

El control de plagas y enfermedades en invernaderos se realiza mediante la aplicación de productos químicos. Métodos menos agresivos para el medio ambiente y la salud de las personas se están implementando en los últimos años para evitar riesgos.

Equipos de aplicación de productos fitosanitarios en invernadero

JULIÁN SÁNCHEZ-HERMOSILLA
LÓPEZ, ALFREDO SÁNCHEZ GIMENO¹
Y ROBERTO MEDINA ANZANO¹

*Dr. Ingeniero Agrónomo. Prof. Titular.
Dpto. de Ingeniería Rural. Universidad de Almería*

¹*Ingeniero Agrónomo. Grupo de Investigación
"Tecnología de la producción agraria en zonas
semiáridas". Universidad de Almería*



Instalación fija de pulverización.

Introducción

Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en el año 2004 la superficie destinada a la producción de hortalizas en el conjunto del territorio español fue de 386.866 ha. De ellas, aproximadamente un 11% correspondieron a la producción hortícola en invernadero (44.798 ha), localizadas en su mayor parte en el litoral mediterráneo.

Destaca la superficie invernada existente en la provincia de Almería, que con 26.958 ha (FIAPA, 2004), supone un 7% de la superficie total dedicada al cultivo de hortalizas y un 53% de la superficie de invernadero existente en toda España. Asimismo, la producción de los invernaderos almerienses en la campaña 2002/2003 fue de 2.613.651 t (Instituto Cajamar, 2003), lo que supuso aproximadamente el 20% de toda la producción hortícola en España en dicha campaña.

Estos datos reflejan que el cultivo en invernadero es un sistema altamente productivo, que tiene cada día mayor peso dentro del panorama agrícola español. Sin embargo, se trata de un sistema productivo no exento de problemas. Uno de los más importantes es el control de plagas y enfermedades, el cual presenta mayor incidencia que en los cultivos desarrollados al aire libre. Hecho debido

entre otros factores, a la existencia de altas densidades de plantación y a las elevadas temperaturas y humedades, propias del interior de los invernaderos.

El control de plagas y enfermedades en los cultivos de invernadero se realizan mediante la aplicación de productos químicos, si bien en los últimos años se están introduciendo métodos menos agresivos para el medio ambiente y la salud de las personas, como son la lucha integrada y los productos de baja peligrosidad.

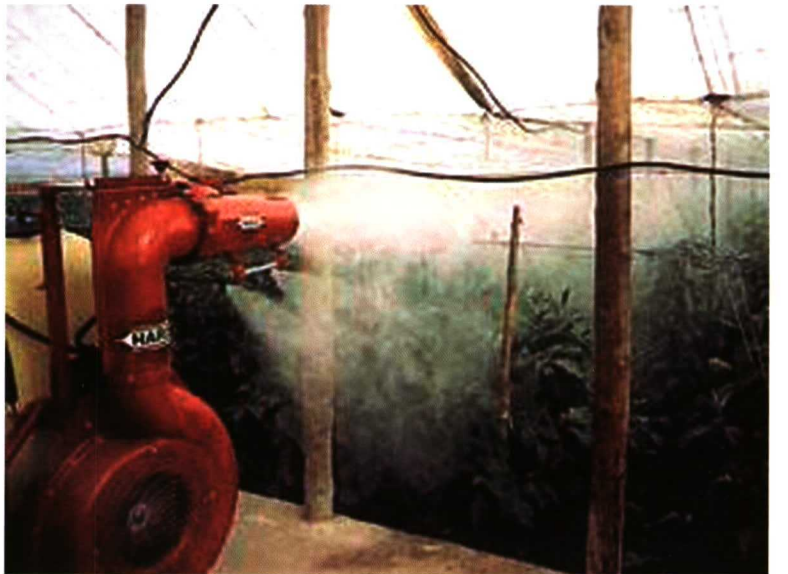
No obstante, la escasa difusión que aún presentan estos métodos, junto a la creciente preocupación por el empleo de productos fitosanitarios como consecuencia de los efectos negativos que éstos originan, hacen imprescindible realizar tratamientos optimizados desde el punto de vista técnico y agronómico, entendiendo por tratamiento optimizado aquel que proporciona deposiciones cercanas al umbral de control de la plaga o enfermedad, uniformemente distribuidas en la masa vegetal, minimizando las pérdidas en suelo y por deriva.

Aplicaciones fitosanitarias en invernaderos

Los equipos que tradicionalmente se han empleado para combatir plagas y enfermedades en invernaderos, y que aún hoy en día se utilizan de forma mayoritaria, son lanzas y pistolas pulverizadoras manuales que trabajan a altas presiones (20- 40 bar) y distribuyen elevados volúmenes de aplicación (hasta el punto de goteo).

Pueden ir acopladas a una instalación fija de pulverización, consistente en una red de tuberías distribuidas por el invernadero con puntos de enganche estratégicamente distribuidos para acoplar las mangueras que portan las pistolas y por las que circula el caldo fitosanitario procedente de una instalación externa al invernadero, donde también se localiza el sistema de bombeo, o bien acopladas a una carretilla que se desplaza por los pasillos del invernadero y donde se transporta tanto el depósito de caldo como el sistema de bombeo.

Carretilla pulverizadora de llemo Hardi y cañón atomizador de la misma empresa.



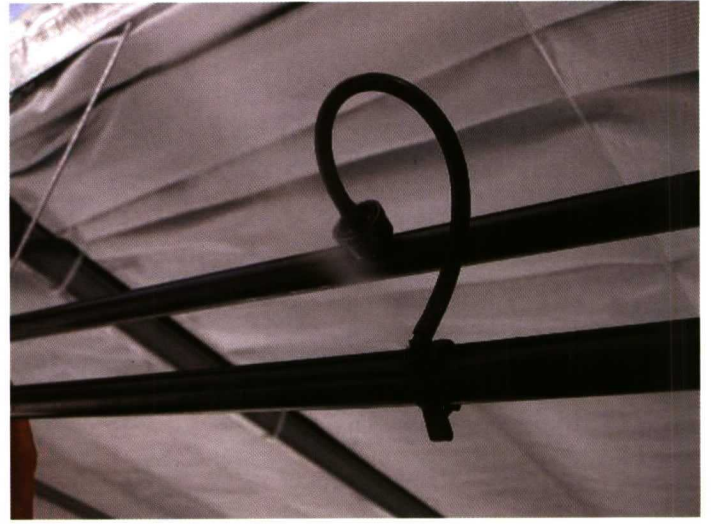
Las lanzas y pistolas pulverizadoras son equipos de bajo coste, fácil mantenimiento, versátiles y adecuados para el tratamiento de problemas fitosanitarios puntuales y localizados. Pero su empleo, unido a su escaso desarrollo tecnológico, provoca algunos problemas en las aplicaciones fitosanitarias, entre ellos los siguientes:

- Baja eficacia de los tratamientos. Se trata de equipos que presentan una gran dificultad de regulación y en los que la calidad del tratamiento depende básicamente de la pericia del operario. No obstante, incluso siendo ejecutadas por operarios experimentados, las aplicaciones se caracterizan por importantes pérdidas en el suelo y falta de uniformidad en la masa vegetal.

- Elevados riesgos de contaminación ambiental, derivados de las pérdidas de producto fitosanitario en el suelo.

- Riesgos para la salud de las personas. La cercanía al foco emisor de producto químico y las condiciones ambientales en el interior del invernadero (altas temperaturas y humedades y escasa renovación de aire), hacen que el operario esté sometido a un alto riesgo de exposición. A esto hay que unir que, generalmente, no se hace buen uso de los equipos de protección individual necesarios para realizar una aplicación segura, si bien este es un aspecto que ha mejorado mucho en los últimos años (Sánchez-Hermosilla et al., 2007).

Como alternativa a las pistolas pulverizadoras se emplean,



aunque de forma minoritaria, otro tipo de equipos. En primer lugar, los pulverizadores hidroneumáticos, tipo cañón atomizador, cuyo uso se ha incrementado en los últimos años. Son equipos técnicamente más avanzados que las pistolas pulverizadoras. Pero existen estudios que ponen de manifiesto la menor eficacia de estos equipos frente a las pistolas cuando son utilizados en cultivos tutorados, con una alta densidad de plantación y configurados en líneas.

En este caso, los cañones originan distribuciones de producto fitosanitario muy irregulares, ya que las plantas más próximas al pasillo central actúan de pantalla y las gotas no alcanzan convenientemente a las plantas localizadas al final de la línea de cultivo. Además, se producen mayores pérdidas en el suelo, ya que el sistema no diferencia los pasillos entre las líneas de cultivo de las áreas en las que existe vegetación, tratando todas las zonas del invernadero por igual. Este hecho da lugar también a que se sean necesarios mayores volúmenes de aplicación para conseguir efectos similares a los de las pistolas pulverizadoras (Garzón et al., 2000).

Otros sistemas de aplicación, todavía con escasa implantación, son las instalaciones fijas de nebulización. Se trata de sistemas inicialmente pensados para el control climático de la temperatura en el invernadero mediante la pulveri-

zación de agua, y que actualmente se están empleando también para aplicaciones fitosanitarias. Están constituidos por dos redes de tuberías distribuidas por el interior de los invernaderos.

Por una de ellas circula el caldo fitosanitario a baja presión (2-3 bar), procedente de un depósito e impulsado por una bomba, ambos colocados en una instalación externa al invernadero. Por la otra red circula aire a presión (5-6 bar) generado por un compresor, y está equipada con unas boquillas distribuidas estratégicamente en el interior del invernadero. Estas boquillas se conectan mediante un tubo con la red de líquido, originando el choque del aire con el caldo fitosanitario y dando lugar a la división de éste en finas gotas.

También existen nebulizadores estáticos, cuyo principio de funcionamiento es el mismo descrito anteriormente para las instalaciones fijas de nebulización. Se

Instalación fija de nebulización Humifito®, de la empresa Novedades Agrícolas.

trata, por tanto, de pequeños equipos dotados de todos los elementos necesarios para la división del caldo fitosanitario en gotas mediante nebulización, que se estacionan estratégicamente en el interior del invernadero y pueden ser transportados de un invernadero a otro.

Los sistemas de nebulización, presentan como principal ventaja la posibilidad de automatizar la aplicación de fitosanitarios, pudiendo ser realizados en el momento más apropiado, con la frecuencia que se considere más adecuada y sin la presencia de operarios.

Finalmente, en los últimos años están apareciendo en el mercado equipos dotados de barras pulverizadoras verticales que se desplazan entre las líneas de cultivo. Son unidades que permiten un mejor control de variables como la presión y la velocidad de trabajo. Esto se traduce en aplicaciones más eficaces, con menores pérdidas en el suelo (Sánchez-Hermosilla et al., 2003) y con una reducción de los riesgos de exposición que oscilan entre 25 y 70 veces, dependiendo de la configuración del equipo, respecto a una pistola pulverizadora (Nyutten et al., 2004).

Dentro de estos equipos se encuentran, desde simples carros arrastrados manualmente, que se acoplan a las tomas de las instalaciones fijas de pulverización, hasta vehículos autopropulsados, diseñados expresamente para trabajar en invernaderos.

■ Hoy día es imprescindible realizar tratamientos optimizados desde el punto de vista técnico y agronómico; son aquellos que proporcionan deposiciones cercanas al umbral de control de la plaga o enfermedad, uniformemente distribuidas en la masa vegetal, minimizando las pérdidas

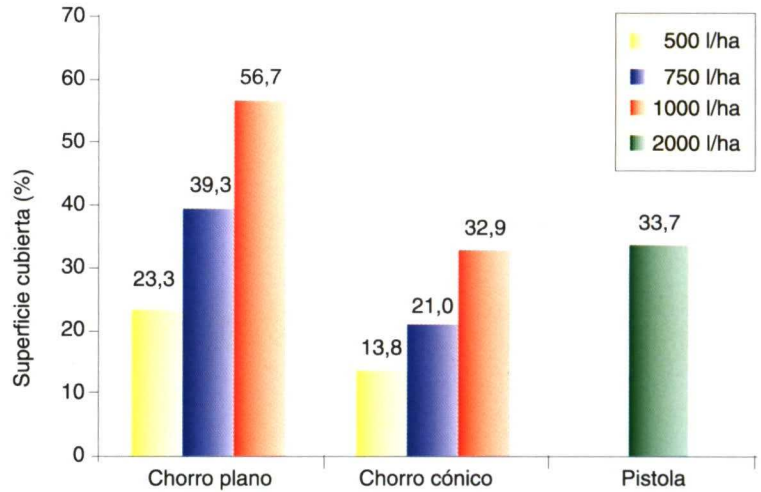
Evaluación de los equipos de aplicación

Debido a los importantes inconvenientes que presentan en los invernaderos los tratamientos fitosanitarios, es primordial conocer el comportamiento de los equipos de pulverización, con el objetivo de poder realizar aplicaciones optimizadas, desde un punto de vista técnico y agronómico.

En este sentido, se ha realizado un estudio que compara y analiza la distribución de productos fitosanitarios originada con una pistola hidráulica, en las condiciones de trabajo usuales en la zona, y la originada con un equipo autopropulsado dotado de una barra pulverizadora vertical.

Se han ensayado dos configuraciones diferentes de dicha barra pulverizadora: una equipada con boquillas de chorro plano o abanico (Teejet DG 9501 EVS) y otra con boquillas de chorro cónico (Teejet TXA 8001 VK). En ambos casos

Figura 1:
Porcentaje de superficie cubierta a distintos volúmenes de aplicación



se ha trabajado con 3 volúmenes de aplicación (500, 750 y 1000 l/ha) y presión de 15 bar. La pistola pulverizadora es de salida simple y está equipada con boquilla de chorro có-

nico de alto caudal. Con este sistema se han aplicado 2000 l/ha a una presión de 38 bar. Estas condiciones de aplicación son las normalmente empleadas en los invernaderos.



acom
agrocomponentes

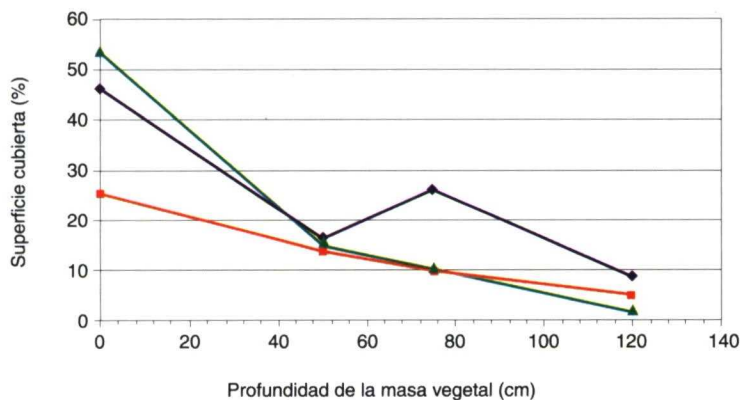
La Energía ni se crea ni se destruye...
Acom la transforma

Pol. Ind. Los Palomares.
Ctra. Balsicas - Murcia Km. 1 Tel.: + (34) 968 585 776 / Fax: + (34) 968 585 770
30.591 Balsicas - Murcia (ESPAÑA) info@agrocomponentes.es - www.agrocomponentes.es





Figura 2:
Superficie cubierta a distintas profundidades en la masa vegetal para distintos equipos pulverizadores.



◆ Chorro plano (750 l/ha) ■ Chorro cónico (750 l/ha) ▲ Pistola (2000 l/ha)

La evaluación de los tratamientos se ha realizado sobre un cultivo de tomate (cv. Boludo), en pleno desarrollo (LAI de 3.25) y con una densidad de plantación de 2 plantas/m². Para caracterizar la pulverización se han empleado tiras de papel hidrosensible distri-

buidas en la masa vegetal a 3 alturas y 4 profundidades distintas.

Los ensayos realizados han permitido establecer que el empleo de pistolas pulverizadoras a elevados volúmenes y presiones en invernaderos, origina una pobre distribución del producto fitosa-

Equipos con barras pulverizadoras verticales: a la izquierda, carro manual; a la derecha, vehículo autopropulsado articulado. Ambos de Carretillas Amate.

nitario. Asimismo, los resultados muestran que se consiguen resultados similares empleando una pulverizadora vertical con boquillas de chorro plano, trabajando a una presión sensiblemente inferior, 15 bar frente a los 38 bar de la pistola, y distribuyendo un volumen de 750 l/ha (Figura 1). Esto supone una reducción del volumen de 2,6 veces, además del ahorro energético motivado por el empleo de presiones más bajas.

Por otra parte, se observa un mejor comportamiento de las boquillas de chorro plano frente a las de chorro cónico, para un mismo volumen de aplicación. Por término medio, la superficie cubierta en la masa vegetal con las boquillas de chorro plano es aproximadamente un 75% superior que con las boquillas de chorro cónico.

Por lo que respecta a la penetración del tratamiento en la masa vegetal, en la Figura 2 se muestra la evolución de la superficie cubierta para las distintas profun-

didadas muestreadas en los tres casos comparados en este estudio.

Sólo se han representado los resultados obtenidos con la barra pulverizadora vertical distribuyendo 750 l/ha, ya que como se ha comentado, cuando se emplea este volumen con boquillas de chorro plano, se obtienen resultados de cobertura en la masa vegetal similares a los obtenidos con la pistola pulverizadora. Los resultados muestran que, salvo en el plano inicial, las boquillas de chorro plano presentan una mejor penetración en la masa vegetal en las condiciones ensayadas.

Esto puede deberse a la mayor inercia de las gotas generadas en las boquillas de chorro plano, que presentan un mayor tamaño, así como a la distribución de los chorros de cada boquilla que no se interceptan en el origen, tal y como ocurre en el caso de las boquillas de chorro cónico.

En el caso de la pistola, la mayor parte de las gotas quedan retenidas en las hojas más externas del cultivo, por lo que la penetración resulta muy pobre, sobre todo si tenemos en cuenta que se está distribuyendo un volumen de 2000 l/ha. El hecho de utilizar presiones elevadas (38 bar) hace que las gotas tengan un diámetro muy pequeño, y no posean la inercia suficiente para alcanzar zonas más profundas de la masa vegetal. Esto da lugar a que se produzcan importantes pérdidas de fitosanitario por goteo sobre el suelo, en

Las barras pulverizadoras verticales originan mayor deposición y penetración de fitosanitario en la masa vegetal, requieren menores volúmenes de aplicación y reducen los riesgos medioambientales y de exposición de los operarios

las zonas más externas de la masa vegetal.

Conclusiones

A modo de resumen se puede destacar que, para optimizar los tratamientos fitosanitarios en invernadero se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El empleo de barras pulverizadoras verticales originan mayor deposición y penetración de fitosanitario en la masa vegetal, requieren menores volúmenes de aplicación y reducen los riesgos medioambientales y de exposición de los operarios.

- Las boquillas de chorro plano garantizan una mayor deposición en la masa vegetal y menores pérdidas en el suelo.

- El empleo de presiones elevadas no mejora ni la deposición en la masa vegetal ni la penetración.

Bibliografía

- FIAPA, 2004. "Estudio multitemporal sobre la evolución de la superficie invernada en la provincia de Almería por términos municipales desde 1984 hasta 2004".
- Garzón, E.; López, L.; Sanchez-Hermosilla, J.; Barranco, P.; Agüera, I.; Cabello, T. 2000. "Eficacia técnica de la aplicación de fitosanitarios con cañón atomizador". *Vida Rural* 112: 44-48.
- Instituto Cajamar, 2003. "Análisis de la campaña hortofrutícola en Almería. Campaña 2002/2003".
- MAPA, 2004. "Anuario de estadística agroalimentaria".
- Nuyttens, D.; Windey, S.; Sonck, B. 2004. "Optimisation of a Vertical Spray Boom for Greenhouse Spray Applications". *Biosystems Engineering* 89 (4), 417-423.
- Sánchez-Hermosilla, J.; Medina, R.; Gázquez, J.C., 2003. "Improvements in pesticide application in greenhouses". Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing.
- Sánchez-Hermosilla, J.; Rodríguez, F. 2007. "Nuevas técnicas de aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos". 10º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal. 175-192.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación al Ministerio de Educación y Cultura, en el marco del Proyecto AGL2005-00982 y AGL2005-00848, y a la Fundación Cajamar por el uso de sus instalaciones.

agrotek

Balsas y depósitos fabricados por Agrotek para rendir durante muchos años

Capacidad desde 8 m³ hasta 2.000 m³ en depósitos por segmentos desmontables



Adecuados en aplicaciones específicas para productos de difícil contenimiento, mediante el uso de materiales probados en laboratorio y avalados por la práctica de 20 años de trabajo e I+D.

PLÀSTICS TÈCNICS
I AGROTECNOLOGIA, S.L.

Camí del Mig s/n. (Pol. Ind. Pla d'en Boet)
Apdo. Correos 120 - 08300 MATARÓ (Barcelona)
Tel. 93 757 30 25 - Fax 93 757 21 83

e-mail: plastics@arrakis.es web: www.plastictecnics.com