

Últimas tendencias en pulverizadores, atomizadores y nebulizadores

Los últimos avances en estos equipos para tratamientos líquidos son los monitores electrónicos

La maquinaria de pulverización es uno de los tipos de aperos agrícolas donde se ven más innovaciones técnicas. En este artículo se hace un repaso al mercado actual, destacando avances significativos introducidos recientemente, como son: terminales electrónicos, automatización de las tareas de preparación y otros dispositivos de control y sensores.

**Constantino Valero y
Victor Gil.**

Universidad Politécnica de Madrid.

casi sin presión y que aprovecha la fuerza del aire impulsado por el ventilador, tanto para formar la gota como para transportarla; técnicamente es un pulverizador neumático. Existen también nebulizadores de pequeñas dimensiones (tipo cañón o tipo carrito) para tratamientos de bajo volumen en sitios cerrados, los cuales quedan fuera del alcance de este artículo.

Pulverizadores

Aspectos interesantes de los pulverizadores actuales son:

- Terminales electrónicos.
- Nivelación y amortiguación.
- Plegamiento y estructura de la barra.
- Dirección en pulverizadores.
- Automatización de las tareas de preparación.

Terminales electrónicos

Sin duda, el componente que más tecnología encierra y que más está avanzando en los pulverizadores es el monitor electrónico. De ser una mera pantalla informativa hace unos años ha pasado a ser responsable de múltiples funciones, desde las más básicas (el control automático de la dosis de caldo en l/ha, o el indicador de nivel del depósito, etc.), hasta otras más avanzadas (como el control de los sistemas de caudal proporcional al avance y similares).

En los terminales más completos, además de poderse accionar con los botones diferentes segmentos de la barra de pulverización, es posible programarlos para que se abran y cierren automáticamente, por ejemplo, en giros, cabeceras y lindes.

También es útil la capacidad de los nuevos monitores para almacenar configuraciones diferentes, con lo que se puede configurar la máquina con varios encargos de trabajo antes de salir al campo y luego realizar los tratamientos, evitando tiempos muertos. De hecho, algunos de los nuevos terminales son intercambia-

es un estándar que posibilita que todos los componentes electrónicos del tractor y de los aperos (monitor, electroválvulas, bombas, sensores, etc.) se entiendan e intercambien información correctamente. Además, esto simplifica tremendamente el cableado entre tractor y máquinas, reduce el número de cajas electrónicas y hace que un solo monitor electrónico sirva para controlar cualquier equipo. Algunos fabricantes (foto 1) ya están dotando a los terminales de sus pulverizadores con el sistema Isobus, e incluso con capacidad para conectar el GPS y sensores de agricultura de precisión como el Hydro-N. Este sensor se monta en el techo del tractor y se usa a la vez que el pulverizador. Permite calcular y aplicar automáticamente la dosis necesaria de abono líquido en cada zona de la parcela, según el vigor de las plantas en esa área.



Foto 1. Los nuevos terminales electrónicos incorporan el estándar Isobus y la posibilidad de conexión con GPS y sensores para agricultura de precisión.

bles entre máquinas (pulverizador, abonadora, sembradora, etc., y el ordenador de la oficina), lo cual facilita su configuración y el procesamiento de los datos que se pueden almacenar en el propio terminal.

Un elemento imprescindible para asegurar la compatibilidad de un terminal electrónico con máquinas de distintos fabricantes es el sistema Isobus. Como se comentó en otro artículo de **Vida Rural** (nº 191), la red electrónica Isobus

Nivelación y amortiguación

Es conocido el sistema de nivelación de las barras de pulverización mediante paralelogramos articulados, empleado desde hace tiempo. Funcionan de forma pasiva en muchos casos, contrarrestando con poleas o muelles la pendiente del terreno. Sin embargo, cada vez es más frecuente dotar a dichos sistemas de componentes avanzados para convertirlos en sistemas automáticos de control de la nivelación. Según el fabricante, se opta por cilindros hidráulicos, amortiguadores neumáticos

Dado que, en ocasiones, la terminología con la que se nombra a estas máquinas puede ser confusa, vamos a definir las en primer lugar. Un pulverizador es el apero que emplea una bomba, unos conductos y unas boquillas para proporcionar presión al caldo y así formar gotas que se transportan hacia la planta gracias a su propia energía de salida por las boquillas; técnicamente el nombre de esta máquina es pulverizador hidráulico.

Un atomizador es un pulverizador hidroneumático, es decir, usa la presión para formar las gotas, pero además emplea el aire generado por un ventilador para transportar éstas hasta el objetivo.

Un nebulizador es un apero por cuyas tuberías el caldo circula

e incluso motores eléctricos montados en la unión del chasis con la barra, para mantenerla horizontal. Estos sistemas no sólo compensan inclinaciones de la parcela por donde transita la máquina o el tractor, sino que también minimizan el efecto de los baches y las sacudidas.

Como complemento a la estabilidad del conjunto, es también frecuente en pulverizadores arrastrados y autopropulsados que el eje o ejes tengan suspensión propia, mediante cilindros hidroneumáticos (figura 1 y foto 2) y acumuladores de nitrógeno. Ello favorece no sólo la horizontalidad de la barra, sino el confort para el operario.

El control de la nivelación también está integrado en los nuevos terminales, no sólo de forma informativa, sino con capacidad de actuación a distancia empleando los botones definidos para ello.

Plegamiento y estructura de la barra

Resulta muy útil poder plegar las barras durante el trabajo para evitar obstáculos y tratar lindes. Pero aún más útil es poder plegar parcialmente segmentos de la barra mientras que otros del mismo lado siguen funcionando. Para que esto sea posible, es necesario coordinar los sistemas de plegado con las válvulas de la grifería, de lo cual se debe encargar el controlador electrónico. Varios pulverizadores en el mercado pueden trabajar así, pulverizando en toda su extensión en una mitad de la barra, y sólo en un tercio o en tres cuartos en la otra mitad de la barra, mientras el segmento que no trabaja se encuentra plegado.

Un paso más en la tecnificación es el cierre y apertura automática de grupos de boquillas para evitar solapes, sin necesidad de plegados de la estructura. Para

llevar a cabo esto, es necesario dotar al terminal de GPS, con objeto de que sitúe con precisión la zona que va tratando en la parcela. Cuando el terminal detecta que se va a pulverizar una zona ya tratada previamente (por ejemplo, porque es necesario rodear un obstáculo), es capaz de ir cerrando tramos del pulverizador según entramos en la zona de solape e ir abriéndolos después gradualmente. Gracias a esta tecnología se han documentado ahorros de hasta el 3% de caldo.

En cuanto al plegamiento en transporte, siempre respetando la anchura máxima para desplazamiento en carretera, resulta práctica la solución adoptada por cada vez más fabricantes que pliegan totalmente las barras en la parte final del apero, detrás de la cuba (foto 3). Por el contrario, otras marcas pliegan los brazos volando sobre las ruedas del tractor, en sus laterales, lo cual puede ser molesto y peligroso, y aumenta el riesgo

pueden resultar menos económicas que las de acero.

Dirección en pulverizadores

Para trabajos en parcelas de forma irregular o con líneas curvas es interesante que el pulverizador arrastrado siga siempre las huellas del tractor. En los últimos modelos esto se consigue de dos formas, según el fabricante: actuando sobre la barra de enganche o dotando de dirección a las ruedas del apero.

En el primer caso (foto 4 y figura 2) el diseño se basa en dotar a la barra de remolcado de un punto de articulación con cierto grado de giro. Un sensor electrónico mide en cada momento cuánta es la torsión de la articulación y la controla mediante un cilindro hidráulico para que las ruedas del apero sigan siempre la vía del tractor.

Otros fabricantes optan por dotar a la máquina de algo similar a una dirección. En realidad no se basa en que las ruedas puedan girar verticalmente, sino que es el chasis del pulverizador arrastrado el que está articulado en un punto medio (foto 5 y figura 3), dotando al conjunto de un movimiento similar al de un tren de tres aperos (tractor + cabeza del pulverizador + barra del pulverizador). Además, es importante el hecho de que el punto de articulación esté lejos de la junta cardan y la bomba, ya que, de no ser así, se transmiten torsiones perjudiciales a dichos elementos.

En pulverizadores suspendidos resulta muy práctico que las cuatro ruedas sean directrices (foto 6 y figura 4). Algunos fabricantes ofrecen esta configuración, lo cual permite radios de giro espe-

FIGURA 1

Mediante un sencillo resorte y dos amortiguadores se consigue una suspensión proporcional a la carga y se evitan rebotes.

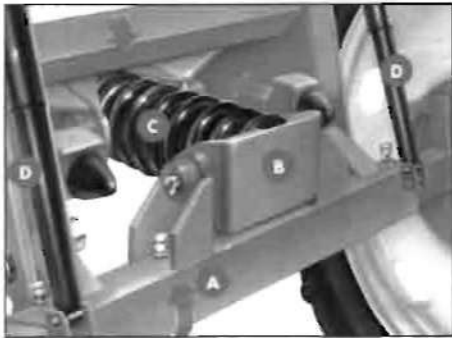


FIGURA 2

Una articulación en la barra de arrastre y un control electrónico posibilitan dotar de dirección al pulverizador arrastrado.

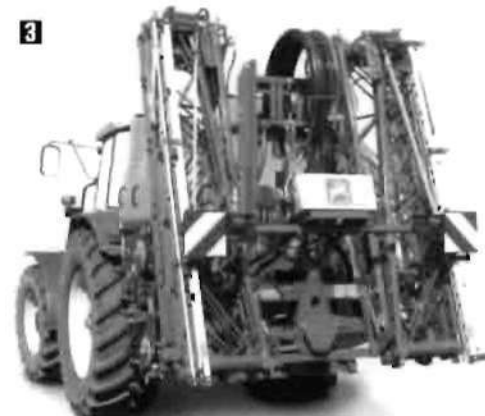


Foto 2. Pulverizador arrastrado con suspensión propia mediante cilindros hidroneumáticos.

Foto 3. Plegado total de las barras de la parte final del apero, detrás de la cuba.



Foto 4. Detalle de la barra de remolcado con cierto grado de giro.

FIGURA 3

Plegado total de las barras de la parte final del apero, detrás de la cuba.



haciendo los principales fabricantes. Mediante funciones de auto-llenado, autoagitación, o autolavado, integradas en el propio terminal, estas tareas pueden realizarse con un esfuerzo mínimo.

Atomizadores y nebulizadores

Este tipo de equipos se pueden presentar como suspendidos o arrastrados, siendo los últimos los más predominantes en plantaciones frutales a cielo abierto de-



cialmente reducidos y maniobras mucho más ágiles.

Automatización de las tareas de preparación

En equipos de gama alta es normal encontrar una zona de la máquina con manivelas y botones centralizados para llevar a cabo de forma más eficiente las tareas de llenado, limpieza, mezclado, vaciado, etc. Es útil que en ellos se integren dispositivos como un acelerador, para evitar subirse y bajarse del tractor para revolucionar la bomba. Lo que es más novedoso es integrar estos sistemas en el monitor electrónico, como están

bido a su mayor capacidad de tolva. La potencia de tractor requerida para realizar estos tratamientos suele estar comprendida entre los 20 y 90 kW, y la capacidad máxima de la tolva está en torno a los 3.000 l.

Algunos modelos pueden estar especialmente diseñados o tener accesorios que permitan su adaptación para ciertos cultivos como la vid o los cítricos.

Los nebulizadores empleados en plantaciones no cubiertas, que son los que se van a tratar en este artículo, distribuyen de una manera más uniforme y tienen una mejor penetración en el cultivo debido

al mejor reparto en el espacio del producto fitosanitario, gracias a las estructuras denominadas "brazos", "manos" y "dedos". No obstante, el alcance de los tratamientos aportados se ve limitado por el tamaño tan pequeño de gota generado, que aumenta el riesgo de deriva. Normalmente se emplean en cultivos con una altura comprendida entre 1,50 y 4,50 m, en un ancho de calle inferior a 4,5 m. La anchura mínima de estos equipos está en torno a 1,20 m y las dosis aplicadas varían entre los 250 y 400 l/ha. En la foto 7 se puede ver un ejemplo de estos equipos.

En cuanto a los atomizadores, la anchura mínima es de 1 m y el caudal de aire que suministra está comprendido entre 20.000 y 95.000 m³/h, mientras que las dosis suministradas suelen oscilar entre los 350 y 3.500 l/ha. Estos equipos se dividen en dos grandes grupos: atomizadores convencionales y cañones.

Los atomizadores convencionales tienen un alcance horizontal y vertical de hasta 12 m. Son los más empleados en protección de cultivos de plantaciones no cubiertas y poseen sistemas directores que les permiten adaptarse a cultivos como la vid.

Los cañones pueden tener un alcance de hasta 50 m, lo que les permite realizar tratamientos sobre árboles de gran altura. También se emplean para tratamientos en zonas de difícil acceso como invernaderos o campos donde el tractor no puede circular entre las líneas de cultivo; en este último caso existe un camino en el

interior de la parcela donde es posible realizar los tratamientos gracias al alcance tan elevado de estos aperos (foto 8).

Los aspectos más destacables, a juicio de los autores, referentes al diseño y equipamiento de estas máquinas dentro del mercado español son los siguientes:

- Eenganche a la toma de fuerza.
- Chasis.
- Bomba.
- Tolva y sistemas de mezclado.
- Funcionamiento.
- Dispositivos de control y sensores.
- Grupo de ventilación.

A continuación se describe cada uno de estos aspectos.

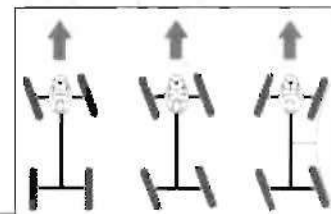
Enganche a la toma de fuerza

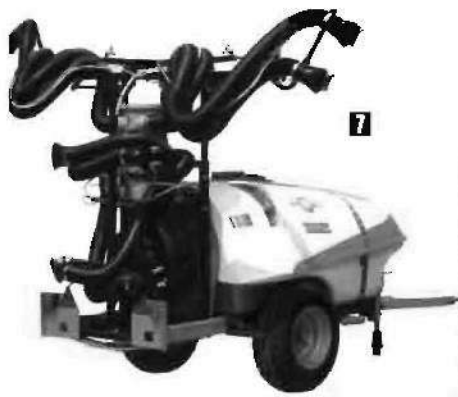
Es posible que durante la aplicación de los tratamientos pueda interesar variar el régimen de giro de la toma de fuerza sin que el caudal de funcionamiento de la bomba varíe, esto es posible en ciertos atomizadores comerciales.

A la hora de realizar giros con estos aperos se forman ángulos

FIGURA 4

Dotar a las cuatro ruedas de direccionalidad tiene indudables ventajas para las máquinas grandes.





7



8

Foto 7. Nebulizador que permite tratar cuatro filas de viña con la posibilidad de acercar los difusores de aspersión a la distancia de trabajo.

Foto 8. Ejemplo de tratamiento en un campo de cultivo de accesibilidad limitada.

Foto 9. Sensor de ultrasonidos que capta objetos desde 60 cm hasta 6 m.

muy pronunciados entre el apero y el tractor. Este tipo de ángulos está previsto en algunos modelos en los que su enganche con la toma de fuerza minimiza o evita las posibles alteraciones en el funcionamiento del apero.

Chasis

Los productos fitosanitarios empleados en protección de cultivos pueden generar corrosión en las partes metálicas de estas máquinas. Por este motivo, el chasis, que siempre es metálico, se fabrica en acero inoxidable con pintura epoxi o con acero galvanizado.

Es posible en muchos casos ajustar las distintas piezas del

chasis a las necesidades del cultivo y a las del campo de cultivo, modificando sus dimensiones.

Bomba

Existen dos tipos:

- De pistón, que en su gran mayoría son de triple pistón, aunque es posible encontrarlas de doble, que aportan una presión mayor (50-70 bar) y un caudal más reducido (50-120 l/min).
- Membrana, que aportan un caudal mayor (70-140 l/min) a una presión inferior (20-50 bar).

Tolva y sistema de mezclado

El material empleado de forma unánime para la tolva es el polietileno de alta densidad de espesor uniforme, aunque ciertos modelos están reforzados con fibra de vidrio.

La tolva puede tener cuatro depósitos diferenciados:

- El depósito donde se introduce el producto fitosanitario.
- El de agua para el tratamiento.
- El de agua sanitaria (para lavarse las manos y limpiar envases).
- El encargado de la limpieza automática del equipo.

Lo más normal es que la mezcla del producto fitosanitario con el agua del depósito se haga en dos niveles. En el primer nivel se introduce el producto y se realiza una primera mezcla; en el segundo, se introduce el producto resultante del pri-

mer nivel y se mezcla con el agua por medio de la turbulencia generada en el fondo del depósito (agua de tratamiento).

Funcionamiento

Normalmente estos equipos tienen un multiplicador de tres posiciones y dos velocidades, y válvulas antigoteo.

Dispositivos de control y sensores

Muchos equipos están dotados de un monitor en el que se indica la velocidad de avance, la dosis de producto proporcionada (l/ha), el nivel de depósito, la presión de funcionamiento y otros datos de interés. En algunos casos, incluso existe un control automático de la dosis de producto proporcionado por unidad de superficie (l/ha).

Existen sensores de ultrasonidos para evitar los tratamientos en ausencia de vegetación (si no hay árbol, no se trata). Véase el ejemplo de la **foto 9**.

Grupo de ventilación

Uno de los aspectos donde se ha invertido un mayor esfuerzo de investigación ha sido el grupo de ventilación. Numerosos estudios

aerodinámicos han sido realizados por parte de las empresas para ofrecer un producto con una alta calidad para aplicar este tipo de tratamientos. En este sentido, hay que mencionar que en la actualidad existen equipos avalados por la estación CMA (Lleida) perteneciente a ENTAM, asociación que engloba a todas las estaciones de maquinaria agrícola europeas (**foto 10 y figura 5**).

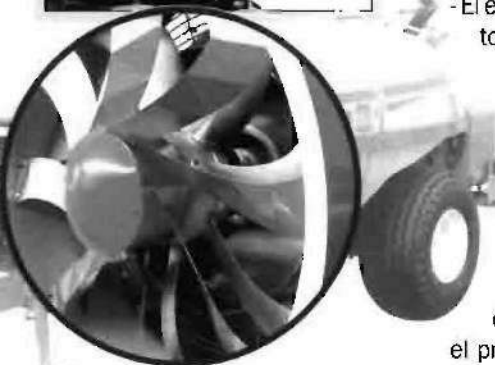
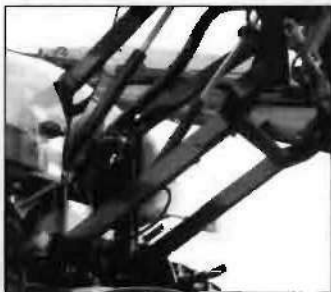
Un número importante de marcas ha optado por ofertar modelos con aspiración invertida para aprovechar al máximo el aire generado (**foto 11**). Este sistema consiste en situar el ventilador antes de las boquillas para conseguir un mayor aprovechamiento y limpieza del aire aspirado.

Otros equipos

Existen modelos autopropulsados para la protección de cultivos. Este tipo de equipos tiene la

FIGURA 5

La articulación del chasis del pulverizador es una buena solución para proporcionar dirección a sus ruedas.



10



11

Foto 11. Atomizador con aspiración invertida.

Foto 12. Equipo de pulverización autopropulsado.

opción de funcionar como pulverizadores o atomizadores, empleando el mismo equipo autopropulsado (**foto 12**).

En el mercado se han empezado a comercializar pulverizadores montados sobre un quad para tratamientos puntuales en zonas de difícil acceso.