

PULVERIZADORES DE BARRA, TECNOLOGÍA PARA EL CONTROL TOTAL DE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO

F. J. García Ramos, A. Jiménez, A. Boné, M. Vidal

Laboratorio de Maquinaria Agrícola. Escuela Politécnica Superior de Huesca

Los pulverizadores hidráulicos de barra son una de las máquinas de referencia en las explotaciones agrícolas de cultivos extensivos. La necesidad de ajustar al máximo las dosis de aplicación, y de evitar que la deposición del producto fitosanitario se produzca en zonas no deseadas, ha propiciado que los fabricantes de equipos incorporen diferentes tipos de tecnologías que posibilitan un elevado control de la aplicación. Por lo tanto, en este artículo nos centraremos en los principales avances tecnológicos con los que actualmente se pueden equipar los pulverizadores hidráulicos de barra.

LA IMPORTANCIA DE CONTROLAR AL MÁXIMO LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO

El objetivo de un tratamiento fitosanitario es aplicar un volumen de producto por unidad de superficie (l/ha) de forma precisa. Para ello se deben controlar de forma adecuada los siguientes parámetros de trabajo: tipo de boquilla, presión de trabajo, estabilidad de la barra y velocidad de avance. Los avances tecnológicos que se han introducido en las máquinas durante los últimos años han tenido como objetivo el control exhaustivo de dichos parámetros.

Las boquillas (foto 1) son un parámetro clave en la aplicación puesto que, en función de la presión de trabajo, condicionan el tamaño de las gotas. Hay que recordar que el tamaño de las gotas se define por su diámetro medido en micras, definiendo como dicho diámetro a la mediana de la población de gotas generada por la boquilla para una presión nominal. En este sentido, se utilizan gotas pequeñas (100 a 200 micras) para tratamientos fungicidas e insecticidas de contacto. Para tratamientos herbicidas de contacto se utilizan gotas de tamaño medio (150 a 300 micras) mientras que para herbicidas de preemergencia es habitual utilizar gotas de tamaño grande (300 a 500

- * Para aplicar un volumen de producto de forma precisa se deben controlar correctamente el tipo de boquilla, la presión de trabajo, la estabilidad de la barra y la velocidad de avance
- * Para ajustar al máximo las dosis y evitar la deposición del fitosanitario en zonas no deseadas, los fabricantes incorporan diferentes de tecnologías que permiten un elevado control de la aplicación



Foto 1. Sistema revólver con tres boquillas de diferentes características.

micras) y se pueden alcanzar tamaños muy grandes para el caso de abonos líquidos aplicados al suelo (hasta 1000 micras). Las pérdidas por deriva son un claro riesgo ►►►



Logística de recepción, almacenamiento
y alimentación de hornos y calderas de pellets

UV-Silos. Silos flexibles para almacenar productos a granel. Están fabricados con protección contra la luz solar y con salida de aire de transporte



EQUIPOS E INGENIERÍA PARA LA POST-COSECHA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

❖ SECADEROS DE GRANOS LAW

- Exclusividad de la marca **LAW**

❖ TORRES DE DRYERACIÓN Y SILOS SECADORES

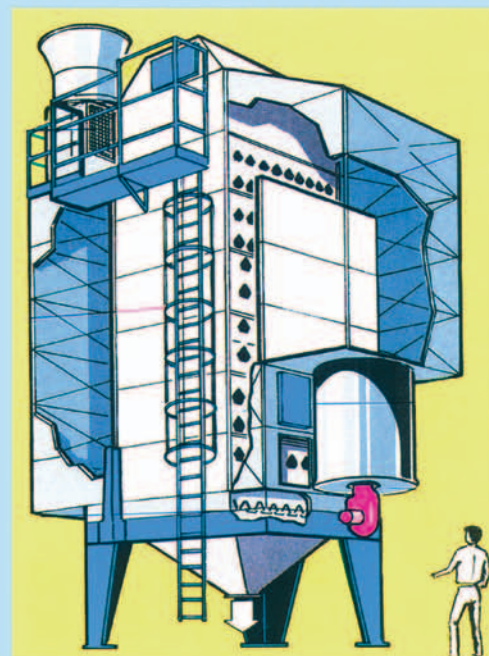
❖ ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE COSECHAS

- Instalaciones de Conservación de Patatas, Cebollas, Ajos, ...
- Silos y Naves para cereales con ventilación y control térmico

❖ MECANIZACIONES Y LIMPIADORAS DE GRANO DENIS

- Exclusividad de la marca **DENIS**

❖ BIOMASA - MANUTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO SILOBAU



LAW MAROT DENIS



MOLINO DISC MILL ACEMO

Novedad de sistema de molienda de discos ajustables en marcha de forma manual o automática de la separación, para obtener la finura de pienso deseada.

Valore siempre: **SERVICIO TÉCNICO PROPIO - PIEZAS DE RECAMBIO - INGENIERÍA - EXPERIENCIA**

Infórmese de forma directa en:

Zona Sur: Avda. de Grecia, 35 - 41012 SEVILLA

Tel. 95 429 70 78 - Fax 95 423 37 96

LAW IBERICA, S. A.

Zona Norte: Ctra. de Bilbao, 24 - 09200 MIRANDA DE EBRO (Burgos)

Tel. 947 31 21 42 - Fax 947 31 35 41

Foto 2. Barra portaboquillas de acero en pulverizador autopropulsado.



►►► en gotas de tamaño inferior a 100 micras. Por otro lado, la calidad y durabilidad de las boquillas depende del tipo de material con el que han sido fabricadas. En este sentido son recomendables materiales cerámicos y de polímeros de última generación. El utilizar boquillas en mal estado, sucias (obturadas) o desgastadas (orificios mayores de los teóricos), produce tratamientos por defecto o por exceso en nuestros cultivos, con el consiguiente coste económico.

La presión de trabajo condiciona el tamaño de gota y el caudal. A mayor presión mayor caudal y menor tamaño de las gotas. Por el contrario, presiones demasiado bajas producen gotas de gran tamaño.

Por otro lado, para evitar la aplicación de dosis excesivas o menores de las necesarias es preciso conocer adecuadamente la tecnología que estamos utilizando en relación con la regulación de la dosis. Existen pulverizadores en los que el caudal aplicado por las boquillas es proporcional al avance real de la máquina en parcela (CPA). En este caso el aplicador podrá modificar la velocidad de avance de la máquina manteniendo constante los litros por hectárea aplicados. Es la tecnología más recomendable y ya se incorpora por la mayoría de los fabricantes. Un segundo tipo de máquinas son aquellas en las que el caudal es proporcional al régimen de giro del motor, de modo que el aplicador simplemente debe tener la precaución de variar la velocidad de avance acelerando o decelerando para aplicar una dosis superficial constante, pero no debe cambiar la velocidad de avance cambiando de marcha para un mismo régimen de giro del motor, pues en este caso sí que variará la dosis superficial aplicada al variar la velocidad real de la máquina y mantenerse el caudal constante en las boquillas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en ambos tipos de máquinas (caudal proporcional al avance y caudal proporcional al giro del motor) el man-



Foto 3. Pulverizador equipado con barra portaboquillas de aluminio.



Foto 4. Sensor de ultrasonidos para controlar la altura de la barra portaboquillas.

tenimiento de la dosis superficial constante, a pesar de los cambios de velocidad, implica un cambio en el tamaño de gota aplicada. Estas tecnologías se basan en la utilización de caudalímetros que chequean el caudal de producto en el circuito hidráulico y en la medida de la velocidad de avance real de forma que pueden determinar de forma instantánea la dosis superficial aplicada ya que el ►►►

►►► sistema de control conoce la anchura de trabajo de la máquina. La dosis por lo tanto es modificada instantáneamente mediante la regulación de la presión de trabajo del circuito.

Para el caso menos habitual de máquinas que no disponen de un sistema de caudal proporcional al avance o al régimen de giro del motor, es decir, el caudal de las boquillas se mantiene constante para una presión de regulación del circuito hidráulico (CC), hay que mantener constante la velocidad de avance del equipo para que la dosis superficial aplicada no varíe.

Como ejemplo de la importancia de utilizar un equipo con sistema de caudal proporcional al avance, la **tabla 1** refleja la comparación entre un pulverizador tradicional de caudal constante y otro equipado con el sistema CPA. En ambos casos se pretende aplicar una dosis de 200 l/ha. Se puede apreciar que el efecto de un incremento o decremento de velocidad, para el caso de pulverizador sin CPA se traduce en variaciones muy significativas de la dosis superficial, mientras que en el equipo con CPA la dosis superficial se mantiene constante cuando cambia la velocidad de avance, pero a costa de modificar la presión de trabajo de las boquillas y por lo tanto el tamaño de gota.

NOVEDADES TECNOLÓGICAS

Los dos parámetros que caracterizan de forma genérica un pulverizador de barras son la capacidad de su depósito y la anchura de las barras. En este sentido, los valores difieren en función de que el pulverizador sea suspendido, arrastrado o autopropulsado. La **tabla 2** muestra el rango de valores habituales de capacidades y anchuras de barra de los equipos comercializados actualmente.

Una de los aspectos clave de los pulverizadores de barra son las **barras portaboquillas**. Actualmente, la mayoría de los fabricantes utilizan barras de acero (**foto 2**) y se están introduciendo las barras de aluminio (**foto 3**). Las principales novedades se han centrado en la incorporación de sistemas de estabilización de las barras que garantizan su paralelismo con el cultivo para evitar la aplicación irregular del producto. La mayoría de los fabricantes optan por un sistema estabilizador de paralelogramo que es capaz de bascular y mantener el paralelismo con el terreno. Una opción novedosa es la incorporación en la barra de sensores de ultrasonidos (**foto 4**) capaces de chequear las condiciones de paralelismo con el cultivo y corregir en su

Figura 1. Corte de un sector de trabajo de la barra pulverizadora (zona azul) mediante válvulas de sector.



Figura 2. Válvulas para el control individual de las boquillas.

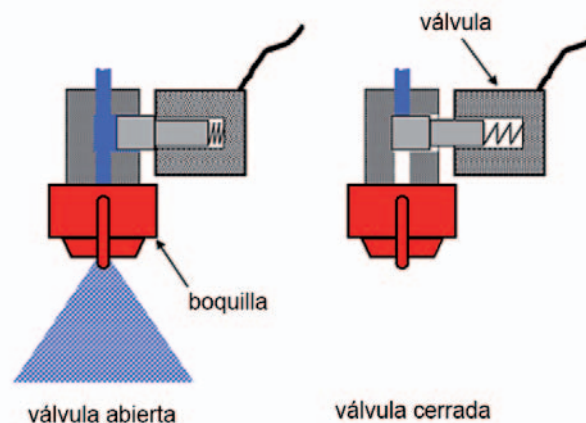


Foto 5. Barra portaboquillas iluminada con lámparas tipo led.



caso la inclinación de la barra mediante sistemas hidráulicos que posibilitan el giro de la misma. Como ejemplos podemos citar el sistema *DistanceControl* de Amazone o el sistema *AutoHeight* de Hardi, similar al sistema *BoomTrac* de John Deere.

Algunos fabricantes también incorporan sistemas de iluminación en las barras basados en la utilización de luces led (**foto 5**) para poder trabajar en condiciones de ausencia de luz, incluso sistemas de lavado exterior de la barra portaboquillas mediante el desplazamiento de ►►►

►►► boquillas de lavado por unas guías situadas en la parte inferior de la barra. Otra línea de mejora de las barras es la evolución de los sistemas de plegado para transporte de forma que se garantice una elevada seguridad y equilibrio en la transmisión de pesos al tractor en el caso de barras suspendidas (foto 6).

El control de la pulverización es otro de los aspectos clave de la mejora tecnológica desarrollada en los pulverizadores de barra. Los equipos disponen de **consolas de mando** (foto 7) desde las que se pueden controlar todos los parámetros de trabajo y que informan, por ejemplo, si la cantidad de producto disponible en el depósito permite realizar una última pasada y permiten planificar de forma automática el trabajo de forma que se garantice el vaciado del depósito.

La utilización de **tecnología GPS** combinada con el cierre de la pulverización en los sectores de la barra, mediante la utilización de **válvulas de sector** (figura 1), también se ha incorporado a los equipos de barra con el objetivo, además de realizar pasadas paralelas, de realizar con precisión tratamientos en los bordes de parcela, o en parcelas con geometrías irregulares, y evitar solapamientos entre pasadas.

Una vuelta de tuerca en el control de la pulverización es el control individual de la pulverización realizada por cada una de las boquillas de la barra. El control de sectores de barras mediante válvulas de sector ha experimentado un avance mayor al introducir válvulas que permiten el **control individual de las boquillas**. Esta tecnología, conocida como MSNC (modulated spraying nozzle control) se basa en el control del tiempo de apertura de la pulverización de las boquillas mediante válvulas de alta velocidad (figura 2) comandadas eléctricamente, produciendo así caudales diferenciados entre boquillas pero manteniendo el tamaño de la gota constante. Este tipo de tecnología permite obtener caudales variables entre el 10 y el 100% del caudal nominal de la boquilla. Así, por ejemplo, utilizando una boquilla de caudal nominal 3 l/min podríamos, en función de la frecuencia de cierre de la válvula, llegar a caudales de 0,3 l/min manteniendo el tamaño del diámetro de gota.

Además de poder controlar el caudal aplicado por cada boquilla también existen sistemas capaces de seleccionar de forma automática diferentes boquillas a lo largo de la barra, como el sistema *Amaselect* de Amazone (foto 8).

Tabla 1. Comparación de los efectos de la variación de velocidad en los parámetros de trabajo de un pulverizador hidráulico en función del sistema de regulación: caudal constante o caudal proporcional al avance.

Parámetros	Pulverizador caudal			Pulverizador caudal		
Dosis superficial teórica (l/ha)	200			200		
Velocidad real (km/h)	4,5	6,0	7,5	4,5	6,0	7,5
Presión en boquilla (bar)	3,0	3,0	3,0	1,7	3,0	4,7
Caudal pulverizado (l/min)	24	24	24	18	24	30
Dosis superficial real aplicado (l/ha)	267	200	160	200	200	200

Tabla 2. Rango de volúmenes de depósito y anchuras de trabajo de los pulverizadores de barra.

Tipo de pulverizador de barra	Volumen del depósito (l)	Anchura de la barra (m)
Suspendido	400 - 1800	6 - 28
Arrastrado	2400 - 12000	12 - 48
Autopropulsado	2500 - 5200	18 - 42

Foto 6. Sistema de plegado de barra en pulverizador hidráulico suspendido.



Foto 7. Consola de mando para el control de los parámetros de trabajo.



De esta forma se pueden conseguir también diferentes tipos de gota.

En el caso de pulverizadores arrastrados, los fabricantes también han introducido una innovación tecnológica conocida como **sistemas de seguimiento de trazada**, ►►►

Soluciones para la Viña

Estuder[®] PLUS

Fosetil (50% p/p) + Cimoxanilo (4% p/p)
+ Mancozeb (25% p/p)



Poppier[®]

Metalaxil (10% p/p) + Folpet (40% p/p)

Cuprital[®] SUPER

Oxicloruro de cobre (30% p/p)
+ Mancozeb (20% p/p)

ConKora[®]

Cimoxanilo (3% p/p) + Cobre (22,5% p/p)

Mirlo[®]

Mancozeb (40% p/p) + Cimoxanilo (4% p/p)

Wister[®]

Tebuconazol (25% p/v)

Kantarel[®]

Penconazol (10% p/v)

www.tradecorp.es

Tradecorp

C/ Alcalá 498 - Planta 3ª • 28027 Madrid - España • Tel. +34 91 327 29 30 - Fax +34 91 304 42 00

►►► que permite que el pulverizador siga la huella trazada por el tractor. Básicamente se usan dos sistemas, el primero basado en un eje de enganche con la máquina articulado en la parte trasera del mismo (parte correspondiente al pulverizador), de forma que, mediante una pareja de cilindros hidráulicos se modifica el ángulo del mismo en las trazadas curvas pero no se produce el giro del eje de las ruedas del pulverizador. Otra opción es un sistema capaz de girar las ruedas del pulverizador basado en una pareja de cilindros hidráulicos que está comandada por otro cilindro hidráulico situado en el eje de enganche con el tractor y que, en función del giro de dicho eje, comanda el funcionamiento de los cilindros situados en el eje de las ruedas del pulverizador haciendo que giren un determinado ángulo (figura 3).

El diseño de los depósitos también está en constante evolución. Actualmente la geometría de los mismos está siendo modificada estrechando la zona inferior de los mismos con el objetivo de que el volumen de líquido almacenado sea mínimo en función de la altura del mismo (foto 9). Este hecho permite una mejor mezcla del producto y facilita el vaciado del depósito ya que hay que considerar que con la legislación actual el depósito debe ser vaciado completamente en el lugar de aplicación. Estas nuevas geometrías no son regulares ya que se deben buscar huecos para insertar el depósito de enjuagado, que puede alcanzar volúmenes de hasta 500l, o el depósito lavamanos cuyo valor se mueve en el entorno de los 20 l.

La utilización de tecnología de comunicación ISOBUS también es un aspecto extendido en este tipo de equipos, de forma que la comunicación electrónica entre aperos, tractor y ordenadores se estandariza para poder utilizar diferentes tipos de consolas de mando de forma ágil.

Como novedad alternativa a los sistemas de caudal proporcional al avance, podemos citar los **sistemas de concentración variable (CoV)**. Estos sistemas se basan en la utilización de dosificadores de producto que modifican la concentración de materia activa en el caldo en función de la velocidad de avance permitiendo mantener el espectro de gotas (presión constante) y mezclando el producto en el diluyente a medida que se realiza la aplicación. Es decir, disponen de un sistema de presión constante para el agua y otro proporcional al avance electrónico que no actúa sobre el caudal (como en los sistemas CPA) sino sobre la concentración del producto activo. En este caso el depósito principal sólo contiene

Figura 3. Sistema de seguimiento de trazada basado en el giro del eje de las ruedas del pulverizador.

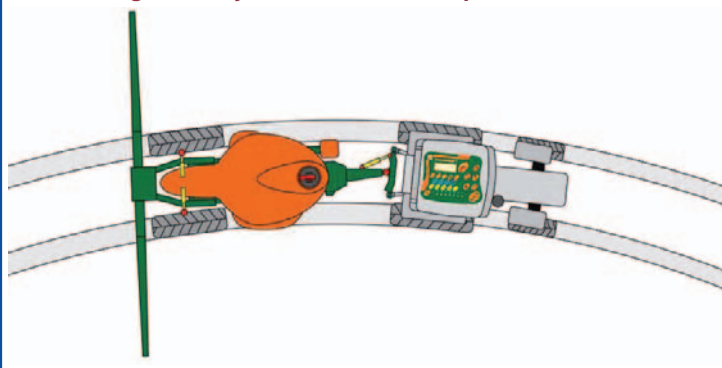


Foto 8. Barra trabajando con diferentes tipos de boquillas seleccionadas de forma automática desde cabina.



Foto 9. Depósito con nuevas geometrías.



agua limpia que se mezcla en las conducciones con el caldo con materia activa proveniente de un depósito auxiliar. Aunque su introducción en el sector no está consolidada puede que sea una de las vías de futuro puesto que abre un gran abanico de posibilidades de control exhaustivo del tratamiento y trabaja con agua limpia en el depósito principal. Como ejemplo podemos citar el sistema *Legacy* desarrollado por Teejet.