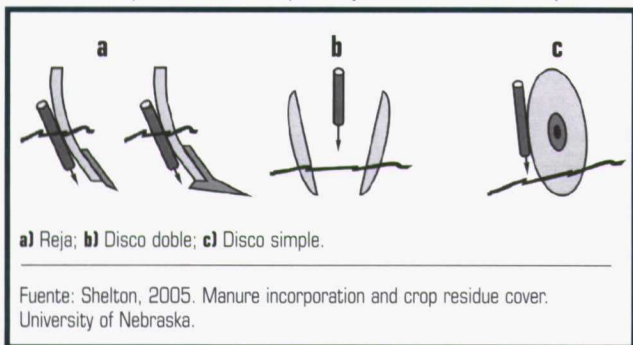


FIGURA 2.

Sistemas de apertura de surco para inyección de estiércol líquido.



CUADRO I.

Porcentaje de residuo en parcela en función del sistema de apertura de surco para inyección de estiércol.

Sistema de apertura de surco para inyección del estiércol	Porcentaje de residuo que permanece en parcela después de la aplicación del estiércol	
	Parcela con residuo de soja	Parcela con residuo de maíz
Reja	5 - 15	30 - 65
Disco doble	15 - 40	40 - 65
Disco simple	65 - 80	80 - 95

Fuente: Shelton, 2005. Manure incorporation and crop residue cover. University of Nebraska.

TU MERCADO TE EXIGE CALIDAD,
NOSOTROS TE LA DAMOS DESDE
LA PRIMERA GOTA.

Tuberías con gotero integrado
DRIPNET PC

Kits hidropónicos
Gotero PC.J +
Piqueta + Microtubo

Microaspersión
SPINNET

Nebulizadores
COOLNET

Programadores
NMC

Control de clima
MIST GUARD

Fertirrigación
FERTIKIT

902 240 174 / marketing@regaber.com

Siempre con la Garantía

Regaber



www.regaber.com

CUADRO II.

Calidad del trabajo realizado por los equipos de aplicación de fertilizantes orgánicos.

Equipo de aplicación	Homogeneidad de la distribución	Pérdidas por volatilización	Emisión de olores
Esparcidor de estiércol sólido	M	E	M
Cisterna con platos de choque	B	E	E
Cisterna con distribuidores en bandas	E	M	B
Cisterna con inyectores de reja o disco	E	MB	MB

E: elevada. M: media. B: baja; MB: Muy baja.
Fuente: Elaboración propia.



CUADRO III.

Pérdidas de amonio por volatilización en función del sistema de aplicación y de las condiciones climáticas.

Pérdidas de amonio por volatilización en tanto por ciento					
Sistema de aplicación	Condiciones climáticas durante la aplicación				
	Frío - alta humedad	Frío - baja humedad	Cálido - alta humedad	Cálido - baja humedad	Valores medios
Aplicado en superficie sobre suelo desnudo no incorporado	40 %	50 %	75 %	100 %	66 %
Aplicado en superficie sobre cultivo y implantado o sobre parcela con residuos	25 %	25 %	40 %	50 %	35 %
Aplicado en superficie, incorporado 1 día después	10 %	15 %	25 %	50 %	25 %
Aplicado en superficie, incorporado 3 días después	15 %	22 %	38 %	65 %	35 %
Aplicado en superficie, incorporado 5 días después	20 %	30 %	50 %	80 %	45 %
Inyectado	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

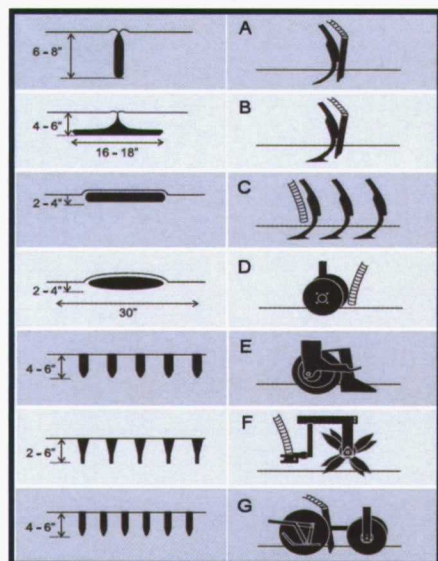
Fuente: Alberta Agriculture and Food, 2005. Nutrient management planning guide.



Foto 10 y 11. Detalle de distribución realizada por sistema de aplicación de doble disco. Documentación Kuhn. (foto 10) y Pichón (foto 11).

FIGURA 3.

Distribución del producto inyectado y profundidades de trabajo en pulgadas para diferentes sistemas de apertura de surco.



(1" = 1 pulgada = 2,54 cm). Fuente: Alberta Agriculture and Food, 2005. Nutrient management planning guide.

el viento, produciendo una distribución uniforme. Permiten realizar el abonado de cobertera sin ensuciar las plantas y reduciendo las emisiones de amoníaco y olores ya que el producto 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.

Criterios para la elección del equipo a utilizar

La elección de un equipo de aplicación de estiércol implica una diferente homogeneidad en la distribución del producto, un mayor o menor riesgo de pérdidas de nutrientes y una mayor o menor emisión de olores. En este sentido, el **cuadro II** muestra las ventajas e inconvenientes de los diferentes equipos existentes en el mercado.

Uno de los principales objetivos de la aplicación es reducir al máximo las pérdidas por volatilización y la emisión de olores. Como ha

quedado mostrado en el **cuadro II** este riesgo depende del equipo utilizado. Sin embargo, existen otros factores a tener en cuenta como son las condiciones climáticas y la presencia de cultivo en la parcela que, combinados con la técnica de aplicación, producen un mayor riesgo de pérdidas por volatilización.

Es muy importante elegir el momento adecuado de aplicación del producto que evite situaciones de viento y suelos con alta humedad. Lo más común es su aplicación 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 unas claras limitaciones en lo referente al almacenamiento del estiércol 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.

El **cuadro III** muestra un ejemplo de pérdidas de amonio por volatilización en estiércol líquido en función del modo de aplicación y las condiciones ambientales. ●