

Características técnicas de los remolques distribuidores de estiércol y de los tanques distribuidores de purín

Distribución de abonos orgánicos, una práctica en proceso de revalorización

La irregularidad de los mercados junto con la incierta coyuntura económica actual se están viendo reflejadas en la evolución de las ventas de los equipos de distribución de abonos orgánicos. Así, en 2010, hubo un incremento en las ventas de remolques esparcidores de estiércol, ya que se volvió a aplicar abono orgánico en muchas explotaciones debido, fundamentalmente, al alza del precio de los abonos inorgánicos, mientras que, en las cisternas, hubo un descenso debido, en parte, a la disminución de las inversiones del Estado en obras públicas y, en general, a la menor rentabilidad del sector agrario, cuyos escasos márgenes no permiten realizar inversiones en maquinaria de alto coste. En este artículo se describen las características técnicas y de uso de este tipo de equipos.

Gregorio L. Blanco Roldán.

G.I. Mecanización y Tecnología Rural.
ETSI. Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

La importancia de los residuos procedentes de las explotaciones ganaderas ha hecho que su uso como enmienda orgánica sea una práctica tradicional que ha ido revalorizándose conforme lo han hecho los conceptos ligados a la gestión medioambiental y sostenible de las explotaciones. Estos resi-



Foto 1. Agitador accionado por el tractor.

duos, considerados como subproductos ganaderos, están formados, principalmente, por las deyecciones del ganado, distinguiéndose, en función de su grado de dilución, de la presencia o no de cama en su composición y de la especie de procedencia, varias clases, como son el estiércol o estiércol natural, estiércol semilíquido o lissier, purín, gallinaza, etc. (MARM, 2010). Además, actualmente, están cobrando importancia otros tipos de subproductos como el compost, el alperujo procedente de las almazaras y los lodos de depuradoras.

La maquinaria para la distribución de estos fertilizantes orgánicos es de sobra conocida, clasificándose, generalmente, en dos grupos: remolques distribuidores de estiércol y cisternas o tanques distribuidores de purín. Aunque ambos mantienen los elementos principales característicos, su evolución ha sido constante, incorporando notables mejoras en su construcción (debido a la tendencia al uso de equipos de mayor tamaño) y dotándolos progresivamente de sistemas electrónicos de control y componentes que hagan compatibles las aplicaciones con el medio ambiente y aumenten la seguridad y ergonomía de los operarios.

Previamente al transporte y distribución de los abonos orgánicos, hay otras fases mecanizadas que comprenden la preparación de los mismos y la carga desde el lugar de almacenaje. En las **fotos 1 y 2** se muestran un equipo mecánico de agitación y mezcla (accionado mediante motor hidráulico a través de los servicios externos del tractor) para introducir en fosas de recepción de deyecciones y una máquina para la fabricación de compost de residuos vegetales y animales, respectivamente. La carga del estiércol en el remolque se realiza, generalmente, con el cargador frontal existien-

do útiles específicos para tal fin (**foto 3**), mientras que en las cubas se realiza directamente, acoplando la tubería a la parte trasera (**foto 4**), o por la parte superior o lateral, mediante brazos articulados manejados desde el tractor.

Remolques distribuidores de estiércol

Están compuestos por los siguientes elementos: remolque, sistema de alimentación y sistema de distribución o esparcido (**foto 5**).

El remolque es la parte principal y se construye de forma idéntica a los utilizados en otras aplicaciones, de tal forma que hay fabricantes que ofrecen el mismo modelo con la posibilidad de incorporar el sistema de distribución como accesorio. Aunque, en la mayoría de los casos se emplean remolques acoplados al tractor, el incremento de las dimensiones de los mismos ha hecho que también se comercialicen plataformas autoportantes, en las que se cambia la carrocería, y modelos para instalar en camiones de tres y cuatro ejes. Por tanto, los volúmenes de caja disponibles en el mercado pueden oscilar entre 2,5 m³ y 22 m³, aunque la tendencia actual es a la demanda de equipos cada vez mayores, con capacidades de carga superiores a 10 t.

Las cajas que, generalmente, se construyen tipo bañera o monocasco, aunque también las hay con laterales desmontables, tienen el inte-



Foto 2. Máquina para preparación de compost.



Foto 3. Carga de estiércol en el remolque distribuidor.



Foto 4. Carga de purín en la cisterna.



Foto 5. Remolque distribuyendo estiércol. Elementos: accionamiento a través de la toma de fuerza, caja y sistema de distribución.



Foto 6. Detalles diversos: rejilla delantera, sistema de accionamiento (cilindro hidráulico) de la puerta posterior y sistema de avance (motor hidráulico) del fondo móvil. **Foto 7 (dcha.)**. Remolque con dos molinetes horizontales. Detalle de la puerta trasera y del accionamiento de los molinetes a través de cadenas.

rior liso para facilitar la evacuación del producto y la limpieza posterior. Pueden incorporar rejillas protectoras en la parte frontal, puertas traseras de accionamiento hidráulico, para apertura (tipo guillotina) y protección de los molinetes (**fotos 6 y 7**), y toldos accionados eléctricamente para cubrir la carga transportada.

El bastidor dispone de una lanza, en la par-

te delantera, con ballestas, que puede ser regulable en altura y con giro hidráulico, y de un eje (simple o en balancín), dos ejes (en boogie, fijo o autodireccional, o tándem) o tres ejes (en trídem con suspensión hidráulica o neumática) y con frenos hidráulicos de las ruedas (**figura 1**), lo cual viene determinado en función de la capacidad de carga y del PMA máximo del vehículo, que, en España, es de 10.000 kg para un eje, de 18.000 kg para dos ejes y de 24.000 kg para tres ejes. En grandes remolques el frenado puede ser neumático.

En cuanto a los neumáticos, la tendencia, paralela al aumento de tamaño del remolque, es al uso de neumáticos anchos (de alta flotación o baja presión), para reducir los problemas de compactación del suelo (**figura 2**).

El sistema de alimentación permite el avance del estiércol hacia el sistema de distribución y está formado por el fondo móvil de la caja, constituido por largueros (en forma de L o U) unidos a cadenas de arrastre (de dos a seis) (**foto 8**), y el sistema de avance. Éste puede ser mecánico, accionado mediante la toma de fuerza, de tipo trinquete y biela-manivela o reductor con piñones intercambiables o, como ocurre en la mayoría de las máquinas actuales, hidráulico, accionado desde los servicios externos del tractor (**foto 6**), pudiendo variar la velocidad de avance, desde el puesto de conducción, mediante un variador electrónico. Algunos equipos incluyen ciertas modificaciones para distribuir lodos de depuradora o compost. Hay otro sistema de arrastre de la carga a



Foto 8. Fondo móvil de cuatro cadenas y perfiles en U.



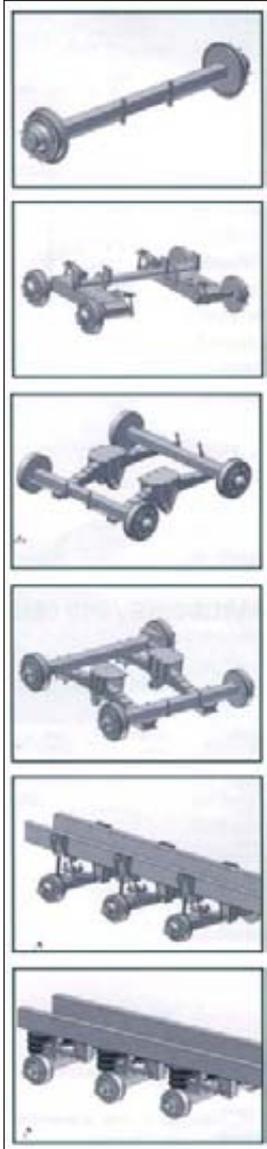
Foto 9. Mando de control electrónico (Doc. Bergmann).



Fotos 10 y 11. Remolques con molinetes verticales y discos de esparcimiento. Izquierda: cuatro molinetes de dedos rectos; drcha: dos molinetes de cuchillas en espiral (tipo sinfín).

FIGURA 1

Tipos de ejes (Doc. Juscafresa).



través de una plancha que arrastra el estiércol hacia los molinetes, aunque está presente en pocas marcas.

La velocidad del fondo móvil suele estar comprendida entre 0,2 y 5 m/min, pudiendo adecuar la dosis entre 2 y 50 t/ha. Éste se detiene automáticamente si el sistema de distribución se bloquea.

En la **foto 9** se muestra un mando de control electrónico con todas las funciones de la máquina: apertura de la puerta trasera, accionamiento de los molinetes, accionamiento del fondo móvil, variación de la velocidad, etc.).

Sistema de distribución

El sistema de distribución o esparcido es lo más característico de estas máquinas y se utiliza para clasificarlas. Está formado por cilindros giratorios o molinetes (horizontales o verticales), sobre los que se acoplan las herramientas de trabajo, que varían en forma y número, realizando el esparcido y picado del estiércol. Los tipos más comunes son las palas (dedos rectos), ubicados directamente sobre el molinete, o las cuchillas, montadas sobre discos o paletas dispuestas en espiral (tipo sinfín), que pueden colocarse con diferentes posiciones (**fotos 10 y 11**). Generalmente, sobre todo en los de molinete vertical, debajo de éstos se suelen colocar unos discos o platos de esparcimiento, similares a los de las abonadoras centrífugas, para favorecer la distribución en la anchura de

trabajo. Hay modelos con molinetes verticales ligeramente inclinados (aproximadamente 10°).

El accionamiento de los molinetes de distribución se realiza desde la toma de fuerza del tractor (540 r/min o 1.000 r/min) a través de cadenas o árboles de transmisión (**foto 7**).

Los remolques con molinetes horizontales tienen de uno a tres molinetes con longitudes entre 1,2 y 1,8 m, mientras que los de molinetes verticales, tienen dos o cuatro, con longitudes entre 1 y 1,9 m, siendo los más utilizados los de tipo tornillo sinfín (paso entre 0,2 y 0,4 m) y plato dispersor.

En los primeros la anchura de esparcido suele ser prácticamente la del remolque, mientras que en los verticales es mayor, y puede estar entre 4 y 9 m, aunque hay equipos que llegan a 20 m. Existen dispositivos para esparcir en los bordes de la parcela (**foto 12**).

MAQUINARIA DE PRECISIÓN PARA CULTIVOS ESPECÍFICOS, PODA, DESHERBAJE ECOLÓGICO, ABONADO Y PREPARACIÓN DE SUELOS



INDUSTRIAS-DAVID

Eficacia y tecnología para sus cultivos

WWW.INDUSTRIASDAVID.COM

VITI OLI ARBO HORTI



TLF: 968 71 81 19



Foto 12 (arriba izda.). Dispositivo de esparcido en bordes. Foto 13 (arriba, dcha.). Remolque con distribución lateral. Foto 14 (dcha.). Remolque con equipo localizador delantero.



En todo caso, esto va a depender, lógicamente, del sistema de molinetes, del tipo de estiércol (especie animal) y de su contenido de humedad. Por tanto, una buena regulación de la máquina exigirá un ensayo de la misma en condiciones reales de trabajo para así obtener los diagramas de distribución y la anchura útil. Aunque la calibración y manejo óptimo de estas máquinas no ha sido, por lo general, normalizado, como en las abonadoras centrífugas, diversos autores han realizado estudios al respecto para proponer mejoras en la aplicación de los abonos orgánicos sólidos (Norman-Ham et al., 2008).

Para el manejo de estos remolques, se recomiendan tractores de potencias comprendidas entre 40 CV y 150 CV.

También hay remolques de distribución la-

teral o de turbina en los que el estiércol sale por la parte delantera, impulsado por un rotor accionado por la toma de fuerza o por motor hidráulico, de forma directa (foto 13) o a través de un lanzador.

Para distribuir estiércol en frutales, olivos y viñas se emplean remolques con equipos localizadores de descarga trasera o delantera (foto 14).

Cisternas distribuidoras de purín

Las cisternas distribuidoras de purín están compuestas por los siguientes elementos: cisterna o tanque, sistema de aspiración-impulsión y sistema de distribución (foto 15).

Al igual que en el caso de los remolques, la

cisterna es la parte principal de la máquina, pudiendo clasificarse, según su construcción, en dos tipos: cisternas pintadas y cisternas galvanizadas. Estas últimas tienen un precio más elevado porque la chapa galvanizada tiene mayor duración y presenta propiedades anticorrosión frente a los diversos elementos constitutivos del purín. También existen modelos para instalar en camiones de tres y cuatro ejes (foto 16).

Las capacidades de las cisternas oscilan entre 3.000 y 20.000 litros, siendo la tendencia general del mercado la demanda de cisternas con gran capacidad (más de 10.000 l), en consonancia con el aumento del tamaño de las explotaciones, para incrementar así la rentabilidad de las mismas, aunque en determinadas zonas del norte de España (Galicia, Asturias, Cantabria, Castilla y León y País Vasco) predominan las cisternas de 6.000 o 7.000 l, debido al tamaño de la cabaña ganadera o por la menor extensión de las explotaciones.

El chasis puede estar integrado con la estructura de la máquina o puede ser una plataforma portante independiente de la misma, permitiendo el acoplamiento de otros tipos de remolque. En algunos modelos, el enganche (lanza) se prolonga por la base de la cisterna hasta llegar a los ejes. En otros, sobre todo los de mayor capacidad, van equipados, en su apoyo posterior, con suspensión de ballesta,

FIGURA 2

Tipos de neumáticos (Doc. Camara).



de muelle o incluso hidroneumática con posibilidad de regulación de la altura.

En consonancia con su tamaño, las cisternas pueden ser de un eje, de dos ejes (tándem) o de tres ejes (trídem) (**figura 1 y foto 15**). Opcionalmente, los sistemas tándem y trídem pueden llevar ejes direccionales que facilitan las maniobras en campo. En el último caso, la suspensión y los frenos pueden ser hidráulicos o neumáticos. Los neumáticos pueden ser de varios tipos, aunque en los equipos de mayor tamaño se ha generalizado el uso de los anchos (baja presión) por las ventajas que suponen para el trabajo en campo (**figura 2**). Algunos equipos avanzados disponen de sistemas centrales de regulación de la presión de los neumáticos, para adaptarla a las condiciones de la circulación, ya sea por el campo o por caminos o carreteras durante el transporte (mayor presión).

Las cisternas también suelen incluir otros elementos como rompeolas, agitadores mecánicos de producto (accionados por motor hidráulico) o neumáticos e indicadores de nivel



Foto 15. Elementos de una cisterna distribuidora de purín. Izda: sistema de aspiración-impulsión, brazo lateral de carga y eje doble en tándem. Drcha: sistema de distribución (boquilla).

(flotador o tubo transparente).

Para realizar las operaciones de limpieza disponen de un acceso trasero, de un acceso superior (con apertura manual o hidráulica) y un tapón de vaciado en la parte más baja, además de un depósito auxiliar de agua limpia.

El sistema de aspiración-impulsión está constituido, principalmente, por un compresor (o bomba de vacío) rotativo de paletas, accionado por la toma de fuerza, con caudales com-

prendidos, normalmente, entre 3.000 l/min y 15.000 l/min. Pueden estar refrigeradas por aire o por agua. Su función es doble, generando vacío (aproximadamente -0,8 bar), para llenar la cuba, y presión (aproximadamente 1,5 bar), para impulsar el purín hacia el sistema de distribución, mediante la conexión de la aspiración o impulsión del compresor con el interior de la cisterna, gracias a una válvula de dos posiciones. La inversión se realiza accionando



Ayúdense en los trabajos duros de su compañero más fiel

Nuevo Gator XUV 855D: la elección de alto rendimiento.

- Novedad – Caja de carga – convertible en plataforma
- Velocidad máxima de 52 km/h*
- Consumo eficiente diésel – 1,89 l/h (carga y velocidad media)

Amplie información de uno de los vehículos utilitarios diésel más potentes del mercado.

Véalo en acción en nuestra Web: JohnDeere.com/xuv

** Limitación de 40km/h en la homologación para circular por vías públicas



JohnDeere.com



Foto 16. Cisterna de purín acoplada en un camión de tres ejes. Foto 17 (dcha.). Boquilla con deflector.



Foto 18. Cisterna con sistema de localización y dos repartidores-trituradores verticales (Doc. Joskin).



Foto 19. Cisterna con sistema de enterrado mediante rejas escarificadoras montadas sobre brazos flexibles (observar el triturador-repartidor horizontal).

el mando de forma manual o mediante un cilindro hidráulico comandado desde la cabina del tractor.

En cisternas de gran capacidad se suelen utilizar bombas volumétricas para aplicaciones, por ejemplo, con cañones.

También se puede combinar el uso de bombas centrífugas (grandes caudales) para la expulsión y con bombas de vacío para la aspiración.

El sistema neumático se completa con las válvulas (para evitar el desbordamiento de la cisterna, de limitación de presión y de paso del purín al distribuidor), los filtros y el manómetro.

Para la carga de la cisterna desde la fosa se utilizan tuberías conectadas a la aspiración del compresor, que se ubican sobre brazos articulados movidos mediante cilindros hidráulicos, lo que contribuye a facilitar las maniobras de posicionamiento previo a la carga. Pueden ser laterales (foto 15 izquierda) o de tipo elefante (también llamado jirafa) (figura 3). Acoplados a éstos, para favorecer la operación, se utilizan sistemas de aceleración de la carga accionados por motores hidráulicos.

El sistema de distribución, como pasaba en el caso de los remolques, también sirve para clasificar las máquinas, en función de si realizan el esparcido del purín sobre toda la superficie, lo localizan o lo entierran en el suelo, lo cual se consigue gracias al elemento colocado a la salida de la cisterna.

Tradicionalmente, el primer sistema ha sido el utilizado, aunque debido a condicionantes medioambientales, progresivamente está siendo desplazado por los otros dos, permaneciendo su uso para la distribución de agua en obras. Consiste en una boquilla única de gran diámetro, con salida cónica de caucho o chapa galvanizada, unida a un deflector, de mane-



Foto 20. Izquierda: cisterna con sistema de enterrado mediante discos dobles. Centro: detalle de sistema: enganche, repartidor vertical y discos dobles en V. Derecha: detalle del sistema del conducto de salida del purín y discos escotados de cierre.

ra que se produce una distribución en forma de abanico (**foto 17**). La forma puede variar, existiendo modelos con el deflector colocado en la parte superior (invertido) y otros en los que se sustituye por una hélice.

Derivados de los anteriores, hay otros equipos en los que se utilizan varias boquillas (generalmente de dos a catorce) ubicadas sobre barras, que también sirven de conducción o bien son el soporte de tuberías flexibles independientes para cada boquilla.

En los equipos con sistema de localización, el purín procedente de la cisterna sale por una tubería única y pasa por un repartidor triturador vertical (en los modelos de mayores dimensio-

nes puede haber dos), que lo distribuye en diferentes tuberías flexibles colgantes, orientadas hacia atrás, para llegar hasta rozar el suelo, depositándolo sobre su superficie (**foto 18**). El número de tuberías puede oscilar entre 30 y 70, y la anchura de trabajo entre 9 y 18 m, respectivamente. Van situadas sobre barras soporte, que forman una estructura triangular similar a la de las barras herbicidas, que va acoplada al enganche de tres o cuatro puntos, con elevador hidráulico, en la parte trasera de la cisterna. La parte final inferior de las tuberías se une mediante otras barras que se fijan a las anteriores con tirantes tipo cadena o barras fijas. Además, tienen otros elementos como el

sistema antigoteo, por pliegue de los tubos, los bordes de la barra retractsiles, para evitar roturas si choca contra objetos, y el sistema de pliegue y bloqueo para el transporte, accionado mediante cilindros hidráulicos.

El repartidor-triturador permite cortar las fibras o elementos gruesos que pueda contener el purín, para evitar la obstrucción de las tuberías, y repartirlo entre las salidas a las mismas. Consiste en un disco superior, con cuchillas circulares en su periferia que gira accionado por un motor hidráulico, y un disco inferior fijo (contracuchilla), que tiene unos orificios alargados por los que cae el purín, produciéndose el corte por la acción de ambos.





31 RAZONES MÁS PARA COMPRAR UN PUMA CVX

23% MÁS PRODUCTIVIDAD, 8% MENOS CONSUMO

EFFICIENTPOWER EP

MAYOR PRODUCTIVIDAD + MENOR CONSUMO

CASE II

AGRICULTURE

SIMPLICIDAD: Le ahorra dinero. Controlado por la tecnología más productiva y fácil de usar, Gestión Automática de la Productividad (APM).

PRODUCTIVIDAD: 23% de potencia adicional del motor con la gestión de potencia.

ECONOMÍA: Ahorre tiempo, combustible y costes de operación, calificado como "el mejor de su clase" en cuanto a economía de combustible y rendimiento.

COMODIDAD: La cabina más silenciosa de su clase. Extremadamente cómoda, y diseñada para dar al conductor el más alto nivel de protección y sencillez de operación.

MAX. Separar al Cliente
00 800 20 73 44 00





Puma CVX con EfficientPower

www.caseih.com

Sistema de enterrado del purín

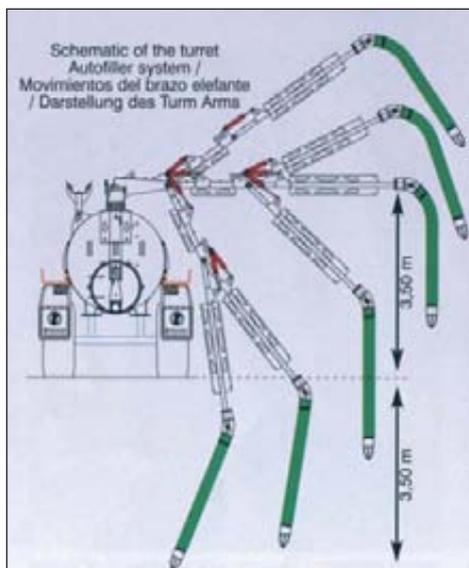
Para el enterrado del purín se cuenta con mayor número de accesorios, distinguiéndose entre los destinados a praderas y los destinados a otros cultivos. De la cisterna parte una tubería general hasta el repartidor-triturador, horizontal (foto 19) o vertical (foto 20), distribuyéndose en diferentes tuberías flexibles que llegan hasta la parte trasera de las herramientas de trabajo (llamadas inyectoros), las cuales



Foto 21. Arriba: cisterna con sistema de enterrado mediante discos simples. Centro: detalle de sistema: enganche, repartidor horizontal y discos. Abajo: detalle del sistema de conductos de salida del purín.

FIGURA 3

Brazo de carga tipo elefante (Doc. Pichon).



abren un surco en el suelo sobre el que se deposita el purín. La estructura general es similar a la de un apero de laboreo acoplándose, de igual forma que el anterior equipo, al enganche trasero de la cisterna. Se utilizan dos tipos de herramientas:

- Rejas. De los tipos escarificadora y pata de ganso, van montadas sobre brazos rígidos o flexibles (foto 21). En número de siete a veinte, separadas entre 30 y 40 cm, con profundidad de trabajo de 15 cm, se disponen en dos o tres hileras, consiguiendo anchuras de trabajo entre 2,5 y 5,9 m. Se emplean para cultivos en general. Otro tipo que también se utiliza son los patines, tanto en cultivos como praderas.

- Discos: simples (verticales o ligeramente inclinados) o dobles (verticales o formando V) (fotos 20 y 21), dependiendo de lo cual puede haber entre cuatro y diez y entre doce y treinta, respectivamente, consiguiendo anchuras de 2,2 a 6,5 m. La profundidad de trabajo aproximada está entre 3 y 5 cm. Se emplean para praderas.

Complementariamente, y según el fabricante, disponen de los demás elementos característicos de los aperos, como ruedas de profundidad, discos o ruedas para cerrar los surcos y comprimir, muelles de regulación de la presión, etc.

La importancia medioambiental que en la actualidad han cobrado estas técnicas, ya que, reducen las emisiones de nitrógeno y los olores

desagradables, ha llevado a investigar diferentes tipos de inyectoros para determinar aspectos de su comportamiento, como el efecto sobre la distribución del purín en diversos tipos de suelo (Rodhe y Etana, 2005) y el control electrónico de la altura de inyección (Saeys et al., 2007). Paralelamente, se están desarrollando otros estudios, como el análisis de los nutrientes mediante espectroscopía NIR.

En este caso, la regulación de la dosis presenta menos problemas que con el estiércol debido a que éste es un producto más heterogéneo. Generalmente, los equipos más desarrollados incorporan sistemas de caudal proporcional al avance electrónico, incorporando un caudalímetro en la tubería de salida del purín y sensores para determinar la velocidad en las ruedas de la cisterna. Los datos son gestionados por un ordenador que manda la señal de accionamiento de la válvula de regulación de caudal y realiza los cálculos de superficies, tiempos, velocidades y capacidades de trabajo (ha/h).

El gobierno de las diversas funciones hidráulicas descritas se realiza con cajas de control de las electroválvulas tipo botonera o mediante joystick.

Otros sistemas se están incorporando progresivamente, como el Isobus, que permite la completa gestión de las comunicaciones tractor-máquina, a partir de la información de sensores, y el GPS, empleado en el guiado de la máquina y el control de flotas, en la elaboración de mapas de aplicaciones y en la ejecución de las mismas según mapas de prescripciones. ●

Agradecimientos

Al ingeniero agrónomo Carlos Moral García (Grupo Ferpinta) por su colaboración.

Bibliografía ▼

- MARM, 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ed. Secretaría General Técnica. MARM. Madrid.
- Norman-Ham, H. A.; Hanna, H. M.; Richard, T. L., 2008. Solid Manure Distribution by Rear- and Side-Delivery Spreaders. Transactions of the ASABE, 51(3), 831-843.
- Rodhe, L.; Etana, A., 2005. Performance of Slurry Injectors compared with Band Spreading on Three Swedish Soils with Ley. Biosystems Engineering, 92 (1), 107-118.
- Saeys, W.; Engelen, K.; Ramon, H.; Anthonis, J., 2007. An automatic depth control system for shallow manure injection, Part 1: Modelling of the depth control system. Biosystems Engineering, 98, 146 - 154.