

Eficiencia de la pulverización en cultivo de pimiento en invernadero tipo Almería

E. GARZÓN, I. AGÜERA, T. CABELLO y L. JUSTICIA

Se ha realizado un ensayo con el fin de evaluar la eficacia de la distribución de fitosanitarios, mediante pulverización a alto volumen, en cultivos bajo plástico de Almería. Se llevó a cabo en un invernadero de pimiento localizado en el C.I.F.H. de Almería, las presiones de trabajo utilizadas fueron 10, 20, 30 bares. La distribución de gotas se analizó mediante colorante (azul de metileno).

Los resultados indican una muy baja eficacia técnica de las pulverizaciones en cultivos en invernaderos. Igualmente se ha encontrado que la superficie cubierta, por pulverización, no está relacionada con la presión de trabajo en el haz, pero sí en el envés; de la misma forma, se ha evidenciado que se produce una sobredosificación en la parte alta y haz, de la planta, frente a una subdosificación en la zona baja y envés; todo ello evidencia, una muy baja eficiencia del control fitosanitario en cultivos de invernadero del SE de España.

E. GARZÓN: Departamento de Ingeniería Rural. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n. 04120 - Almería.

I. AGÜERA y T. CABELLO: Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n. 04120 - Almería.

L. JUSTICIA: C.I.F.H de Almería. Junta de Andalucía. Ctra. Nacional 340, km, 90 - La Mojonera (Almería).

Palabras Clave: Cultivos, invernaderos, fitosanitarios, pulverización, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Almería ocupa el primer lugar en la producción hortícola española y figura entre las primeras provincias por su producción final agrícola, todo lo cual se ha producido en un corto período de tiempo, gracias a los cultivos hortícolas (LÓPEZ, *et al.*, 1994). La problemática de plagas y enfermedades en cultivos bajo plástico es particularmente grave, y mucho más que en cultivos al aire libre, debido a causas como son (CABELLO *et al.*, 1990; MORENO *et al.*, 1993; CABELLO y CAÑERO, 1994): (1) Condiciones climáticas fuera y dentro del invernadero, son idóneas para la proliferación de plagas y enfermedades. (2) Ciclo de los cultivos protegidos dis-

tinto al de los cultivos al aire libre, por lo que, son los únicos hospedantes, en determinadas épocas del año. (3) Mayor intensificación de la agronomía (densidad de plantas, fertilización, etc.) de los cultivos. (4) Introducción periódica de nuevas plagas y enfermedades. Y por último, (5) Tanto la estructura como el tipo de invernadero, son poco adecuados para reducir las infestaciones.

Para tratar de solucionar la problemática de plagas y enfermedades se utiliza principalmente la lucha química. Esta se distribuye en un 40% de aplicación de insecticidas/acaricidas, 51% de fungicidas y 9% de otros productos fitosanitarios (CABELLO, 1996). Ello supone unos costes medios del control químico de plagas y enfermedades en los

principales cultivos hortícolas de Almería de 20,39 Pt./m², este valor es elevado (CABELLO y CAÑERO, 1994).

La forma más frecuente de utilización de plaguicidas en cultivos hortícolas es la pulverización (64,6%), seguido del espolvoreo (23,5%), riego y otras formas (11,9%). Los equipos de pulverización más utilizados son la instalación fija con el 71,5%, carretilla (18,5%) y con cuba el 10%, en todos los casos se trata de pulverización de alto volumen (AGÜERA *et al.*, 1997).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la eficacia del control de las técnicas de pulverización más empleadas en invernaderos del SE de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en febrero de 1996, sobre un cultivo de pimiento, variedad Spartacus y de fecha de plantación el 20 de agosto de 1995, que se situó en un invernadero del Centro de Investigación y Formación Hortícola (C.I.F.H.) de Almería, siendo un invernadero tipo «Parral-Almería» y con una superficie total de 1.500 m². La parcela que se escogió para el ensayo, comprendió 12 filas, con 25 plantas por fila, lo que supuso una superficie de 150 m². Las técnicas agronómicas empleadas fueron las usuales de la zona.

El equipo de tratamiento, tipo carretilla para ensayos estuvo constituido por un motor de gasolina (imovilite (ip)), con una potencia de 22 Kw; una bomba de membrana con presión máxima de trabajo de 30 bares, además de un depósito graduado de 25 l de capacidad. El tratamiento, se realizó con una pistola de llave giratoria con una boquilla de 1,5 mm de diámetro y difusor, anterior a la pistola, se acopló un manómetro (GYM), midiendo presión hasta 100 bares, calibrado antes de cada tratamiento; igualmente existía otro manómetro a la salida de la bomba.

Las presiones de trabajo utilizadas en el ensayo fueron: 10, 20 y 30 bares. Para cada una de esas presiones se trataron 2 filas de

cultivo (marco de plantación: 2 plantas/m.l. y 1m entre filas). El gasto que hubo para cada tratamiento fue de: 2.333 l/ha a 30 y 20 bares y 1.333 l/ha a 10 bares. El tratamiento se realizó con una temperatura ambiental de 13 °C y una humedad relativa del 50%.

Para el estudio de la distribución de la pulverización se empleó el método de tinción con azul de metileno, a una concentración de 1,5 g/l de agua, adicionando 1cc/l de mojan-te. Se utilizó papel milimetrado convenientemente señalado y sujeto a las hojas de las plantas con un clips, utilizando como base un porta. Se situó el papel a 3 alturas: alta, media y baja de la planta, en posición vertical, disponiéndose en plantas alternativas. Se dejan 2 plantas al principio y 3 al fondo, con lo que, en cada fila se han empleado 10 plantas. El papel milimetrado estuvo dividido en dos partes, una como haz y otra como envés. Las alturas medias de las plantas, y las alturas medias a las que se colocaron los papeles, fueron las siguientes: altura media de las plantas (130 cm), altura media del porta en la parte alta (121 cm), altura media del porta en la parte media (71 cm), altura media del porta en la parte baja (24,4 cm).

El recuento de la distribución de la pulverización se realizó bajo lupa binocular, en cada una de las muestras, tomando 4 submuestras (0,5 × 0,5 cm) en el haz y 4 en el envés. Para ello, se utilizó una gradilla situada en el ocular dotada para medición de diámetros y superficies. Se procedió de dos formas, el primer caso, cuando la pulverización se realizó con formación de gotas, se contó el número de impactos y se midió su diámetro, a partir de ello se calculó la superficie cubierta. En el segundo caso, cuando la distribución era irregular, sólo se midió la superficie cubierta mediante las cuadrículas graduadas de la gradilla.

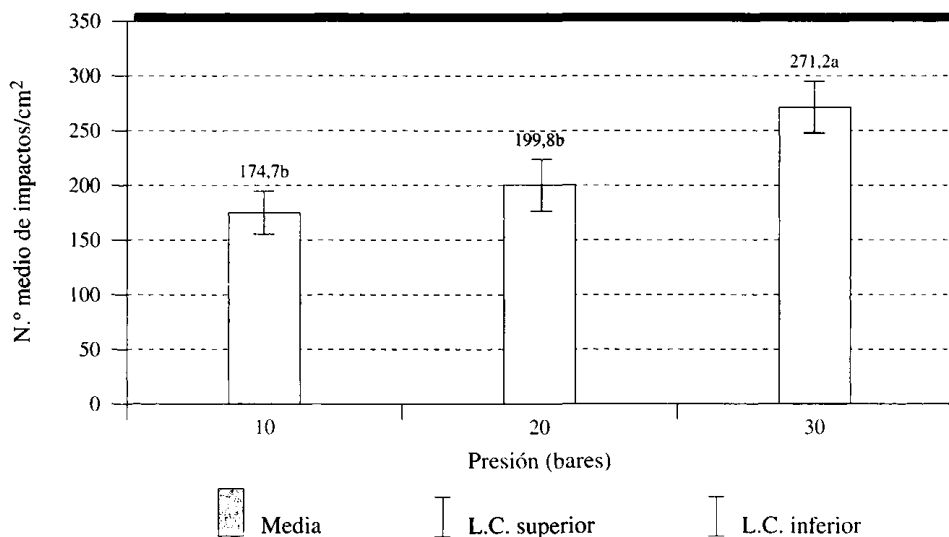
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos destacan los siguientes en función de los parámetros analizados:

Número de impactos

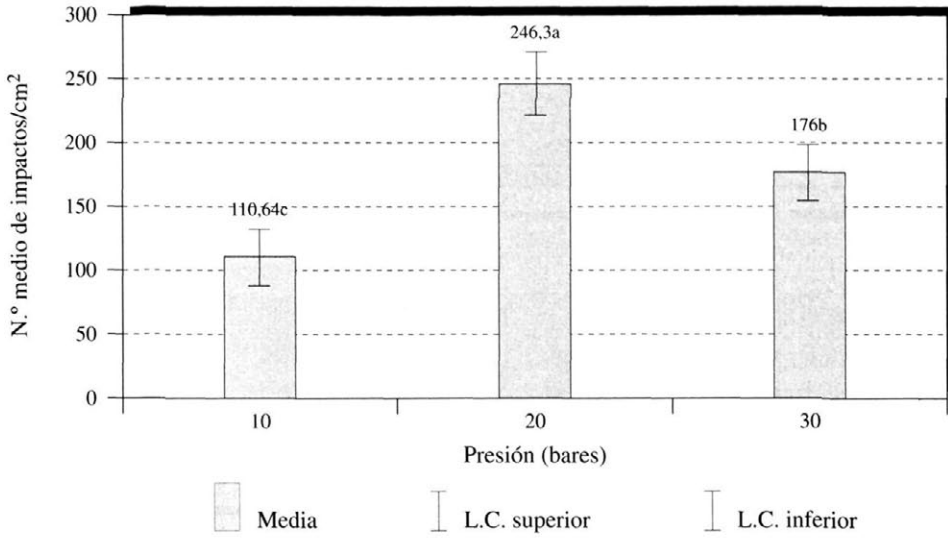
El número medio de impactos por cm^2 , en el haz de la hoja, según presión de trabajo, se recoge en la figura 1. Se puede apreciar que, a 10 bares el número medio de impactos por cm^2 es de 174,76, a 20 bares de 199,8 y a 30 bares de 271,2, lo que indica que, a mayor presión hay un mayor número de impactos. Según el análisis de varianza hubo un efecto significativo de la presión en el número de impactos ($P < 0,01$). A su vez el envés de la hoja, se representa en la figura 2, se obtuvieron 110,64 impactos por cm^2 para una presión de 10 bares, 246,28 impactos por cm^2 para una presión de 20 bares y de 176,08 para una presión de 30 bares, lo que indica que, el número de impactos por cm^2 es menor en el envés que en el haz para todas las presiones, menos para la presión de 20 bares, en la que hay un aumento de impactos. Según el análisis de la varianza hubo un efecto significativo de la presión en el número de impactos ($P < 0,01$).

El número medio de impactos por cm^2 , en el haz de la hoja, a distintas alturas, se recoge en la figura 3. En la parte alta hubo menos impactos/ cm^2 (187,4) que en la parte media (224,6) y en la baja (226,68); sin embargo, no se presentó efecto significativo en el análisis de varianza. En este punto es interesante no confundir el número de impactos con la superficie cubierta, efectivamente en la parte alta de la planta hay menos impactos, ya que, caen en forma de gotas gruesas ó chorreones, sobredosificando esta parte de la planta, ésto no interesa en pulverización. También a distintas alturas, pero en este caso en el envés de la hoja el número medio de impactos por cm^2 , se recoge en la figura 4. Según el análisis de la varianza hubo efecto significativo entre la parte alta, media y baja de la planta en el número de impactos ($P < 0,01$), obteniéndose un número medio de impactos por cm^2 en la parte alta de 298,02, en la media de 164,78 y en la baja de 88,56, al comparar con el haz se aprecia una disminución de



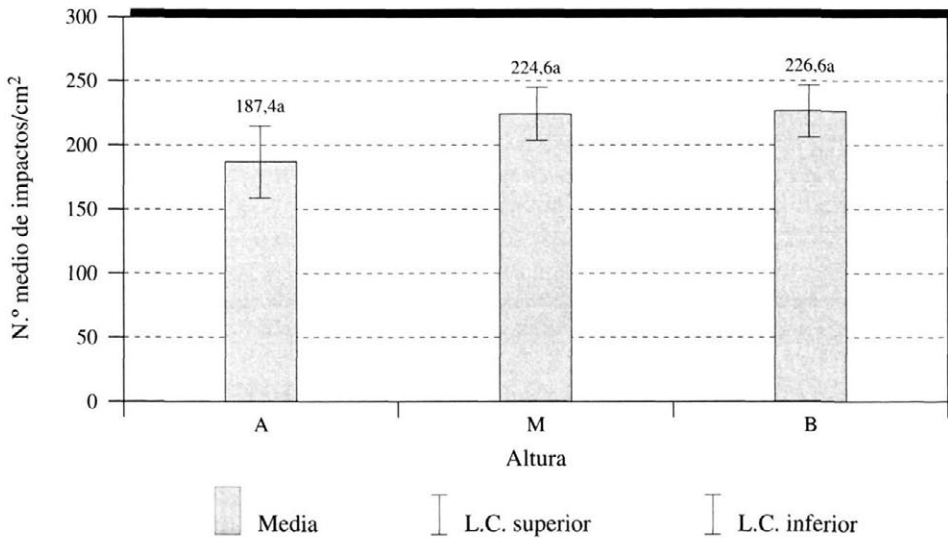
- Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a $P=0.01$.

Fig. 1.-Número medio de impactos por cm^2 , en el haz de la hoja, según presión de trabajo, en un ensayo realizado en invernadero.



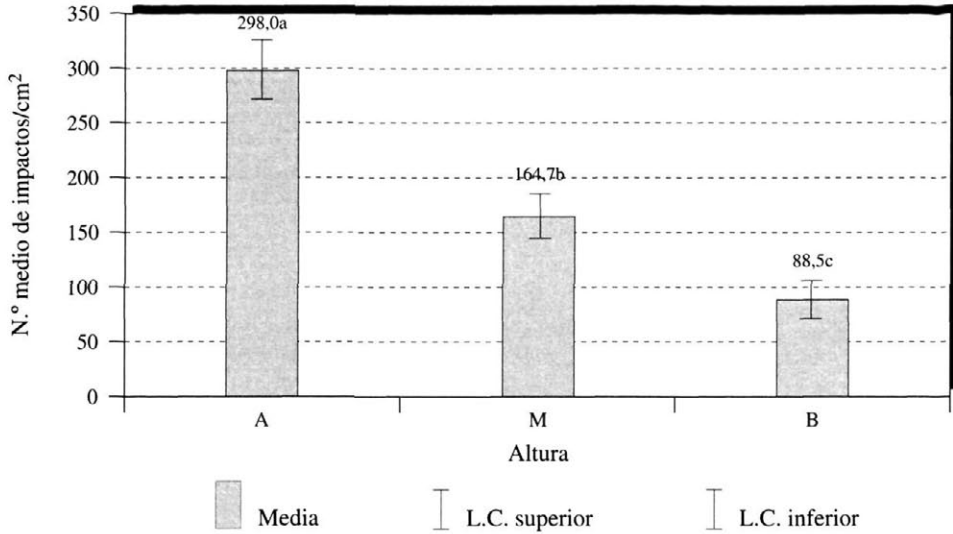
- Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a $P=0,01$.

Fig. 2.-Número medio de impactos por cm^2 , en el envés de la hoja, según presión de trabajo, en un ensayo de invernadero.



- Columnas seguidas por distinta letra no muestran diferencias significativas a $P=0,01$.

Fig. 3.-Número medio de impactos por cm^2 , en el haz de la hoja, a distintas alturas de la misma, en un ensayo de invernadero.



– Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a $P=0,01$.

Fig. 4.–Número medio de impactos por cm^2 , en el envés de la hoja, a distintas alturas de la misma, en un ensayo de invernadero.

impactos por cm^2 en la parte media y baja pero un incremento de éstos en la parte alta de la planta.

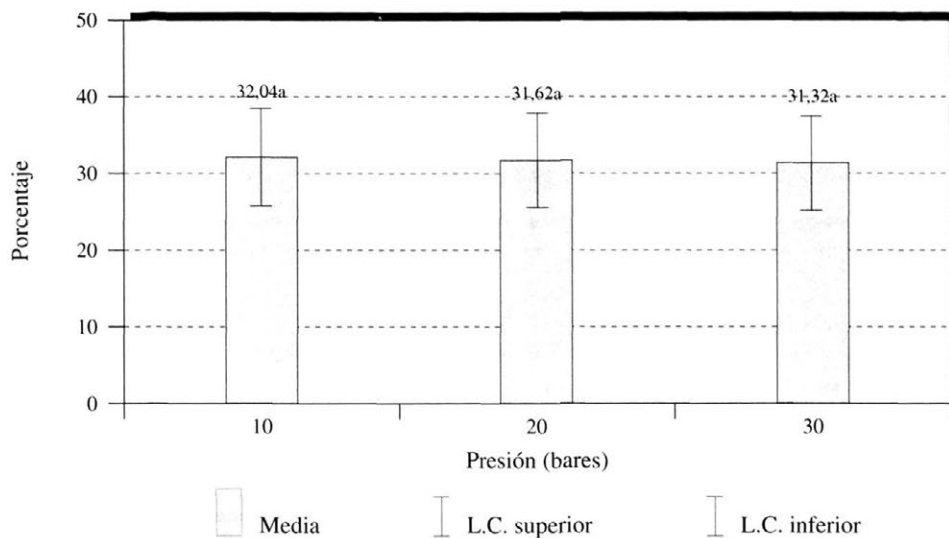
Los resultados anteriores pueden parecer contradictorios, ya que se consideró como un impacto, tanto una gota bien diferenciada, con una mancha irregular, que lógicamente es el resultado de múltiples impactos, que no pudieron discriminarse con la metodología empleada. Por ello el análisis de la superficie cubierta, que se detalla a continuación es más fiel a la realidad.

Superficie cubierta

La distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm^2 , en el haz de la hoja, según presión de trabajo, se representa en la figura 5. Según el análisis de la varianza no hubo efecto significativo de las tres presiones de trabajo (10, 20 y 30 bares) en la superficie media cubierta a ($P < 0,01$). Los porcentajes de superficie media cubierta,

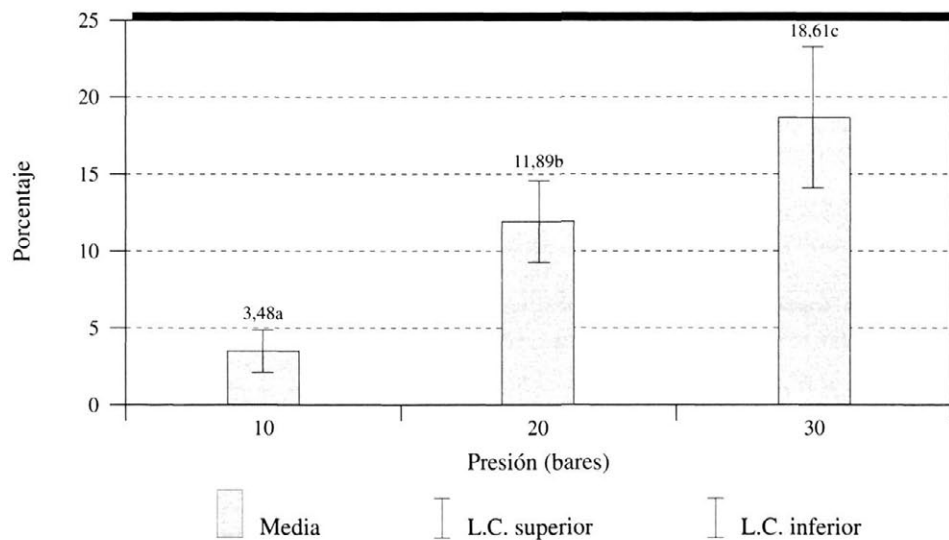
para cada presión, fueron de (32,04%, 31,62% y 31,32%) respectivamente. Sin embargo, para el envés de la hoja, en el análisis de la varianza hubo un efecto significativo de la presión de trabajo ($P < 0,01$). Los resultados se recogen en la figura 6. Los valores porcentuales de superficie cubierta fueron 3,48%, 11,89% y 18,61%, para 10, 20 y 30 bares, respectivamente. Hubo diferencias respecto a la superficie cubierta entre el haz y el envés, en el primero no influyó debido a que la pistola queda tan cerca de la planta al tratar que sobredosifica las hojas. Por el contrario, en el envés al aumentar la presión aumenta la superficie cubierta, ya que la gota adquiere mayor energía cinética y con lo cual mayor alcance.

De la misma forma podemos comparar la distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm^2 , a distintas alturas de la planta. En el haz, como se recoge en la figura 7, se presentó un efecto significativo de la altura en la superficie media cubierta ($P < 0,01$). Obteniendo así, una mayor su-



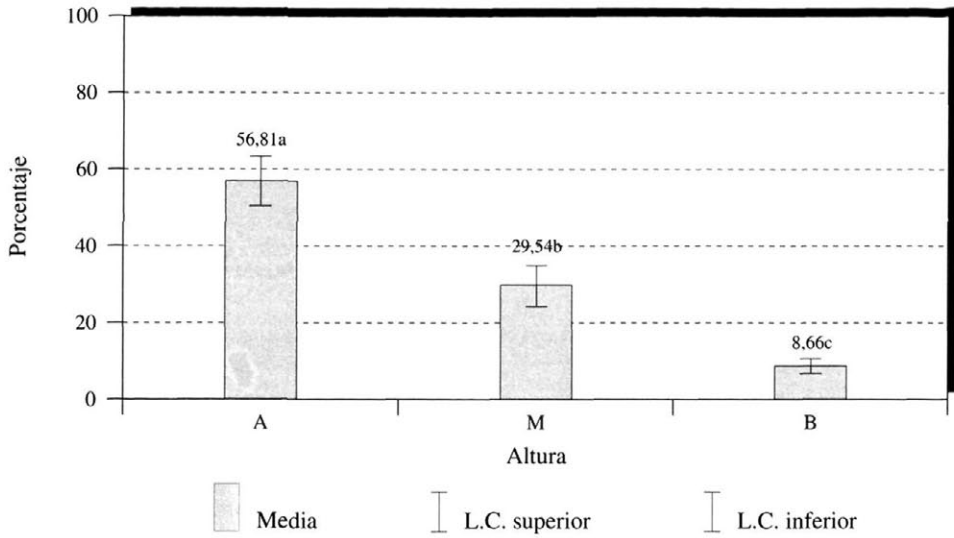
- Columnas seguidas por distinta letra no muestran diferencias significativas a $P=0.01$.

Fig. 5.-Distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm^2 , en el haz de la hoja, según presión de trabajo, en un ensayo de invernadero.



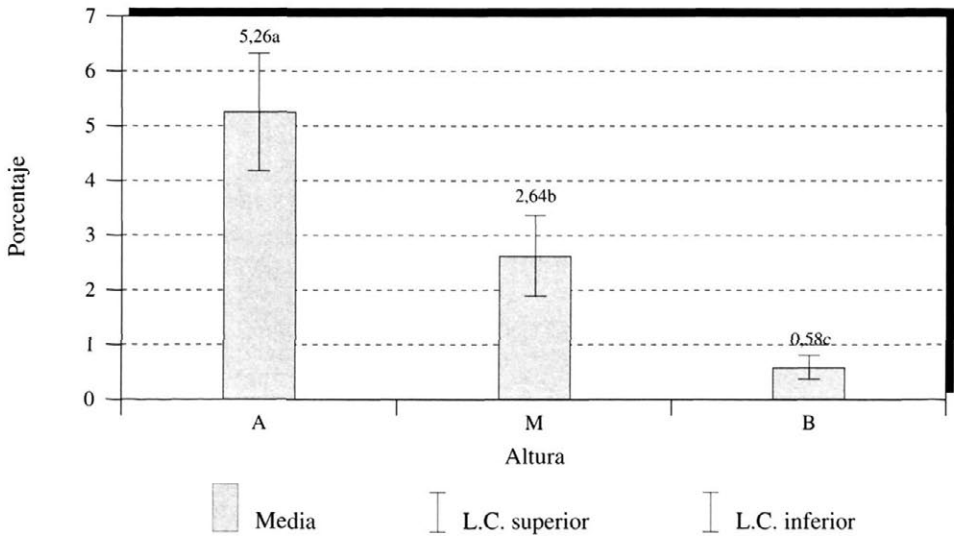
- Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a $P=0.01$.

Fig. 6.-Distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm^2 , en el envés de la hoja, según presión de trabajo, en un ensayo de invernadero.



- Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a P= 0,01.

Fig. 7.-Distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm², en el haz de la hoja, a distintas alturas de la misma, en un ensayo de invernadero.



- Columnas seguidas por distinta letra muestran diferencias significativas a P= 0,01.

Fig. 8.-Distribución porcentual de la superficie media cubierta por cm², en el envés de la hoja, a distintas alturas de la misma, en un ensayo de invernadero.

perficie media cubierta por cm^2 en la parte alta de la planta, con unos valores porcentuales de un 56,81%, frente a la parte media de la planta (29,54%) y a la parte baja (8,66%); lo que indica que, en la parte alta de la planta se cubre más de la mitad de la superficie, en la media se cubre sobre la cuarta parte y en la baja casi no llega caldo a la hoja. Para el envés de la hoja (figura 8), el análisis de la varianza presentó un efecto significativo de las alturas en la superficie media cubierta ($P < 0,01$). Los valores a distintas alturas en el envés fueron 5,26%, 2,64% y 0,58%, para la parte alta, media y baja, respectivamente. Si se compara la superficie cubierta, entre el haz y el envés se encuentra que dicha superficie fue más de diez veces en el haz que en el envés, para las tres alturas consideradas.

Los resultados encontrados en cultivos en invernaderos de nuestra zona, son coincidentes a los señalados para cultivos frutales por PLANAS de MARTÍ (1977a, 1997b), en cuanto a la falta de eficiencia del control químico de plagas y enfermedades, así como del excesivo e innecesario empleo de productos fitosanitarios. En invernaderos del Norte de Europa, en los que el control químico también se realiza por pulverización a alto volumen, se conoce que su efica-

cia es muy baja (SUNDERLAND *et al.*, 1992). Igualmente, la necesidad de mejorar las técnicas de aplicación de pesticidas, ya ha sido también puesta de manifiesto en cultivos en invernaderos en Holanda (VANSTEEKELENBURG, 1992).

CONCLUSIONES

En el ensayo en invernadero, se ha observado una muy baja eficacia técnica de las pulverizaciones debido a:

- a) La presión no influye en la superficie cubierta.
- b) Hubo una sobredosificación de la parte alta, frente a una subdosificación de la parte baja, lo que daría lugar a un mal control.
- c) La forma de tratamiento en filas pareadas hace que la eficacia del tratamiento dentro de las mismas sea muy baja.

Del estudio realizado, se considera imprescindible la mejora de los equipos de tratamientos fitosanitarios en cultivos en invernadero, para aumentar la eficacia de las aplicaciones y reducir los problemas de residuos que puedan presentarse.

ABSTRACT

GARZÓN, E.; AGÜERA, I.; CABELLO, T. y JUSTICIA, L., 1998: Eficiencia de la pulverización en cultivo de pimiento en invernadero tipo Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(Adenda al n.º 4): 857-866.

One trial was carried out in order to evaluate the efficacy of pesticide distribution in greenhouse crops of southeastern Spain. The test was carried out with the usual equipment of the area (high-volume spraying), in a pepper crop located at the Centro de Investigación y Formación Hortícola of Almería (Spain). The used pressures were three: 10, 20 and 30 kg/cm^2 . The droplet size distribution was studied with coloring (methyl blue).

The results showed a low efficiency of the application technique of pesticides in greenhouses. The deposit distribution was very irregular, as much in crop row, as in the plant height (high, medium and low). In due to that the covered surface on the leaf face was not related with the pressure. On the other hand, there was a relationship between pressure and covered surface on the back leaf. Besides, it is demonstrated that exists and excess of treatment on the high part of the plant, as well as on the leaf face. But there is a deficit treatment on the low part of the plant, and on the leaf back.

Key words: Crops, greenhouse, pesticides, high-volume spraying, efficiency.

REFERENCIAS

- AGÜERA, I.; GARZÓN, E.; JUSTICIA, L.; BARRANCO, P. y CABELLO, T., 1997: Caracterización de la maquinaria de tratamientos fitosanitarios en invernaderos del SE. de España. *Phytoma* (en prensa).
- CABELLO, T.; SÁEZ, E.; GÓMEZ, J.; ABAD, M. A. y BELDA, J. E., 1990: Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Ver-gel*, **104**: 640-647.
- CABELLO, T. y CAÑERO, R., 1994: Technical efficiency of plant protection in Spanish greenhouses. *Crop Protection*, **13**: 153-159.
- CABELLO, T., 1996: Utilización de pesticidas en cultivos en invernaderos del sur de España y análisis de los riesgos toxicológicos y medio ambientales. *Phytoma*, **75**: 11-19.
- LÓPEZ BELLIDO, L.; CASTILLO GARCÍA, J. E.; FUENTES GARCÍA, M.; PALOMAR OVIEDO, F.; FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E. J.; VISERAS ALARCÓN, J. y LÓPEZ GARRIDO, F. J., 1994. *Caracterización de los sistemas de producción hortícola de invernaderos en la provincia de Almería*. Edita: F.I.A.P.A. (Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería). I.F.A. (Instituto de Fomento de Andalucía). Almería: 119 pp.
- MORENO, R.; TELLEZ, M. M.; BENÍTEZ, E.; GÓMEZ, J.; RODRÍGUEZ, M. D.; SÁEZ, E.; BELDA, J. E.; CAÑERO, R. y CABELLO, T., 1993: Lucha integrada en cultivos bajo plástico en el sur de España. *Hortofruticultura*, **4** (1): 41-54.
- PLANAS DE MARTÍ, S., 1997a: Eficiencia de los tratamientos fitosanitarios: hacia la reducción generalizada de dosis. *Phytoma*, **92**: 18-20.
- PLANAS DE MARTÍ, S., 1997b: Tratamientos de plantaciones frutales. Avance en tecnología de precisión para una mayor defensa sanitaria. *Vida Rural*, **38**: 45-60.
- SUNDERLAND, K. D.; CHEMBERS, R. J.; HEYLER, N. L. y SCOPP, P. I., 1992: Integrated pest management of greenhouse crops in northern Europe. *Horticultural Reviews*, **13**: 1-66.
- VANSTEEKELENBURG, N. A. M., 1992: Novel approaches to integrated pest and disease control in glasshouse vegetables in the Netherlands. *Pesticides Science*, **36**: 359-362.

(Recepción: 14 enero 1998)

(Aceptación: 3 septiembre 1998)

