

Equipos para la aplicación de fitosanitarios

DE LA BOQUILLA DE LATÓN A LA DOSIS VARIABLE



La aplicación de fitosanitarios en forma líquida, que es la que se utiliza con mayor frecuencia, ha mejorado considerablemente como consecuencia de la evolución de los equipos de aplicación.

LUIS MÁRQUEZ

DR. ING. AGRÓNOMO

Ha sido determinados componentes de los equipos los que han marcado la evolución, siendo los elementos más críticos:

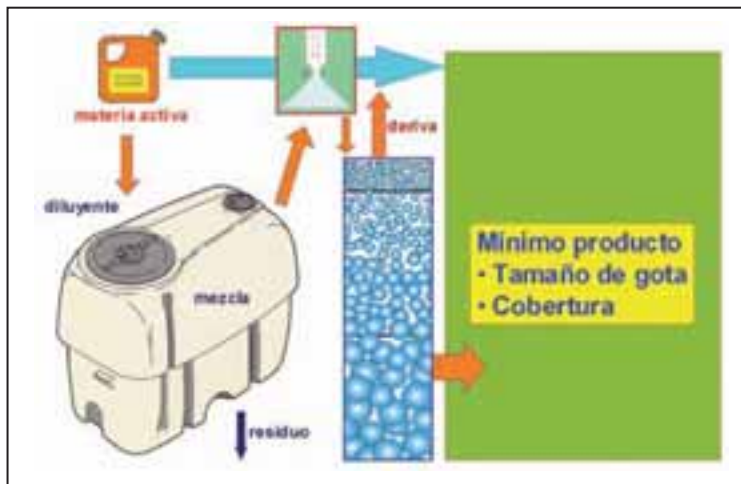
- Las boquillas y los sistemas de estabilización de las barras porta-boquillas
- Las bombas y los sistemas de regulación de presión/caudal.
- Los depósitos y sus sistemas de agitación
- Los filtros y elementos de limpieza
- Los ventiladores y colectores en los pulverizadores hidroneumáticos y neumáticos

Condiciones en la aplicación de fitosanitarios en forma líquida

Las cantidades de materia activa que hay que aplicar por hectárea son muy reducidas, así como el producto comercial (fitosanitario) que se utiliza. En consecuencia, para poder conseguir una cobertura adecuada hay que incorporarlo a un diluyente (generalmente agua) a partir del cual se realiza la pulverización.

Para esta pulverización se pueden utilizar diferentes sistemas: boquillas de pulverización hidráulica o neumática, o ele-

FIGURA 01.- NECESIDAD DE UTILIZAR UN DILUYENTE PARA CONSEGUIR UNA BUENA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO FITOSANITARIO



mentos en rotación, de lo que resulta una población de gotas con unas dimensiones y espectro diferente.

Estas gotas hay que distribuir las "uniformemente" sobre la parcela tratada, y una parte de ellas se pierden por evaporación (deriva). En la cuba queda un residuo que hay que eliminar de manera ambientalmente responsable.

Para minimizar la dosis de materia activa es necesario controlar el tamaño de la gota producida y conseguir que la cobertura en términos de gotas por centímetro cuadrado de superficie tratada permita conseguir un tratamiento eficaz.

En los "carros herbicidas" con los que se hacían los primeros tratamientos la pulverización se realizaba con boquillas muy simples: un disco o placa perforada en el extremo de una tubería. Por delante de este disco se situaba una hélice para generar turbulencia en el chorro de gotas formado. Años después aparecieron las boquillas de hendidura o chorro plano usando como material el latón.

Con estas boquillas solo se podía conseguir gotas gruesas en lo que se puede definir una pulverización "mojante". Para

obtener gotas finas (pulverización "cubriente") era necesario trabajar con alta presión que no siempre proporcionaban las bombas disponibles.

Para estudiar las poblaciones de gotas que producían las boquillas con nuevos diseños, a medida que se empezaba la fabricación de las mismas con otros materiales como los termoplásticos y los cerámicos, se hizo necesario estudiar las poblaciones de gotas resultantes de la pulverización. Primero fueron las placas de Petri para recoger el material pulverizado, utilizando analizadores de

imagen para establecer las dimensiones de la población resultante. Luego llegaron los analizadores de "no imagen" basados en las emisiones láser que son los que se utilizan en la actualidad. El papel hidrosensible permitió hacer determinaciones rápidas en campo para evaluar los tratamientos antes de que se produjera una respuesta biológica.

A medida que se aumenta el conocimiento sobre el espectro dimensional de las gotas pulverizadas, se puede observar que muy pocas gotas grande se llevan altos porcentajes de líquido, así como que con una determinada cantidad de producto se puede conseguir mayor cobertura con solo disminuir la dimensión media de las gotas producidas.

En trabajos de campo se puede observar la evaporación de las gotas pequeñas en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa, pero también conviene advertir que perder un 30% de las gotas de pequeño diámetro (menos de 50 μm) solo representa el 5% del líquido pulverizado, mientras que una pérdida del 5% de gotas gruesas (más de 300 μm) por escurrimiento arrastra el 30% del caldo.

FIGURA 02.- TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE GOTAS QUE SE UTILIZAN EN LA AGRICULTURA.

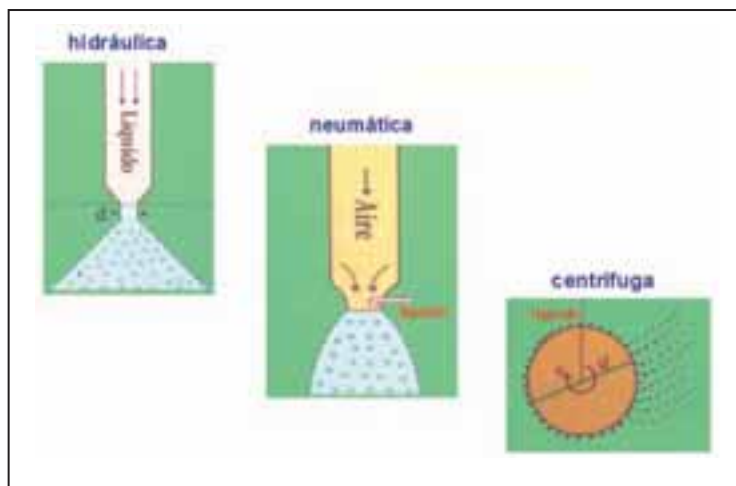
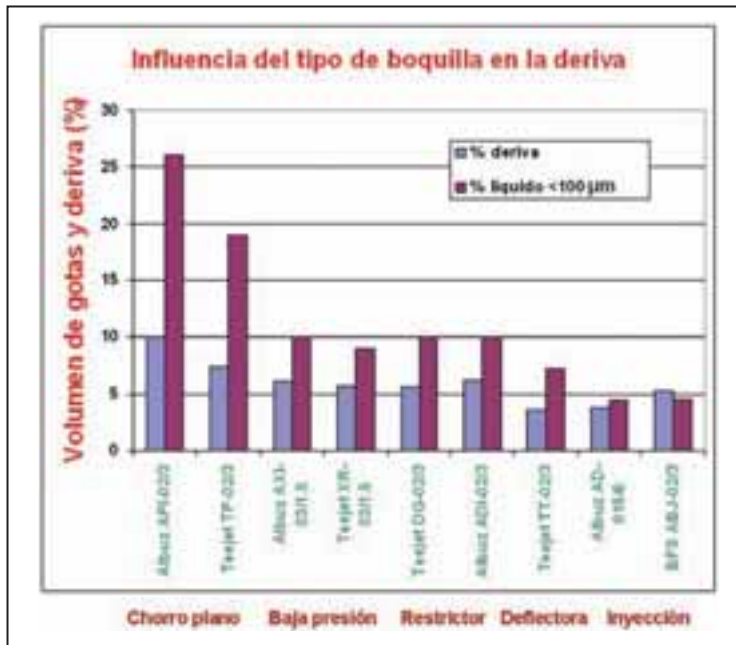


FIGURA 03.- CONTROL DE LA DERIVA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE BOQUILLA UTILIZADA.



El índice del desarrollo foliar del cultivo, junto con el tipo de producto que se aplica para la plaga que se combate, condiciona el volumen de caldo (producto comercial + diluyente) que hay que aplicar por hectárea. Conviene trabajar con el menor volumen posible, compatible con la eficacia del tratamiento, ya que de esta forma aumente la productividad.

Las boquillas

Para producir gotas pueden utilizarse diferentes técnicas: obligar a pasar un líquido a presión por un orificio o boquilla (pulverización hidráulica), colocar el líquido en una corriente de aire con alta velocidad (pulverización neumática), o en la superficie de un disco en rotación (pulverización centrífuga).

Las poblaciones de gotas producidas con cada uno de estos sistemas son diferentes en lo que respecta a sus dimensiones medias y extremas de las gotas producidas. La pulverización hidráulica es la que proporciona mayor dispersión

en las dimensiones de las gotas formadas, frente a la pulverización centrífuga que es la que proporciona gotas más homogéneas y de pequeño tamaño. La pulverización neumática ocupa una posición intermedia.

A pesar de ello es la pulverización hidráulica la más utilizada en las pulverizaciones agrícolas, ya que se consigue una distribución más precisa aprovechando la energía cinética de las gotas. Variando la forma y dimensiones de las boquillas hidráulicas se puede adaptar el pulverizador a los diferentes tratamientos.

Boquillas hidráulicas

Las opciones disponibles son muchas. Esto permite elegir aquella boquilla que mejor se adapta a cada tipo de tratamiento.

Hay algunos tipos de boquillas consideradas "normales", que pueden utilizarse en una gran mayoría de situaciones a las que se adaptan variando la presión y las dimensiones del orificio de salida.

Entre ellas se encuentran las boquillas de abanico o chorro

plano, que proporcionan gotas de tamaño medio (VMD = 300 a 400 µm, con span de 2.0-8.0), con lo que se consigue una buena uniformidad superficial en los pulverizadores de barras con un adecuado solapamiento de los chorros.

Las boquillas cónicas o de turbulencia proporcionan gotas finas (260 µm, con span 1.8-5.0) y se utilizan cuando se busca penetración, o cuando la pulverización se asocia a una corriente de aire en los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores).

Las boquillas deflectoras o de choque producen gotas gruesas y poco homogéneas (650 µm con span 4.0-12.0) y solo se recomiendan para aplicar herbicidas de acción sistémica en bajo volumen.

Para evitar las pérdidas por deriva (evaporación del caldo y arrastre fuera de la zona de tratamiento) se han diseñado boquillas de "baja deriva", entre las que se incluyen las que utilizan un restrictor antes de la salida (menor presión para producir gotas más gruesas), las de rango extendido (pueden trabajar a muy baja presión), las deflectoras modificadas para sustituir a las boquillas de chorro plano (gran ángulo de apertura), y más recientemente las de inyección de aire. Son estas últimas las que ofrecen mayores posibilidades para reducir la deriva, por su pulverización de gotas gruesas con inclusión de aire comprimido, que se adaptan a circunstancias de tratamiento más adversas (viento).

La deriva aumenta en función del porcentaje de caldo pulverizado en gotas de menos de 100 µm. En la figura adjunta se puede observar la influencia del tipo de boquilla en este porcentaje y la deriva resultante.

La inclusión de aire en las gotas pulverizadas por las boquillas de inyección de aire se produce favoreciendo el efecto

venturi en las conducciones por las que circula el líquido en la boquilla antes de salida.

Hay otras alternativas, conocidas desde hace algunos años, que ahora se comercializan, como el sistema AirJet de Spraying System, en el que se utiliza un circuito neumático para suministrar aire a presión en cada una de las boquillas. Modificando esta presión se consigue que cambie el espectro dimensional de gotas pulverizadas que puede pasar de gruesas a muy finas manteniendo el volumen de caldo pulverizado.

FIGURA 04.- SISTEMA DE INYECCIÓN FORZADA DE AIRE AIRJET



Boquillas neumáticas

Con ellas se consigue un espectro de gotas finas y uniformes, pero su utilización está limitada por la potencia necesaria para producir la pulverización como consecuencia de la cantidad de aire que hay que impulsar a alta velocidad (entre 0.8 y 2.4 m³) por cada litro de producto pulverizado.

Hay muy pocos equipos en el mercado de los que se utilizan las boquillas neumáticas sobre cultivos bajos (pulverizadores de barras), pero estas boquillas ofrecen una elevadas prestaciones en los equipos para árboles y arbustos (especialmente sobre la viña) cuando se busca penetración con bajo volumen de caldo por hectárea.

“Boquillas” centrífugas

Los discos en rotación alimentados con el caldo que se quiere pulverizar ofrecen una pulverización muy homogénea en gotas de pequeño tamaño, siempre que el caudal de líquido aportado se mantenga en el intervalo que produce la formación de “filamento” en el borde del disco.

Sin embargo, la población de gotas pequeñas es difícil de controlar para hacerla llegar al objetivo y está muy expuesta a pequeños cambios de las condiciones atmosféricas, por lo que la oferta de equipos de barras con este sistema es muy reducida. Su empleo se generaliza en las aplicaciones aéreas de ultra bajo volumen y en equipos manuales de tipo mochila.

Barras porta-boquillas o botalones

La pulverización generada en las boquillas no llegará al objetivo con precisión si el soporte en el que se sitúan las boquillas no se mantiene “estable”.

Para aumentar la capacidad de trabajo en los equipos

FIGURA 05.- PULVERIZADOR CENTRÍFUGO (TECNOMA)



los botalones cada vez son más anchos, a la vez que se diseñan sistemas que permitan aumentar la velocidad de desplazamiento, incluso en suelos irregulares. Para ello se han mejorado considerablemente sistemas de suspensión que reducen las oscilaciones en los planos vertical y horizontal.

Los sistemas de estabilización en el plano vertical exigen un doble bastidor que permita independizar las bajas del cuerpo del pulverizador. Este segundo bastidor se une al cuerpo principal mediante sistemas de pivote central (suspensión

FIGURA 06.- SE NECESITA ESTABILIZAR LAS BARRAS PORTA-BOQUILLAS TANTO EN EL PLANO HORIZONTAL COMO EN EL VERTICAL

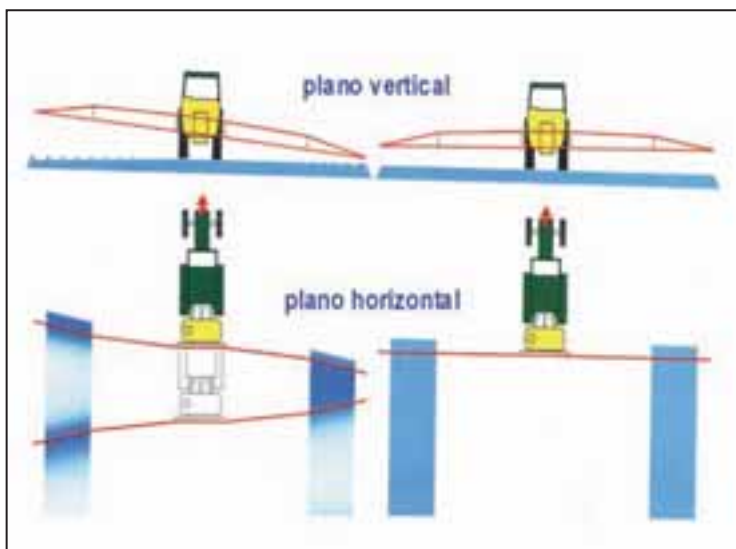


FIGURA 07.- SISTEMA PARA EL PLEGADO DE LAS BARRAS Y REGULACIÓN DE SU ALTURA CON RESPECTO AL PLANO DE PULVERIZACIÓN



pendular) un trapecio deformable (simple o doble) sobre la que se puede incluir un sistema para corregir el paralelismo de las barras cuando se trabaja sobre pendientes. También se incluye entre los bastidores los elementos que permiten ajustar la altura de las boquillas sobre la superficie de tratamiento. Los sistemas de estabilización lateral de las barras se complementan en equipos arrastrados y autopropulsados con suspensiones diseñadas de forma que actúan sin modificar la altura de las barras de pulverización con respecto al suelo. En algunos equipos arrastrados se utilizan sistemas de articulación de los bastidores, o de la lanza de tiro, que garantizan que las ruedas del pulverizador siguen en la huella de las del tractor.

La estabilidad en el plano horizontal exige rigidez en las barras que eviten las oscilaciones, y en ocasiones se complementa con sistemas de amortiguación dinámica. Estos sistemas incluyen los elementos de plegado de las barras para el transporte. En algunos equipos se puede ajustar la anchura de trabajo por deslizamiento de unos tramos de barras sobre otros.

Desde hace años se experimente con sistemas para la estabilización activa de los

botalones. Recientemente han llegado los primeros equipos comerciales basados en la determinación de la altura con respecto al suelo a ambos lados de las barras utilizando sensores de ultrasonidos. Es difícil conseguir una respuesta suficientemente rápida y no mejoran claramente lo que se consigue con una buena suspensión mecánica con amortiguación.

En resumen, se puede decir que no hay un botalón ideal ya que:

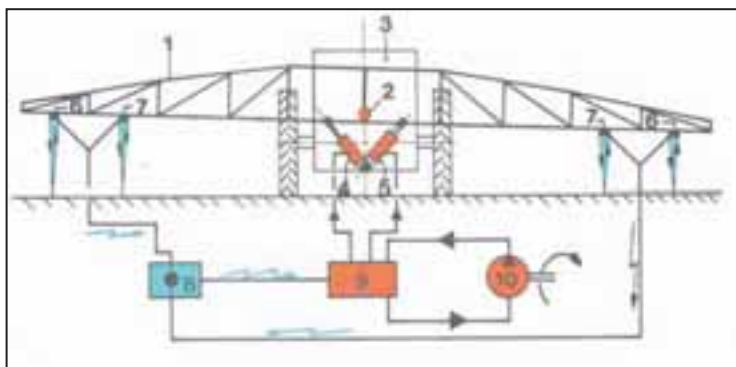
- El sistema de barras tendría que ser totalmente independiente del chasis del pulverizador
- Los sistemas de suspensión y estabilización solo limitan la transmisión de choques y oscilaciones del chasis a las barras porta-boquillas.

- Su diseño se complica a medida que aumenta la anchura de trabajo que puede superar los 40 m.
- Conviene que sean simples, robustos y fiables, aunque ya se ofrecen sistemas con suspensión activa.
- Algunos se fabrican con aluminio para reducir su peso y con ello las inercias. Se ha experimentado con fibra de vidrio.
- En determinadas situaciones se recurre a las ruedas de apoyo, pero esta solución solo se puede utilizar en grandes parcelas sin obstáculos.

■ Aire y pantallas de apoyo

Con independencia de la utilización de boquillas con sistemas de inyección de aire

FIGURA 08.- ESQUEMA DE UN SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN ACTIVA DE LAS BARRAS (CEMAGREF)



para evitar la deriva de las gotas, se puede recurrir a pantallas permeables o a sistemas de cortina de aire por detrás de las barras porta-boquillas, además de asociar el chorro de pulverización a una salida de aire, como se hace en los pulverizadores hidroneumáticos, algo también recomendado sobre cultivos de elevada densidad foliar.

El empleo de la cortina de aire resuelve el problema de los tratamientos en zonas con

FIGURA 10.- ANCHURA DE TRABAJO VARIABLE POR EL DESLIZAMIENTO DE TRAMOS DE TRAMOS DE BOQUILLAS (LEMKEN)



FIGURA 09.- PULVERIZADOR AUTOPROPULSADO CARACTERÍSTICO DE SUDAMÉRICA (FAVOT)



vientos frecuentes, pero solo si la dirección del viento coincide con la de desplazamiento del equipo sobre las parcelas.

En el caso de los tratamientos sobre plantaciones arbóreas y arbustivas, el diseño de los ventiladores, colectores y deflectores se adaptan a las características de la vegetación, por lo que cada vez es más frecuente que se recurra a sistemas modulares integrables en un diseño común.

Sistema de impulsión del caldo

Incluye el depósito con sus sistemas de agitación la bomba y el sistema de conducciones con sus filtros.

En los depósitos, con la llegada del polietileno y la utiliza-

ción del poliéster reforzado en los muy grandes, se ha resuelto el problema de la resistencia a los productos, y su limpieza resulta sencilla. Se exige que su boca de llenado sea amplia, con cierre hermético, y una válvula de fondo que se pueda abrir sin riesgo de recibir la proyección de caldo.

Se recomienda una agitación mínima del contenido de caldo en el depósito del 5% de su capacidad expresada en litros/minuto. Por ello en depósitos muy grandes se utiliza la agitación hidráulica con bomba auxiliar (generalmente centrífuga). En ocasiones se favorece la recirculación mediante inyectores, además de utilizar formas de depósito que facilitan el mezclado dejando un volumen residual mínimo (forma de pirámide invertida).

Las facilidades que ofrecen los sistemas de conformación de los plásticos permite integrar todos los elementos en el conjunto del depósito y diseñar equipos suspendidos cuyo centro de gravedad esté cercano al eje trasero del tractor que lo acciona.

En cuando a las bombas predominan las de membrana (pistón-membrana) y de pistones, aunque crece el interés por las bombas centrífugas, tanto para la agitación como para la pulverización en los pulverizadores de regulación electrónica que lo admiten.

En los filtros prácticamente desaparecen los que se incorporan a las boquillas, que son sustituidos por los que filtran tramos de boquillas, en los que se mejoran las facilidades de

FIGURA 11.- DEPÓSITO CON FORMA DE PIRÁMIDE INVERTIDA PARA MINIMIZAR EL VOLUMEN RESIDUAL (BERTHOUD)



FIGURA 12.- CONJUNTO DE GRIFERÍA Y BOMBA CENTRÍFUGA DE DOBLE CUERPO (BERTHOUD)



mantenimiento, que en algunas ocasiones puede hacerse con las conducciones en carga.

Sistemas de regulación caudal/presión

Con la llegada de la electrónica se han mejorado considerablemente, a la vez que se reducen los costes de fabricación.

De los sistemas de regulación por presión constante se pasó la "retorno proporcional" con paso calibrado al depósito, que incluye compensación por cierre de tramos de boquillas. Los costosos sistemas de caudal proporcional al avance basados en bombas de pistones de carrera variable han dado paso a la regulación electrónica en la que se puede ajustar la pulverización combinado caudal y presión.

Se ofrece la posibilidad "circulación continua" del caldo en las conducciones y la posibilidad de abrir tramos o boquillas de forma independiente, con lo que sería posible la aplicación selectiva de herbicidas controlando la apertura de las boquillas con sistemas de análisis de imagen que detecten la presencia de malezas.

La mayor evolución de los sistemas de regulación se ha producido con la llegada de los que permiten pulverizar modi-

ficando la concentración de la materia activa en el diluyente. Hace años que Ciba ofreció este sistema, pero en poco tiempo dejó de comercializarse. Ahora fabricantes como Agrotop y Berthoud lo ofrecen de nuevo. Con sus generalización se simplificaría notablemente la eliminación de los residuos y la limpieza de los depósitos, que solo contendría el diluyente (agua).

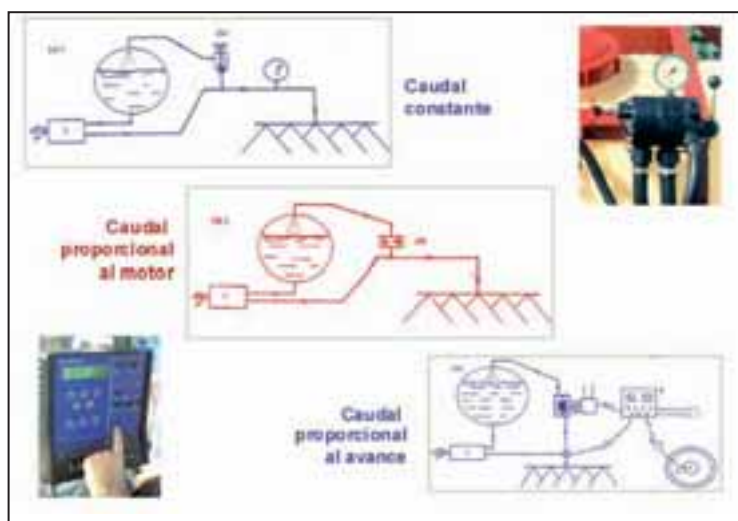
Perspectivas y conclusiones

Para completar esta sintética visión de la evolución de los equipos de aplicación conviene

FIGURA 13.- INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL DEPÓSITO



FIGURA 14.- SISTEMAS UTILIZADOS PARA LA REGULACIÓN DEL VOLUMEN DE APLICACIÓN



hacer una referencia a los sistemas que proporcionan gotas cargadas eléctricamente, con los que se lleva tiempo experimentando, pero con avances poco significativos.

El Electrodyn de ICI con pulverización electrodinámica utilizado en el cultivo del algodón se retiró del mercado y nunca se pudo utilizar en Europa. Los sistemas de inducción de carga sobre gotas finas en muchas de las experiencias realizadas no daban penetración suficiente, ya que las gotas se depositaban en el exterior de las plantas.

Las últimas experiencias realizadas con soja en Brasil ponen de manifiesto que el empleo de carga eléctrica de las gotas con cortina de aire que "abre" el cultivo puede dar buenos resultados...

Ofrecen buenas perspectivas los sistemas para la automatización del lavado de los equipos, las boquillas de líquido+aire, los sistemas de concentración variable del caldo, y también las boquillas pulsantes que pueden variar el caudal de líquido manteniendo el tamaño de las gotas, aunque sobre esto último hay todavía poca información.

FIGURA 15.- DOSIFICACIÓN MEDIANTE CONCENTRACIÓN VARIABLE CON DOS PRODUCTOS (AGROTOP)



En conclusión:
 • Las exigencias medioambientales inciden de manera directa sobre la maquinaria para la

aplicación de fitosanitarios y cada vez se establecen más limitaciones para autorizar materias activas.

- La Inspección obligatoria de los equipos de fitosanitarios va a resolver poco, ya que se limita a una buena calibración del equipo, similar a la que debe hacer el agricultor antes de iniciar una campaña.
- La mejora en el diseño de las turbinas y de las salidas en los equipos de aire pueden mejorar considerablemente la eficacia de los tratamientos en plantaciones frutales.
- Se espera mucho de la dosificación proporcional al avance, de los sistemas de concentración variable y de los elementos para reducir la deriva (boquillas, cortina de aire).
- Ha habido poco avance en relación con la carga eléctrica de las gotas y se esperan los resultados de la pulverización pulsante.■

LA MAQUINARIA MÁS INNOVADORA

SULKY

SEBRADORA DE DISCO "UNIDISC"

TRAMLIN SE



X40 - X50 ECONOV. Distribución del abono con corte por tramos en forma de croissant



ABONADORAS

DPX 24 9-24 m
(Distribución proporcional al avance)

DPX 28 12-28 m
(Distribución proporcional al avance y control de pesada)



MONOSEM

NOVEDADES

Horticolas MS



Sembradoras neumáticas de 4, 6, 7, 8, 12 y hasta 18 filas, simple o doble barra plegables
 Simple telescópica: 3,50 m
 Doble telescópica: 3,00 m

Amortiguador para mantener la profundidad de siembra



Monoshox



Sucesores de Ortiz de Zárate, S.L.

Tels. 629 61 47 26 - 649 47 65 10 - 649 47 65 11 - Fax 965 15 59 81
 e-mail: sozsl@ortizzarate.com - www.ortizzarate.com.

Nuevas instalaciones:
 Pol. Ind. Las Labradas
 C/ La Rioja, 8 • 31500 Tudela
 (Navarra)