

Maquinaria especializada en distribución de fertilizantes orgánicos

Mecanización de la distribución de estiércol, estiércol líquido y purín

En el presente artículo se exponen las principales máquinas que se usan en la actualidad para la distribución de estiércol y purín en las explotaciones agrarias, las características técnicas de cada uno de los elementos que las componen, comentando también los equipos utilizados para el reparto de otros productos orgánicos como los lodos y el compost.

Javier Bueno Lema y José Manuel Pereira González.

Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela.

La mejor solución ambiental para gestionar los estiércoles y purines producidos en las explotaciones ganaderas es utilizarlos como fertilizantes en los cultivos. Esto permite reciclar estos productos y ahorrar en la adquisición de fertilizantes minerales, con lo que normalmente se reducen los costes de producción en las explotaciones ganaderas. Para una utilización correcta de estos fertilizantes es necesario prestar atención a la forma en que los distribuimos en las parcelas, ya que de ello va a depender su buena gestión medioambiental y agronómica.

Distribución mecanizada de estiércol

La distribución mecanizada de estiércol se realiza mayoritariamente utilizando remolques esparcidores de estiércol semisuspendidos de descarga trasera. Estos remolques están pensados para la distribución de productos con un contenido de materia seca



Remolque esparcidor de estiércol de descarga trasera con rotores verticales.

superior al 12-13%, debiendo adoptar cajas lo suficientemente estancas cuando dicho contenido baja del 18%. Pueden alcanzar una carga útil de hasta 15 t (a veces incluso más) y sus caudales de esparcido varían de 0,8 a 2,5 t por minuto.

Las partes principales son: el chasis, la caja con fondo móvil, el sistema de distribución y las transmisiones para el accionamiento del fondo móvil y la distribución. Con el fin de evitar riesgos de averías provocadas por sobrecargas y por el bloqueo de los ór-

ganos de esparcido, los remolques van equipados con limitadores de par. En algunos modelos los órganos de esparcido son desmontables, lo que permite utilizar el remolque para otros usos.

El chasis

El chasis de los remolques esparcidores de estiércol puede estar equipado con un eje simple o doble; éste último suele aparecer a partir de las 7-8 t de peso. Los ejes dobles pueden ser de tipo oscilante, *boggie* o tandem, existiendo tanto en versiones fijas como directrices. El montaje de neumáticos anchos de baja presión es una solución frecuente en los últimos tiempos, pues reduce el riesgo de compactación de los suelos y la creación de rodadas. Las lanzas de enganche pueden estar provistas de sistemas de amortiguación. Para el frenado, los remolques esparcidores de estiércol actuales suelen llevar un siste-



Remolque esparcidor de estiércol de descarga trasera con rotores horizontales.

ma de accionamiento de los frenos con asistencia hidráulica. La señalización debe estar asegurada de manera eficaz como para cualquier remolque que circule por carretera.

La caja y el fondo móvil

Existen dos tipos de cajas de remolque esparcidor de estiércol: las cajas con baldas o paneles laterales desmontables y las cajas monocasco o tipo bañera. Las cajas con paneles desmontables son polivalentes, pero más difíciles de mantener estancas y de limpiar. Por el contrario, las cajas monocasco son menos polivalentes, pero más estancas y más fáciles de limpiar. La altura de la caja en relación al suelo depende de la capacidad del remolque esparcidor y del tamaño de los neumáticos. Por lo general, está limitada con el fin de permitir la carga con las palas cargadoras de los tractores. El interior de la caja debe de ser lo más liso posible para facilitar el desplazamiento del estiércol hacia el sistema de distribución. Algunos constructores utilizan planchas de madera que mejoran el deslizamiento y son menos vulnerables a la corrosión.

El fondo móvil está constituido de dos, tres o cuatro cadenas longitudinales unidas por unas barras metálicas en U o en L separadas de 20 a 40 cm. Este tren de cadenas gira de forma continua desplazándose hacia atrás por encima del fondo de la caja y retornando hacia delante por debajo en vacío. Una transmisión acciona las cadenas y las barras a una velocidad de 0,3 a 5 m/min, de manera que desplaza lentamente la masa de estiércol hacia los rotores de esparcido, según el caudal deseado. Los equipos con una carga útil superior a las 8 t utilizan con frecuencia dos trenes de dos cadenas cada uno para repartir mejor los esfuerzos. En todo caso, una regulación de su tensión permite compensar el desgaste y el alargamiento de las cadenas.

El accionamiento del fondo móvil se realiza, bien mecánica-

mente mediante la toma de fuerza del tractor, bien hidráulicamente por un motor hidráulico alimentado por los circuitos del tractor o por un grupo hidráulico independiente integrado en el remolque esparcidor. En el caso de un accionamiento mecánico, la transmisión puede ser, bien discontinua con amplitud regulable por un sistema de trinquete y de biela-manivela, bien continua con un gran reductor con piñones intercambiables o con selector de relación. Algunos modelos poseen un inversor de marcha para utilizar en caso de atasco o para repartir mejor el producto durante el esparcido.

El sistema de distribución

Aunque en el mercado también existen modelos de descarga lateral, en la actualidad el sistema de distribución mayoritario son los rotores de descarga trasera, que pueden ser horizontales o verticales. Estos órganos desmenuzan y esparcen el estiércol empujado por el fondo móvil.

Los modelos con rotores horizontales poseen de uno a tres rotores que giran, por lo general, en el mismo sentido y que pueden presentar formas muy variadas: cilindros provistos de dientes, de cuchillas, de láminas o de palas; tornillos helicoidales de 30 a 60 cm de diámetro, equipados con cuchillas periféricas; discos acanalados montados oblicuamente sobre un eje, etc. Este sistema es el más utilizado en los remolques actualmente en servicio en España. El trabajo de los rotores de esparcido puede dividirse en tres fases: ataque de la masa de producto empujado por el fondo móvil, desmenuzado y proyección. Ésta se efectúa sobre una anchura prácticamente igual a la de la caja (de unos 2,5 m), salvo para los rotores con tornillo sinfín divergente que tienden a esparcir el estiércol sobre una anchura un poco más elevada (de 3 a 4 m). A menudo, los ejes de los rotores están en un plano oblicuo hacia atrás con el fin de generar un frente de ataque inclinado, limitando una alimentación y esparcido a golpes



Remolque esparcidor de estiércol de descarga trasera con mesa de esparcido de rotores verticales.



Agitador mecánico helicoidal de purín.



Tanque distribuidor de purín con lanza amortiguada y eje doble.

debido a los deslizamientos y a los desmoronamientos del estiércol ante los rotores.

Los modelos con rotores verticales son de aparición más reciente en el mercado (años noventa) y progresivamente han ido aumentando su presencia. Se caracterizan por poseer una anchura de

esparcido mayor, pudiendo alcanzar los 6 m con cuatro rotores y hasta 16 m con dos rotores. Esta mayor anchura de trabajo reduce el número de pasadas y de rodadas sobre las parcelas y evita tener que rodar rápidamente durante los esparcidos con dosis bajas. Según los casos, estos equipos



Brazo de carga lateral con embocadura fija a pie de fosa.



Brazo de carga superior.



Tanque de purín con sistema de distribución de boquilla y plato de choque simple con chorro hacia arriba.

se montan, bien sobre cajas de esparcidores clásicos en lugar de los rotores horizontales, bien sobre esparcidores específicos de concepción bastante baja y estrecha, equipados con neumáticos anchos de baja presión. Las cajas clásicas se equipan con dos o cuatro rotores verticales, mientras que las cajas rebajadas disponen de dos rotores verticales inclinados hacia delante. Al contrario que los rotores horizontales, los rotores verticales giran en sentido contrario uno contra otro. Esta disposición produce una dis-

tribución más abierta y una anchura de trabajo mayor.

Distribución mecanizada de otros productos fertilizantes sólidos o pastosos

Para la distribución de otros productos fertilizantes orgánicos en estado sólido o más o menos pastoso, lo más frecuente es recurrir a remolques esparcidores de estiércol con alguna adaptación especial en su sistema de distribución. Estos equipos son los habitualmente empleados

para la distribución de purines espesos, gallinazas, sedimentos de fosas de purín, lodos de depuradora, compost, etc. Los productos fertilizantes orgánicos en estado líquido diferentes del purín, como por ejemplo los lodos de las industrias lácteas, suelen aplicarse con los mismos tanques distribuidores utilizados con el estiércol líquido, los cuales veremos a continuación. También existen esparcidores específicos, aunque mucho menos difundidos, entre los que podríamos citar distribuidores laterales con tornillo sinfín y turbina delantera, distribuidores con tornillo sinfín y platos centrífugos traseros y distribuidores de descarga lateral con mayales. Debido a las limitaciones de espacio, en el presente artículo comentaremos sólo los más utilizados.

Dispositivos adaptables sobre los esparcidores de estiércol clásicos

Básicamente, consisten en compuertas de dosificación y dispositivos complementarios de esparcido. Estas adaptaciones, en principio, sólo están disponibles para los esparcidores cuya caja es lo suficientemente estanca. En los equipos más frecuentes los dispositivos traseros de esparcido son los mismos que para el estiércol. La compuerta de dosificación permite regular el caudal de producto que pasa a los rotores. Se abre verticalmente y está situada entre la masa de producto y los rotores de esparcido. Su estanqueidad con las paredes se consigue por medio de unas bandas de goma o de material plástico. Se cierra durante la carga y el transporte, para lo cual está accionada por dos cilindros hidráulicos. Durante el esparcido se puede abrir más o menos en función del caudal que se desea que pase hacia los órganos de esparcido. Los dispositivos complementarios de esparcido o "mesas de esparcido" se colocan en la prolongación trasera del fondo de la caja del remolque y llevan asociada una puerta o panel deflector que cubre los rotores de esparcido convencionales. Poseen unos ro-

tores con ejes verticales provistos de dos o cuatro paletas. Al fluir sobre los rotores de la mesa, el producto es proyectado por la fuerza centrífuga sobre una anchura de 8 a 12 m (puede llegar hasta 24 m). El papel de los rotores horizontales convencionales del esparcidor es el de desmenuzar el producto y alimentar a la mesa de esparcido. La cubierta orientable, colocada detrás de los rotores horizontales, hace de pantalla y permite proyectar el producto desmenuzado sobre los platos rotativos.

Distribución mecanizada de estiércol líquido y purín

Homogeneización del producto

La separación de las deyecciones animales sólidas y líquidas permite una gestión diferenciada de los productos y un aumento de sus posibilidades de valorización. Estrictamente, la denominación de "purín" se debería utilizar sólo para la deyección líquida, aunque debido a la popularidad del término, de aquí en adelante nos referiremos únicamente a distribuidores de purín sobreentendiendo que incluye también el reparto de estiércol líquido. En la práctica, la mayoría de los ganaderos optan normalmente por la solución de almacenamiento en fosa única, debido a la mayor inversión económica que implica separar las dos fases. En estos casos, la decantación de los materiales sólidos provoca que en el fondo de la fosa se acumulen cantidades importantes de sedimentos. Por ello, es necesario realizar una homogeneización previa del producto antes de cargarlo en los equipos que lo van a distribuir, con el fin de permitir su bombeo y su correcto reparto. Esta homogeneización en fosa puede ser efectuada bien con agitadores de purín, bien con bombas de purín.

Los agitadores de purín son los equipos más utilizados. Suelen ser agitadores mecánicos helicoidales accionados por motores eléctricos inmersos o por la toma de fuerza del tractor. Los primeros

son utilizados con frecuencia con purines de porcino, en tanto que los segundos son los utilizados normalmente con purines de vacuno. Estos últimos, denominados también "batidores", se enganchan a los tres puntos traseros del tractor y se accionan a través de la toma de fuerza. Producen una agitación importante, demandando entre 20 y 40 kW debido al gran diámetro de la hélice (de 50 a 75 cm) y de su paso (de 0,7 a 1 m). Algunos modelos pueden realizar también el triturado de los elementos gruesos, demandando una potencia un poco mayor (entre 35 y 50 kW).

La homogeneización, la agitación y la toma de los purines de la fosa también pueden ser realizadas por bombas centrífugas con eje vertical de rotor abierto. Estos equipos pueden ser accionados, bien por un motor eléctrico (inmerso o no), o bien por la toma de fuerza de un tractor. Estas bombas están concebidas para ser sumergidas en el purín, permaneciendo apoyadas en el fondo de la fosa.

Los tanques distribuidores de purín

Los tanques distribuidores de purín, conocidos popularmente como "cisternas de purín", son equipos semisuspendidos constituidos por un chasis con uno, dos o tres ejes, un depósito de 1.500 a 25.000 l de capacidad, un compresor con sus circuitos neumáticos e hidráulicos, un circuito de llenado y un sistema de distribución. La potencia de tracción media demandada suele andar en torno a los 8 kW/m³ de capacidad del tanque.



Tanque de purín con sistema de distribución de boquilla y plato de choque doble con chorro invertido.

El chasis

En el caso más simple, el chasis está constituido por una estructura metálica soldada y solidaria con el tanque, aunque los tanques de purín de gran capacidad poseen cada vez con más frecuencia un chasis independiente que permite enganchar equipos en su parte trasera, como barras de esparcido o dispositivos de enterrado. Estos chasis suelen ir equipados con un eje doble a partir de capacidades en torno a los 8.000 l o de un eje triple a partir de los 16.000 l. Los ejes pueden ser de tipo oscilante, *bogíe* o tandem y también directrices. El montaje de neumáticos anchos de baja presión es demandado con frecuencia con el fin de reducir los riesgos de compactación de los suelos y la creación de rodadas. Al igual que los remolques esparcidos de estiércol, los frenos suelen ser de accionamiento hidráulico asistido y las lanzas de enganche pueden estar provistas de sistemas de amortiguación. La señalización debe de estar asegurada de manera eficaz como para cualquier remolque que circule por carretera.

El depósito

Su capacidad suele estar comprendida entre 1,5 y 25 m³ y se construye en acero galvanizado en caliente para resistir la corrosión. Este material presenta una resistencia mecánica suficiente para las sollicitaciones de la depresión en el momento de la carga y de la presión durante el esparcido. La parte trasera del tanque posee una compuerta desmontable con el fin de permitir la limpieza interior para la eliminación de los depósitos. El montaje del tanque se realiza frecuentemente con una leve inclinación longitudinal hacia la parte trasera para limitar la amplitud de los movimientos del líquido en el tanque y sus efectos desestabilizadores durante la conducción del equipo. Esta inclinación favorece el vaciado completo del tanque y la evacuación de sedimentos. Para los purines con abundantes sedimentos o materiales gruesos, algunos tanques están equipados con dispositivos de homogeneización interna que mantienen las partículas en suspensión durante el transporte hacia el lugar de esparcido.

El compresor y los circuitos neumáticos

Los tanques de purín están equipados normalmente con un sistema de carga neumática por depresión. La energía neumática se suministra por medio de un compresor rotativo, normalmente de paletas, accionado por la toma de fuerza del tractor. El caudal del compresor varía de 3 a 15 m³ de aire por minuto según los constructores y el volumen de los tanques. Un sistema de válvula de compuerta permite conectar la aspiración del compresor con el interior del tanque durante la carga. La depresión así provocada (de -0,6 a -0,8 bar) permite aspirar el purín desde la fosa con la ayuda de un tubo de carga de gran diámetro (de 150 a 200 mm). El caudal de llenado varía entre 1.200 y 2.200 kg/min., según la viscosidad del purín, la altura de aspiración y la longitud y el diámetro del conducto de aspiración. Un indicador de llenado permite al operador vigilar el nivel durante la carga y anular la depresión en el momento adecuado. Por lo general, el nivel de llenado no debe sobrepasar el 90% del volumen total del tanque.

Para la distribución, el operador invierte el flujo del compresor, que introduce ahora el aire en el tanque a una presión de 0,6 a 1,2 bar, con el fin de expulsar el purín hacia el sistema de distribución. La salida del purín está controlada por una válvula accionada a distancia desde el puesto de conducción. Un sistema antidesborde con válvulas flotantes simples o dobles evitan la aspiración de purín por el compresor durante el llenado. Además, un limitador de presión y de depresión



Tanque de purín con sistema de distribución de barra multiboquillas.



Tanque de purín con sistema de distribución de barra con tubos colgantes.

de aire protege la instalación contra las sobrepresiones y los riesgos de deformaciones o de estallido de las conducciones o del tanque.

Los dispositivos de llenado

Aunque en los modelos de menor capacidad la colocación del tubo de carga en la fosa suele ser manual, cada vez son más frecuentes los brazos de carga que permiten al operario efectuar el llenado del tanque sin tener que descender del tractor. Con ello se reducen riesgos de accidentes por caída o deslizamiento y se evita que el operario entre en contacto con un producto desagradable. Los brazos pueden ser de carga lateral, que se acoplan a una embocadura fija en el suelo, o de carga superior, que se introducen directamente en la fosa. En los modelos más completos los tanques de purín pueden ser totalmente manejados desde el puesto de conducción del tractor por controles electrohidráulicos: inversión del flujo del compresor, brazo de carga, válvula de esparcido, etc.

Los sistemas de distribución convencionales

El sistema de distribución convencional utilizado en los tanques de purín es el de boquilla y plato de choque. El chorro de purín sale por la boquilla e impacta contra el plato de choque, provocando su fragmentación y difusión. Este sistema va colocado a la salida de la válvula de esparcido y proyecta el producto sobre una anchura de 5 a 10 m. Hay difusores con distintas formas; el más utilizado es el de chorro hacia arriba, en el que la salida de la boquilla está orientada hacia la cara superior del plato de choque. También son bastante utilizados los difusores de chorro invertido, en los que la boquilla está orientada hacia la cara inferior del plato de choque, lo que reduce el riesgo de que el viento arrastre las partículas de purín hacia el tractor. En los dos casos, la inclinación del plato de choque puede ser fija o regulable.

Con el fin de obtener diferentes valores de caudal, la boquilla es intercambiable y su diámetro varía entre 45 y 90 mm. El calibre de la boquilla repercute directamente so-

bre el caudal. A pesar de esta evidencia, es necesario señalar que el caudal nominal de las boquillas para una presión dada raramente es conocido por los usuarios. En este sentido, y aunque la normalización no es fácil debido a la diversidad de productos a esparcir, sería deseable que los manuales de instrucciones indicaran el caudal nominal para los diferentes calibres de boquillas propuestos. Algunos constructores proponen boquillas flexibles en material plástico o de goma, que presentan la ventaja de reducir los riesgos de obstrucción al deformarse para dejar pasar los elementos no desmenuzados. Estos sistemas convencionales presentan tres inconvenientes importantes: el reparto transversal y la anchura de esparcido son poco precisos, la proyección del purín favorece un considerable desprendimiento de olores y la volatilización del amoníaco (NH_3) es importante.

Las barras de esparcido de purines

El esparcido de purines por medio de barras montadas en la parte trasera de los tanques de purín, y plegables sobre los laterales para el transporte, es una técnica que permite un reparto transversal más preciso que los sistemas convencionales de boquilla y plato de choque único. Además, reduce el tiempo y la longitud de la trayectoria del purín en el aire, por lo que el esparcido con barra limita los desprendimientos de malos olores durante la aplicación. De todas formas, debido a las características de fluidez y a los riesgos de atascos, el esparcido con barra puede presentar algunos problemas, como un reparto no uniforme del caudal entre las diferentes salidas y la no detección de obstrucciones parciales durante el trabajo. Para utilizar este sistema de esparcido, el purín necesita tener poca paja, llegando incluso a tamizarlo. Los dos modelos de barra más utilizados son: las de varias boquillas y platos de choque, que funcionan según el mismo principio que los sistemas convencionales, y las barras con tubos flexibles colgantes. Estas últimas son barras provistas de simples con-



Ibercaja Documenta Olivo



Ibercaja Documenta Vid



Ibercaja Documenta Horticolas



Ibercaja Documenta Frutas



Ibercaja Documenta Herbáceos



Ibercaja Documenta Ovino



Ibercaja Documenta Vacuno



Ibercaja Documenta Porcino

www.ibercajadocumenta.net

Una **herramienta útil** para la toma de decisiones.

➤ Para más información:

Teléfono:
976 46 40 34

Correo electrónico:
buzon@ibercajadocumenta.net



iberCaja

Obra Social y Cultural



Arriba, tanque de purín con sistema de enterrado para praderas.

Abajo a la izquierda, tanque de purín con sistema de enterrado de rejas para suelos labrados.

A la derecha, tanque con sistema de enterrado polivalente.

ducciones flexibles cuyo extremo se sitúa a pocos centímetros del suelo o incluso se arrastran durante el esparcido. Su espaciado es regulable según la separación entre líneas del cultivo. En el mercado existen versiones de hasta 24 m de anchura de trabajo.

Los enterradores de purín

Los enterradores o inyectoros de purín permiten incorporar el producto fertilizante en el suelo, por lo que son la solución más efectiva para reducir los olores y la volatilización del nitrógeno. Estos equipos poseen un coste relativamente elevado comparándolo con el coste de aperos de laboreo del terreno de una anchura similar, debido a que deben equipar un mecanismo de elevación de los dispositivos de enterrado y un sistema de distribución hacia los puntos de inyección. Necesitan tractores más potentes, pues además de la fuerza de tiro demandada por el tanque de purín, su utilización necesita una potencia de tracción adicional de entre 22 y 30 kW (sobre 10 CV por metro de anchura) según los equipos y la naturaleza del terreno. El enganche del enterrador a la parte trasera del tanque de purín es la solución más

común. A veces también se utilizan enterradores independientes que pueden ser arrastrados por un segundo tractor. En este caso, el conjunto tractor más enterrador avanza en paralelo con el conjunto tractor más tanque de purín, permaneciendo unidos a través de una conducción flexible.

Desde el punto de vista agronómico, la principal precaución a observar con el empleo de enterradores de purín es evitar la escorrentía que pueda provocar el fenómeno del "alisado", especialmente cuando el enterrado se efectúa en el sentido de la pendiente. Este fenómeno es provocado por la acción de ciertas piezas que trabajan sobre suelos en estado semiplástico. En estas condiciones, las rejas, dientes y otros dispositivos tienden a alisar las paredes del surco que abren, provocando que sean compactas y estancas, lo que dificulta la introducción de líquidos en el suelo. En el caso de enterrado de purín, este fenómeno presenta el riesgo de provocar escorrentías no deseadas en los surcos de enterrado, desplazándose el producto hacia las zonas bajas de las parcelas y, por lo tanto, hacia los cauces de agua. Esto provoca, además, un re-

parto heterogéneo en el suelo, provocando una sobredosificación en las zonas de acumulación y una subdosificación o ausencia de material fertilizante en las zonas en pendiente. De manera general, la prevención de la escorrentía implica un ajuste de las dosis y, por lo tanto, de los caudales por punto de inyección, en función del poder absorbente del suelo.

Los enterradores de purín pueden clasificarse en tres categorías: los enterradores especializados para el esparcido sobre praderas, los enterradores para suelos labrados y los enterradores polivalentes.

Los enterradores especializados para esparcido sobre praderas

Debido a la baja porosidad superficial de los suelos de praderas en comparación con los suelos cultivados y a la ausencia de labores culturales durante los ciclos de vegetación, los enterradores de purín sobre praderas poseen pequeñas separaciones entre sus elementos localizadores para lograr la mejor difusión transversal posible del purín. Además, las técnicas de inyección a utilizar no deben de afectar a la superficie del suelo. Estos enterradores disponen por término medio de 10 a 24 elementos separados en torno a 20-25 cm (de 2,5 m a 6,5 m de anchura de esparcido) que depositan el producto a una profundidad reducida (de 4 a 10 cm). En los modelos más frecuentes, el purín se introduce al nivel de cada elemento por medio de una reja inyectora estrecha colocada detrás de un disco liso que corta verticalmente el suelo. Los distintos elementos se unen a su chasis transversal por medio de soportes pendulares independientes provistos de un resorte amortiguador y de una rueda trasera que tiene como funciones regular la profundidad y compactar el surco abierto.

Los enterradores para suelos

labrados

El enterrado del purín en los suelos labrados se realiza a una profundidad de 10 a 20 cm con los elementos de enterrado (discos, rejas, etc.) relativamente espaciados (de 50 a 70 cm). La regularidad de la difusión transversal del producto depende de la porosidad del suelo, por lo que el espaciado de los elementos debe ser adaptado a las condiciones de trabajo (textura y porosidad del suelo, humedad, etc.). El tipo de apero a utilizar va a depender sobre todo de la cantidad de rastrojo sobre el suelo antes del esparcido (cantidad de restos vegetales) y del estado en que se desea que quede el suelo después del esparcido (nivelado más o menos bueno). Entre las numerosas soluciones propuestas por los constructores, citaremos los enterradores con rejas acompañados o no de algún apero nivelador rotativo, los enterradores con disco y cuchilla simples provistos o no de disco de tapado o de ruedas compactadoras y los enterradores con dos discos.

Los enterradores polivalentes

Estos sistemas de enterrado permiten la aplicación del purín sobre rastrojos, suelos trabajados y, llegado el caso, sobre pradera. Se trata básicamente de enterradores de discos verticales (planos o cóncavos, lisos o acanalados) y de rejas inyectoras espaciadas entre 40 y 70 cm, en los que la anchura de esparcido puede alcanzar los 4 m (8 elementos) con una profundidad de enterrado de 10 a 20 cm. El carácter polivalente de estos enterradores no implica que los operarios descuiden la correcta regulación de los equipos en función de la naturaleza particular del suelo de esparcido, sobre todo cuando se trata de praderas en pendiente o de suelos con baja porosidad estructural o de consistencia semiplástica. ■

BIBLIOGRAFÍA

Cédra, C. (1997). Les matériels de fertilisation et de traitement des cultures. Cemagref Editions, Antony Cedex, 343 pp.

Documentación comercial de los fabricantes: Galagri, Joskin, Pichon y Samson