

# estación experimental



## MEJORA EN LA APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS EN CULTIVOS DE INVERNADERO.

SÁNCHEZ-HERMOSILLA, J.

R. MEDINA

M. A. AGUILAR

F. CARVAJAL

J. C. GAZQUEZ

2º Congreso Nacional Agroingeniería.

Córdoba, 24 al 27 de septiembre 2003

Resumen. Pág. 121-122

## Mejoras en la aplicación de fitosanitarios en cultivos de invernadero

Sánchez-Hermosilla, J.; <sup>(1)</sup>Medina, R.; Aguilar, M.A.; Carvajal, F.;  
<sup>(2)</sup>Gázquez, J.C.

*Departamento de Ingeniería Rural, Universidad de Almería, Ctra. Sacramento s/n,  
E-04120, Almería, España, Tfno. 950 015107, jusanche@ual.es*

*<sup>(1)</sup>Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería (FIAPA)*

*<sup>(2)</sup>Estación Experimental "Las Palmerillas" (CAJAMAR)*

**Resumen:** Se ha ensayado una barra de tratamiento vertical como alternativa a las pistolas pulverizadoras utilizadas habitualmente en las aplicaciones fitosanitarias en invernaderos. Se han utilizado con dos tipos de boquillas, de abanico y de cono hueco, y se han distribuido con cada una de ellas 3 volúmenes unitarios en un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Para evaluar los tratamientos se ha utilizado papel hidrosensible como colector artificial distribuido en el cultivo. Los resultados obtenidos muestran un mejor comportamiento de las boquillas de abanico, así como la reducción de los volúmenes de aplicación respecto a los que se emplean habitualmente en la zona.

**Palabras clave:** cultivo de tomate, invernadero, aplicaciones fitosanitarias, boquillas

**Abstract:** Two types of nozzle, flat fan and hollow cone, and three application volumes, 1000, 750 and 500 l/ha, were tried in tomato crop (*Lycopersicon esculentum*) cultivated in greenhouse to evaluate the effectiveness of the treatments. The applications were made with a vertical boom sprayer installed in a hydraulic test equipment. In order to evaluate the quality of the treatments water-sensitive paper was used like artificial collector. The obtained results show a better behavior of the flat nozzle than the hollow cone in all the tests and demonstrating a possible reduction of application volumes with respect to that habitually they are used.

**Keywords:** Tomato crop, greenhouse, pesticide application, nozzle

### 1. Introducción

El control de las plagas y las enfermedades en los cultivos protegidos del sudeste español se realiza fundamentalmente mediante la aplicación de productos químicos, aunque en los últimos años se están introduciendo nuevos métodos de control menos agresivos para el medio ambiente y la salud de los trabajadores, como son la lucha integrada y la aplicación de productos químicos de baja peligrosidad [1,2]. No obstante, se trata de métodos que aún no se encuentran muy difundidos en la zona.

Es significativo que los problemas provocados por plagas y enfermedades son en la actualidad la mayor preocupación para el 76% de los agricultores [3]. Este hecho ha propiciado un aumento progresivo en el consumo de fitosanitarios, destacando sobre todo el de insecticidas, debido al papel que juegan los insectos en la transmisión de enfermedades víricas [3].

La mayor parte de las aplicaciones fitosanitarias se realizan mediante pistolas o lanzas hidráulicas portadas por un operario y unidas un depósito con el producto químico mediante una red de tuberías estratégicamente distribuidas en el interior del invernadero. Este sistema se caracteriza por su baja eficacia debida a la falta de

uniformidad de la distribución de caldo [4], en la que juega un papel importante la pericia del operario, y por los elevados riegos para la salud y el medio ambiente, derivados de las condiciones ambientales en el interior del invernadero y a las elevadas pérdidas de producto [5].

El objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de una barra de pulverización vertical, concebida como alternativa a los métodos de aplicación con pistola, mayoritarios en la zona de estudio.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Cultivo

Los ensayos se han realizado en un invernadero curvo asimétrico, situado en la EE. Las Palmerillas de Cajamar, sobre un cultivo de tomate cv. Boludo, formado a un brazo en tacos de lana de roca con dos plantas cada uno y con un marco de plantación de 2x1 m. La altura de las plantas en el momento de realizar los ensayos fue aproximadamente de 2 m y el índice de área foliar de 3,25.

### 2.2 Equipo de tratamiento y ensayos realizados

Los tratamientos se han realizado empleando el equipo móvil de ensayos, desarrollado en la Universidad de Almería, y dotado de una de una barra vertical de pulverización que se desplaza a unos 30 cm del cultivo (Figura 1).

El equipo móvil de ensayos consiste en una plataforma accionada por un motor trifásico y sobre la que se dispone los elementos que constituyen el sistema de pulverización, así como los sensores y sistemas de control necesarios para medir y regular las variables que intervienen en la pulverización (presión, caudal y velocidad de trabajo).



*Figura 1. Equipo de ensayos*

Se han ensayado dos configuraciones diferentes de la barra vertical. Una equipada con 3 boquillas de abanico (Teejet DG 9501 EVS) separadas 60 cm y otra con 4 boquillas de cono hueco (Teejet TXA 8001 VK) separadas 40 cm. En ambos casos se ha trabajado a una presión de 1500 kPa y con 3 volúmenes unitarios (500, 750 y 1000 l/ha), que se han obtenido modificando la velocidad de avance (Tabla 1) y aplicando por un lado de la línea de cultivo.

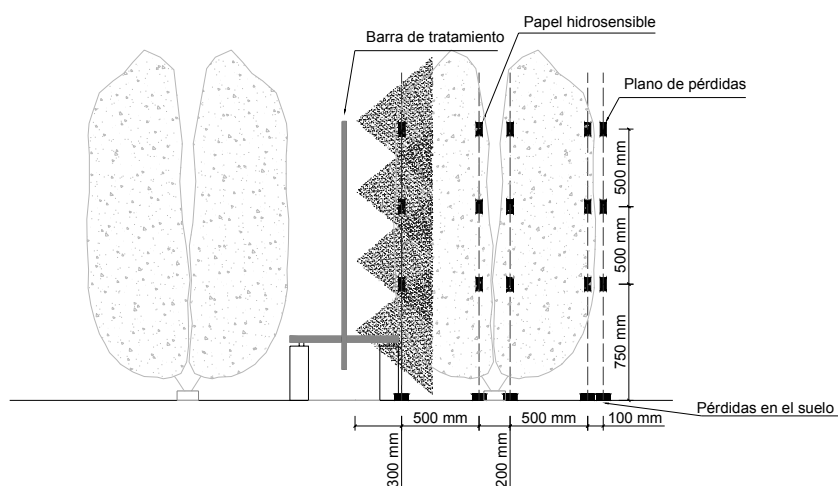
*Tabla 1. Tratamientos aplicados en los ensayos*

| Ensayo* | Tipo boquilla | Nº Boquillas | Presión (bar) | Caudal (l/min) | Velocidad (m/s) | Volumen (l/ha) |
|---------|---------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| P05     | Abanico       | 3            | 15            | 0,87           | 0,87            | 500            |
| P07     | Abanico       | 3            | 15            | 0,87           | 0,58            | 750            |
| P10     | Abanico       | 3            | 15            | 0,87           | 0,43            | 1000           |
| C05     | Cono hueco    | 4            | 15            | 0,82           | 1,09            | 500            |
| C07     | Cono hueco    | 4            | 15            | 0,82           | 0,73            | 750            |
| C10     | Cono hueco    | 4            | 15            | 0,82           | 0,55            | 1000           |

\* Código ensayos: P, boquilla de abanico; C, boquilla cono hueco; 05, 500 l/ha; 07, 750 l/ha; 10, 1000 l/ha

### 2.3 Toma de muestras

Las muestras se tomaron sobre dos plantas dentro de la misma fila separadas 2 m, considerando cada una como una repetición. Las plantas seleccionadas se dividieron en tres alturas situadas a 75 cm, 125 cm y 175 cm, respecto al suelo y en 4 profundidades localizadas a 30 cm, 80 cm, 100 cm y 150 cm, respecto a la barra de tratamiento (Figura 2). En cada altura y cada profundidad se diferencian dos zonas de muestreo: haz y envés.



*Figura 2. Localización de los puntos de muestreo*

Para evaluar las pérdidas en el suelo se tomaron muestras a nivel de suelo situadas debajo de los planos que definen las 4 profundidades de muestreo, y debajo de un quinto plano, situado a 160 cm de la barra de pulverización.

Las pérdidas que se producen por atravesar la masa vegetal, se han medido colocando un plano (plano de pérdidas) situado aproximadamente a 10 cm del último plano definido para caracterizar la pulverización. Este plano se ha materializado en la línea de cultivo, colocando dos hilos de rafia sujetos en la malla de tutorado y en el suelo, y se ha dividido en 3 alturas, coincidiendo con las definidas para el cultivo.

#### 2.4. Análisis de las muestras.

Para la evaluación de las aplicaciones se utilizaron tiras de papel hidrosensible de 76x26 mm (Novartis). De cada muestra se digitalizó un rectángulo de 20x15mm con un escáner HP 5400c (Hewlett-Packard Co.), configurado para obtener imágenes en formato TIFF a 8 bit en escala de grises y 2400 ppp de resolución. La aplicación informática que se empleó para la captura de las imágenes fue HP Precisionscan Pro 3.13 (Hewlett-Packard Co.).

Para el análisis de las imágenes se ha utilizado el software UTHSCSA Image Tool Versión 3.00 desarrollado por Texas University, Health Science Center. El mayor problema que presenta esta metodología de análisis de la superficie cubierta es la aplicación de el umbral de binarización mas adecuado para cada una de la imágenes; por ello se ha usado un modelo adaptativo de selección del umbral que depende de las características del histograma de grises de la muestra (datos sin publicar).

### 3. Resultados y discusión.

#### 3.1. Superficie cubierta.

En la Tabla 2 se recogen los valores medios de la superficie cubierta total en las hojas y en las dos zonas de muestreo, el haz y el envés. El análisis del porcentaje de superficie cubierta total para los distintos volúmenes de aplicación muestra que la boquilla de abanico cubre mayor superficie que la de cono hueco para todos los volúmenes. Lo que da lugar a que la superficie cubierta sea similar empleando boquillas deorro plano y boquillas de chorro cónico, distribuyendo 500 l/ha y 750 l/ha respectivamente.

*Tabla 2. Superficie cubierta total, en el haz y en el envés*

| Tratamiento | Boquilla   | Volumen (l/ha) | Superficie Cubierta (%) |                     |                    |
|-------------|------------|----------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
|             |            |                | Total                   | Haz                 | Envés              |
| P05         | Abanico    | 500            | 23,32 <sup>ab</sup>     | 22,44 <sup>ab</sup> | 0,88 <sup>ab</sup> |
| P07         | Abanico    | 750            | 39,32 <sup>bc</sup>     | 34,07 <sup>bc</sup> | 5,25 <sup>ab</sup> |
| P10         | Abanico    | 1000           | 56,67 <sup>c</sup>      | 43,81 <sup>c</sup>  | 12,86 <sup>c</sup> |
| C05         | Cono hueco | 500            | 13,80 <sup>a</sup>      | 13,71 <sup>a</sup>  | 0,09 <sup>a</sup>  |
| C07         | Cono hueco | 750            | 20,97 <sup>ab</sup>     | 17,80 <sup>ab</sup> | 3,17 <sup>ab</sup> |
| C10         | Cono hueco | 1000           | 32,85 <sup>abc</sup>    | 24,81 <sup>ab</sup> | 8,04 <sup>bc</sup> |

Valores en columna seguidos de la misma letra no muestran diferencias significativas (P=0.05; Fisher LSD test)

Analizando los datos de las dos zonas de la hoja muestreada (haz y envés) se observa que para todos los tratamientos la mayor parte de los impactos se concentran en el haz. Este efecto es negativo desde el punto de vista de la eficacia biológica, ya que algunas de las plagas más problemáticas se localizan principalmente en el envés. Para todos los ensayos realizados la superficie cubierta en el haz ha resultado 5 veces mayor que la del envés.

### 3.3 Pérdidas

Se han considerado dos tipos de pérdidas. Las que se producen en el suelo bien por la caída directa de producto fitosanitario, bien por escurrimiento, y las que se producen por atravesar la masa vegetal (plano pérdidas).

Se observa que las pérdidas en el suelo (Tabla 3) aumentan con el volumen aplicado y que estas son mayores cuando se utilizan boquillas de abanico, para un mismo volumen de aplicación. Por término medio, para todos los ensayos realizados las pérdidas en el suelo han sido aproximadamente un 50% superiores con las boquillas de abanico que con las cónicas.

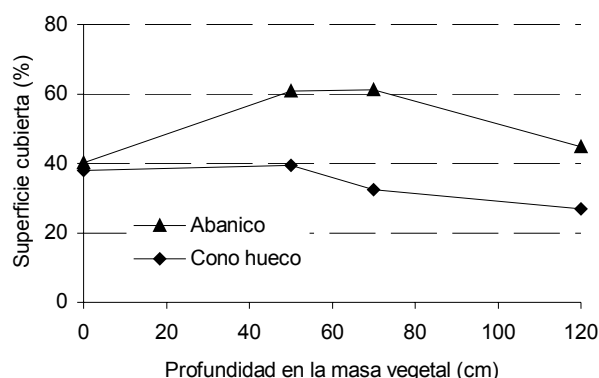
*Tabla 3. Pérdidas en el suelo y a través de la masa vegetal*

| Tratamiento | Boquilla   | Volumen (l/ha) | Pérdidas (%)        |                    |
|-------------|------------|----------------|---------------------|--------------------|
|             |            |                | suelo               | Fila adyacente     |
| P05         | Abanico    | 500            | 36,47 <sup>a</sup>  | 0,00 <sup>a</sup>  |
| P07         | Abanico    | 750            | 51,87 <sup>ab</sup> | 6,47 <sup>b</sup>  |
| P10         | Abanico    | 1000           | 69,21 <sup>b</sup>  | 6,80 <sup>b</sup>  |
| C05         | Cono hueco | 500            | 31,51 <sup>a</sup>  | 0,00 <sup>a</sup>  |
| C07         | Cono hueco | 750            | 30,84 <sup>a</sup>  | 0,22 <sup>a</sup>  |
| C10         | Cono hueco | 1000           | 41,79 <sup>ab</sup> | 1,40 <sup>ab</sup> |

Valores en columna seguidos de la misma letra no muestran diferencias significativas (P=0.05; Fisher LSD test)

El hecho de que las boquillas cónicas proporcionen menores pérdidas que las de abanico y, como se ha visto anteriormente, menor grado de recubrimiento en la masa vegetal, indica que para un mismo volumen unitario, en el interior de la masa vegetal circula una mayor cantidad de caldo cuando se emplean boquillas de abanico. De tal manera que analizando los resultados obtenidos para las pérdidas en el suelo en los diferentes planos de muestreo (Figura 3) se observa como los valores medios, para los diferentes volúmenes ensayados, son superiores para las boquillas planas que para las cónicas.

Cuando se analizan las muestras colocadas en el plano de pérdidas, que reciben el caldo que atraviesa la masa vegetal, la superficie manchada también aumenta en todos los casos con el volumen de aplicación. Los resultados obtenidos (Tabla 3) muestran un valor medio para todos ensayos realizados con la boquillas de abanico del 4,4% y del 0,5% para las de cono. Estos resultados vuelven a poner de manifiesto el mayor poder de penetración de las boquillas de abanico.



**Figura 3.** Pérdidas en el suelo a diferentes profundidades en la masa vegetal

#### 4. Conclusiones

Los ensayos realizados muestran que las boquillas de abanico tienen un mejor comportamiento, en cuanto a superficie cubierta y penetración, que las de cono hueco, para un mismo volumen unitario de aplicación. El empleo de boquillas de abanico permite obtener resultados similares a las cónicas empleando volúmenes inferiores. Si se considera que el 30% de superficie cubierta es adecuado para tener un buen grado de control (Holownicki et al., 2002) se podrían realizar aplicaciones por debajo de 750 l/ha usando utilizando boquillas de abanico.

#### 5. Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación a CAJAMAR/UAL por el proyecto “Diseño y ejecución de maquinaria adaptada a la distribución de productos fitosanitarios en invernaderos” y a la FIAPA por el proyecto “Evaluación y mejora de los equipos de tratamientos fitosanitarios en cultivos protegidos”.

#### 6. Bibliografía

1. R. Moreno, M. Téllez, E. Benítez, J. Gómez, M. Rodríguez,, E. Sáez, J. Belda, R. Cañero, T. Cabello, (1993). *Lucha integrada en cultivo bajo plástico en el Sur de España*. Horticultura 4(1):41-54.
2. S. Planas, (1994). *Los tratamientos fitosanitarios*. Vida Rural 2:59-61.
3. M. Sánchez, J. Pérez, M. Marín, A. Céspedes, (2001). *Estudio de la demanda de inputs auxiliares: Producción y manipulación en el sistema productivo almeriense*. Almería: Fundación para la investigación agraria en la provincia de Almería.
4. E. Garzón, J. Sánchez-Hermosilla, I. Agüera, P. Barranco, T. Cabello, (2000). *Evaluación de la eficacia técnica de los diferentes tipos de pistolas utilizados en cultivos en invernadero*. Cuadernos De Fitopatología 65:97-115.
5. S. Planas, (2000). *Tratamientos químicos en invernadero*. Vida Rural 102:54-56.