

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Con un Sistema tipo Carretilla

Por: López, L.* , Garzon, E.* , Sánchez-Hermosilla, J.* , Aguera, I.* , Barranco, P.* , Cabello, T.*

Se han realizado dos ensayos con el fin de establecer y evaluar la distribución de productos fitosanitarios aplicados con pulverizadores hidráulicos tipo carretilla sobre un cultivo simulado y otro de berenjena. Los ensayos se llevaron a cabo en dos invernaderos del Centro de Investigación y Formación Agraria de Almería (C.I.F.A). Al caldo de distribución se le añadió colorante (azul de metileno), recogiendo la distribución sobre papel satinado. Las muestras se evaluaron mediante un programa de tratamiento de imágenes.

Los resultados indican una muy baja eficiencia técnica de las aplicaciones con este tipo de sistema, ya que se observaron variación en la dosificación entre las diferentes filas ensayadas. También se observó gran diferencia entre la dosificación del haz y del envés quedando este último mucho menos dosificado. Estos resultados indican que la uniformidad de la aplicación depende del operario que la realice. En cuanto a las pérdidas de producto se ha observado que se desperdicia gran cantidad de producto tal y como reflejan las muestras de suelo. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de mejorar estos equipos, incorporando nuevos dispositivos ó actuando sobre el operario.

INTRODUCCIÓN.

Los cultivos hortícolas de la provincia de Almería tienen una indiscutible importancia económica, ya que ocupan el primer lugar en la producción hortícola española (López et al., 1994). Pero este tipo de agricultura presenta una incidencia grave e intensa de plagas y enfermedades, que obligan a los agricultores a la utilización masiva e indis-

criminada de pesticidas, con el consiguiente incremento de los costes de producción, así como la alteración de ecosistemas que deterioran el medio ambiente (Cañabate, 1989; Garijo, 1991a,b).

Junto con las especiales condiciones climáticas de nuestra zona, influyen en este problema otros factores como la evolución de los sistemas de cultivo mediante la introducción de nuevas técnicas, con el fin de obtener mayores producciones, productos de mayor calidad y precocidad en las épocas de recolección (Garijo, 1991a,b). Otros factores que han incrementado la problemática fitosanitaria se refieren a diversos aspectos como son: las características de los invernaderos, los ciclos de los cultivos protegidos, la mayor intensificación de la agronomía de los cultivos, la introducción periódica de nuevas plagas y enfermedades, etc. (Cabello et al., (1990); Moreno et al., (1993); Cabello y Cañero, (1994a)).

El principal sistema de lucha contra estos problemas, es la lucha química. Ésta se distribuye en un 40% de aplicación de insecticidas/acaricidas, 51% de fungicidas y 9% de otros productos fitosanitarios (Cabello, 1996). Luego para dar solución a este problema se recurre a un uso abusivo e indiscriminado de

productos fitosanitarios, que producen un incremento de la contaminación medioambiental debido a las importantes pérdidas de producto que se producen durante el tratamiento.

Hay que destacar que la eficiencia de un tratamiento no depende sólo del producto fitosanitario que se utilice, también depende y en gran medida de la maquinaria de tratamientos empleada (Bernat y Gil, 1994).

La inexistencia de estudios que establezcan y evalúen las pérdidas que se producen con los sistemas de aplicación en cultivos bajo plástico durante los tratamientos, dificulta el dar solución a las importantes pérdidas de caldo que se producen en las aplicaciones. Por ello el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la eficiencia en la distribución de producto que se produce durante las aplicaciones, cuando se trata con un pulverizador hidráulico tipo carretilla sobre un cultivo tutorado.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Este ensayo realizó en Febrero de 1999, sobre cultivo simulado que se situó en un invernadero del Centro de Investigación y Formación Agraria de Almería. Se trataba de un invernadero tipo *raspa y amagado* (Fig. 1), de es-



Figura 1.- Invernadero en el que se realizó el ensayo con equipo tipo carretilla.

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

* Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n. 04120 - Almería.



estructura de palos de madera y cubierta de polietileno. Dotado de ventilación lateral a lo largo de todo el perímetro del mismo, aunque durante el tratamiento estas ventanas permanecieron cerradas, forma cuadrada con una superficie total de 1.210 m², dotado de un pasillo central de 2,40 m. La altura de la raspa era de 2,87 m, la del amagado de 2,12 m y la altura de la zona perimetral de 1,75 m, y orientación E-O.

En este invernadero se realizó el ensayo correspondiente al sistema tipo carretilla sobre cultivo simulado. Seguidamente se desarrolló en otro invernadero de características idénticas al descrito anteriormente situado en el mismo centro, el ensayo sobre el cultivo de berenjena tratando con el mismo equipo.

El equipo de tratamientos empleado para los ensayos fue una carretilla, dotada de un motor de gasolina de 22 Kw de potencia; bomba de membrana con presión máxima de trabajo de 30 bares, y depósito graduado de 25 l de capacidad. El tratamiento se realizó con una pistola tipo Japonesa de dos salidas.

En la simulación del cultivo se utilizaron 3 filas en cada una de éstas se simulaban 8 plantas de un cultivo tutorado alto, como puede ser un cultivo de tomate. Para ello se colocaron en cada fila tres rafias a distintas alturas una a 50 cm (baja), otra a 115 cm (media) y otra a 170 cm (alta). Para estas alturas y en cada rafia se dispusieron 8 trozos de papel satinado de 15 cm de largo, debidamente señalados y sujetos con clips. Los cuales estaban plegados en dos partes una como haz y otra como envés, el haz se situó en la zona enfrentada a la dirección de tratamiento y el envés quedaba en la zona opuesta. Las distancias entre papeles eran de 75 cm, dejando un margen inicial de 50 cm. Las distancias entre filas fueron de 4 m. Esto permitía evaluar la cantidad

que se depositaba en el cultivo. La muestra que se usó para simular el cultivo es la que se presenta en la figura 2, pero una vez realizado el tratamiento.

Para evaluar lo que se depositaba en el suelo se emplearon 4 papeles satinados de 7,5 cm, debidamente señalados, colocados sobre 4 portaobjetos. Estos se situaban en el suelo bajo cada uno de los puntos que simulaban una planta, se colocaron dos en la parte delantera del cultivo (la que corresponde a la zona donde se realiza el tratamiento). A una distancia de 5 cm de la proyección vertical de la planta (simulada) y el otro a 50 cm de éste, a éstos se les denominó haz cerca (hc) al más cercano a la planta y haz lejos (hl) para el más alejado. En la parte opuesta de la planta (correspondiente a la parte de espaldas a la zona de tratamiento) se colocarán los otros dos en la misma disposición, para distinguirlos se les llamó envés cerca (ec) a la muestra que quedaba más cerca de la planta y envés lejos (el) para la más alejada. A continuación en la figura 3 se presenta una muestra utilizada para evaluar la deposición de producto en el suelo.

En la figura 4, se representa la disposición de las diferentes muestras en el invernadero.

Para el ensayo sobre cultivo real, que en este caso se trataba de un cultivo de berenjena de una altura de 65 cm, hay que destacar que este cultivo no se corresponde con un cultivo de berenjena normal ya que este había sufrido importantes ataques de insectos que se controlaban con lucha biológica, de ahí su pequeña altura y desarrollo. La separación entre plantas era de 1 m.

En el ensayo sobre cultivo real sólo se empleó una fila, de 8 plantas la disposición de los papeles en el suelo y el cultivo era idéntica a la anteriormente citada. Solo variaba la altura de las muestras sobre el cultivo, en este caso se co-

locaron papeles a dos alturas sujetos por unos clips, una a 50 cm (alta) y otra a 20 cm (baja) (Fig. 5).

Durante los ensayos se controlaron la temperatura del interior del invernadero y la humedad relativa de este, para ello se utilizó un termohigrógrafo. La temperatura medida durante los mismos fue de 14 °C y una humedad de 80%. La presión de trabajo utilizada fue de 20 bares.

El gasto de producto para cada fila en el caso de los ensayos de simulación con sistema tipo carretilla fue de 0,3 l para la primera fila, 0,4 l para la segunda, 0,4 l para la tercera. Para el caso de cultivo real el gasto en dicha fila fue de 0,5 l.

El método empleado fue el de tinción o colorimétrico con azul de metileno, a una concentración de 0,8793 g/l, adicionando 1 cm³/l de mojante. La forma de realizar la aplicación con el sistema tipo carretilla es la que normalmente se realiza con este tipo de equipos, se trata fila a fila desde el pasillo a la banda.

Para el recuento de la distribución se realizó con un analizador de imagen, mediante el cual digitalizó de cada muestra de la zona del cultivo 4 submuestras de 1cm² dos de la parte del haz y dos de la parte del envés. Para las muestras del suelo se tomaron dos submuestras de 1 cm². Para la captura de las imágenes se empleó el programa MATRÓX RAINBOW RUNNER. Las imágenes se archivaron. Posteriormente de cada imagen se cogió una submuestra de 0,75x0,75 y se le aplicó un filtro para eliminar las sombras con el programa COREL PHOTO-PAINT 8.0. Una vez realizado esto se procedió al recuento de la distribución de la pulverización con el programa IMAGE TOOL 2.0, que mide el número de gotas, el área y el diámetro de cada gota.



Figura 2.- Resultado de la pulverización sobre una muestra de la zona del cultivo.

Figura 3.- Resultado de la pulverización sobre una muestra de la zona del suelo.

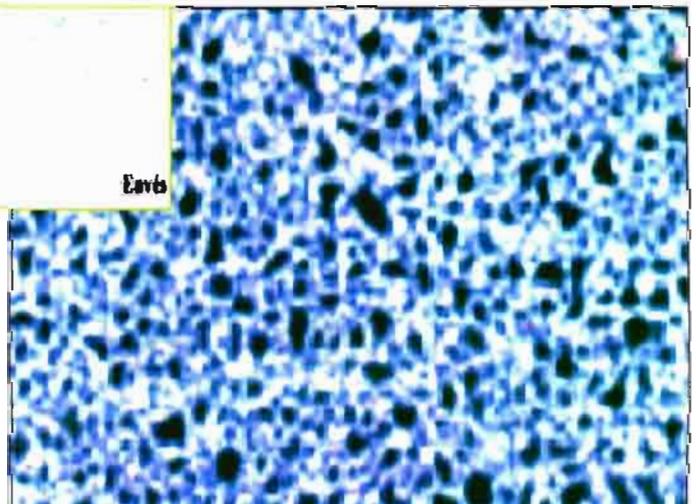




Figura 4.- Disposición de las muestras en el invernadero, para el cultivo y el suelo.



Figura 5.- Disposición de las muestras para el ensayo sobre cultivo de berenjena.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De los resultados obtenidos en los ensayos, se distinguieron tres parámetros característicos (Nota.- Los datos fueron transformados para un mejor ajuste de los residuos a la distribución normal, que permitió una correcta aplicación del análisis de la varianza).

En cultivo simulado y suelo.

a) Número de impactos.

El número medio de impactos por cm^2 para las distintas filas del cultivo se presenta en la tabla 1. Dónde se constata la presencia de diferencias significativas a $p < 0,01$ en el envés del cultivo, estableciéndose tres grupos, siendo la fila 2 (67,23) la que registro un mayor número de impactos, seguido de la fila 3 (48,86) y por último la fila 1 (26,41). Esta tendencia se mantuvo en el haz, aunque las diferencias no fueron significativas. Esta falta de uniformidad en el número de gotas entre las diferentes filas se debe en parte al operario que realiza la aplicación, ya que este no siempre guarda el mismo ritmo y velocidad de avance, por lo que dosificara de diferente manera cada fila.

Sin embargo para el suelo, esta variable no registró diferencias significativas, de forma tal que las tres filas (envés/haz) se pueden englobar en un único grupo. Además las diferencias entre envés y haz son prácticamente inexistentes. Esto indica una gran uniformidad entre las filas que fueron analizadas. Aunque para el suelo poco nos interesa la uniformidad, ya que lo que pretendemos es que se deposite la menor cantidad de producto.

En cuanto a la variable altura, tras realizar el análisis de la varianza no se pudo ver diferencias significativas con relación al número de impactos tanto

en el envés como para el haz. Aunque hubo una diferencia apreciable entre la parte baja/alta con la media y el número de gotas que registro el envés es entorno a la tercera parte de las que registra el haz. Pero es importante 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, de forma que la planta queda sobredosificada en estas zonas, por ello tiene una mayor superficie cubierta y un menor número de impactos. Esta situación no interesa en pulverización ya que se favorecen las pérdidas por escurrimiento. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el ensayo con el equipo tipo carretilla sobre cultivo de pimiento, ya que aquí la parte media y baja del haz presentaron el mayor número de impactos y en el envés fue la parte alta. Esto se debe a que el cultivo de pimiento ejerce un efecto de sombreado, que genera una distribución bastante irregular entre las diferentes alturas (Garzón et al., 1998). Sin embargo si se ha producido el efecto pantalla que crea las diferencias entre el haz y el envés.

De la misma forma, en el suelo, no se observaron diferencias significativas entre las cuatro posiciones, por lo que se puede englobar en un único grupo. Igualmente se ve que las diferencias entre el envés y el haz son prácticamente inexistentes. Este efecto no se producía en el cultivo simulado, dónde el envés recibía menos impactos que el haz.

b) Diámetro aritmético medio.

El diámetro aritmético medio expresado en mm, para las distintas filas del ensayo se presenta en la tabla 2. Observándose que las gotas de diámetros mayores son recogidas en la fila 2 tanto

del envés como del haz, aunque estas diferencias no fueron significativas a $p < 0,01$. Esta tendencia se mantiene en el suelo a favor de la misma fila.

A su vez este parámetro se mantuvo con unas diferencias no significativas entre las diferentes alturas a $p < 0,01$ en las dos posiciones envés y haz. Sin embargo las gotas que se depositaron en el envés tenían un tamaño menor. Esto en parte es lógico, ya que en el haz al incidir las gotas directamente se forman gotas que son el resultado de múltiples impactos y por tanto de mayor diámetro. De la misma forma, en el suelo, las diferencias entre los diámetros de las gotas han sido inapreciables entre las cuatro posiciones; envés-lejos, envés-cerca, haz-lejos, haz-cerca a $p < 0,01$. También es importante observar que sobre el suelo se depositan las gotas de mayor tamaño, estas pueden ser el resultado de múltiples impactos, ya que después del tratamiento se produce el fenómeno de goteo.

c) Superficie cubierta.

El porcentaje de superficie media cubierta (PSC), para las tres filas del cultivo ensayadas y las posiciones de envés y haz se presentan en la tabla 3. Pudiéndose establecer tres grupos en el envés con diferencias significativas a $p < 0,01$, siendo la fila 2 la que presento un PSC mayor. Estas diferencias se difuminaron en el haz, aunque la fila 2 tuvo el PSC más elevado. En el suelo se puede observar que para las tres filas se encontraron diferencias, aunque estas no fueron significativas a $p < 0,01$. Siendo la fila 2 del envés (20,37%), la fila 3 (20,92%) y la 2 del haz (19,94%) sobre las que se cubre un mayor porcentaje de superficie. Este resultado muestra que en el envés caen 16 veces más producto al suelo que al cultivo y en el haz esta pérdida se reduce. Se ob-



Tabla 1: Número medio de impactos por cm² en cultivo simulado y suelo, según fila de cultivo, altura de muestra en cultivo y fila de cultivo, distancia a la fila de plantas en el suelo.

VARIABLE			Número medio de impactos por cm ² de superficie(*)	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	144,24 a	147,62 a
		LEJOS (55 cm)	144,77 a	143,52 a
	FILA	1	135,48 a	135,72 a
		2	152,52 a	149,57 a
		3	145,68 a	151,53 a
	CULTIVO SIMULADO	ALTURA	ALTA	40,19 a
MEDIA			53,43 a	173,71 a
BAJA			44,89 a	131,10 a
FILA		1	26,41 a	140,18 a
		2	67,73 b	158,50 a
		3	48,86 ab	144,72 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a (P<0,01).

Tabla 2: El diámetro aritmético medio de las gotas expresado en µm, en cultivo simulado y suelo, según fila de cultivo, altura de muestra en cultivo y fila de cultivo, distancia a la fila de plantas en el suelo.

VARIABLE			Diámetro aritmético medio de las gotas expresado en µm.	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	266,07 a	264,85 a
		LEJOS (55 cm)	248,31 a	238,23 a
	FILA	1	245,47 a	225,42 a
		2	281,19 a	271,64 a
		3	245,17 a	258,82 a
	CULTIVO SIMULADO	ALTURA	ALTA	116,41 a
MEDIA			121,61 a	181,13 a
BAJA			115,87 a	167,88 a
FILA		1	104,71 a	184,50 a
		2	125,89 a	193,19 a
		3	124,16 a	169,43 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a (P<0,01).

serva además que la fila que más producto registra en el suelo coincide con la fila que queda más dosificada durante la aplicación.

Estas diferencias denotan una falta de uniformidad entre filas, debido a que la realización de los tratamientos las lleva a cabo un operario y este origina el problema ya comentado. Este resultado pone de manifiesto la influencia del operario sobre la eficiencia en la aplicación con este sistema coincidiendo con lo que estableció Laguna (1990) y Aranda (1994).

La distribución del PSC en relación con la altura se presentó en la tabla 3. Según el análisis de la varianza no hubo efecto significativo entre las tres alturas (alta, media y baja) en lo que respecta a este parámetro a p<0,01. Luego la parte más dosificada es la zona media del envés y la alta, media del haz.

Este resultado difiere del obtenido en el ensayo con este mismo equipo sobre cultivo de pimiento, ya que en este la zona más dosificada era la parte alta

seguida de la media y la menos dosificada era la baja, encontrándose entre las tres alturas grandes diferencias (Garzón et al., 1998). También se observa que el haz ha cubierto más superficie que el envés. Este resultado fue

mucho mayor en la experiencia con cultivo. Por ello es preciso mejorar este sistema de aplicación para que disminuyan esta diferencia de dosificación entre el haz y el envés y así se pueda mejorar la uniformidad del tratamiento. En este sentido, Soriano, et al. 1992 encontraron para la pulverización sobre olivo de la variedad picual, que la zona que más superficie media cubierta presenta es el haz.

En lo referente al suelo, el porcentaje de superficie cubierta, para las diferentes posiciones de la muestra no mostró diferencias significativas entre las posiciones de envés y haz, aunque siempre la muestra más cercana a la fila tuvo una superficie cubierta mayor.

Los resultados obtenidos para el suelo reflejan que gran cantidad de caldo cae al suelo, debido a la porción de producto que no alcanza el cultivo y al propio escurrimiento que se produce de este, por lo que se desperdicia gran cantidad de materia activa.

3.2.- Cultivo de berenjena y suelo.

a) Número de impactos.

El número de impactos por cm² para las dos alturas ensayadas, se puede englobar en un único grupo (envés/haz), tal y como se representa en la tabla 4. En este caso el mayor número de impactos se sitúa en la parte alta del envés con (36,36) y en la baja del haz (190,99). También se observan diferencias muy importantes entre el haz y el envés siendo el primero el que recibe una media de 6,13 veces más impactos que el envés.

En el suelo y para la variable posición, tras realizar el análisis de la varianza, se observó un efecto significativo en el envés para el número de impactos por cm², estableciéndose dos

Tabla 3: Porcentaje de Superficie Cubierta, en cultivo simulado y suelo, según fila de cultivo, altura de muestra en cultivo y fila de cultivo, distancia a la fila de plantas en el suelo.

VARIABLE			Porcentaje de Superficie Media Cubierta.(*)	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	15,95 a	17,77 a
		LEJOS (55 cm)	14,95 a	16,70 a
	FILA	1	12,35 a	11,88 a
		2	20,37 a	19,94 a
		3	14,34 a	20,92 a
	CULTIVO SIMULADO	ALTURA	ALTA	0,72 a
MEDIA			1,06 a	8,20 a
BAJA			0,98 a	5,78 a
FILA		1	0,41 a	7,54 a
		2	1,40 b	8,90 a
		3	1,13 ab	5,88 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a (P<0,01).

grupos. En la posición más alejada del cultivo se recibió casi 5,16 veces más gotas que en la zona más cercana. En el haz estas diferencias no fueron significativas, pero en esta posición fue la parte más cercana sobre la que impactaron 1,77 veces más gotas. Esto contrasta con lo que sucedía con el cultivo simulado, donde las diferencias entre posiciones fueron prácticamente inexistentes.

b) Diámetro aritmético medio.

Para el diámetro aritmético medio expresado en mm a las dos alturas ensayadas no se han observado diferencias significativas a $p < 0,01$ (Tabla 5). Siendo la parte alta la que registra las gotas más grandes y estas diferencias son de mayor magnitud en el haz. Además el haz recoge las gotas de tamaño mayor. Esto indica que la zona más expuesta al tratamiento es la parte alta del haz, que recibe los impactos directos, que generan las gotas que son el resultado de múltiples impactos, ya que la distancia desde la boquilla a la planta es mínima. Sin embargo el envés recibe las gotas de forma indirecta con un recorrido bastante más grande, traduciendo en gotas de pequeño tamaño.

Sin embargo en el suelo, para las dos posiciones de envés y haz ensayadas, se ha observado que las diferencias fueron significativas a $p < 0,01$, siendo la zona más alejada (envés/haz) la que recibe las gotas de mayor diámetro. Este

resultado muestra que sobre las zonas más cercanas se produce un efecto de sombreo, que hace que las gotas lleguen después de haber recorrido una distancia mayor y su diámetro disminuye.

c) Superficie media cubierta.

Para el porcentaje de superficie media cubierta, tras realizar el análisis de la varianza a $p < 0,01$, no se observaron diferencias apreciables en la variable altura, en las dos posiciones ensayadas, pudiéndose englobar las dos alturas en un único grupo (Tabla 6). No obstante se aprecia que la altura que mayor PSC presenta es la parte alta (6,5 veces más que la parte baja del envés y 1,83 veces la parte baja del haz).

Estos resultados coinciden con el cultivo simulado en que la parte baja es la menos dosificada. Aunque la parte baja del cultivo en el envés cubre casi 9,8 veces menos superficie que esta zona en el cultivo simulado. Esto se debe al efecto pantalla y sombreo que ejerce la planta. También se apreciaron diferencias bastante importantes entre el haz y el envés, siendo el primero el que cubre más superficie. De la misma forma se observa que el haz del cultivo de berenjena tiene un PSC más elevado, que esta misma posición en el cultivo simulado. Esto puede estar relacionado con la posición en la que se colocan las muestras. Así en el cultivo simulado estaban perpendicularmente a la pis-

tola y en el cultivo se ajustaban a las hojas.

También para el suelo, en la variable posición se observa un efecto significativo en el porcentaje de superficie cubierta. Este efecto hace que se puedan establecer dos grupos entre los que se puede observar que la posición más alejada del envés cubre 33,23 veces más superficie que el área cercana al cultivo. Sin embargo en el haz sólo se cubre 3,25 veces más PSC.

Estos resultados si se comparan con el ensayo sobre cultivo simulado, se observan un efecto pantalla y sombreo de la arquitectura foliar de la berenjena, que hace que la contaminación sobre las áreas más próximas a la planta disminuyan considerablemente. No obstante el nivel de pérdidas sigue siendo elevado, reportando importantes costes económicos, sanitarios y medioambientales

Eficacia del método de simulación.

Para determinar la eficacia del método de simulación se procederá a la comparación de los datos obtenidos en el ensayo con el equipo tipo carretilla sobre cultivo simulado y cultivo de berenjena. Evidentemente la comparación es bastante grosera, ya que el cultivo simulado es un modelo de cultivo tutorado de porte alto y el cultivo de berenjena tiene una arquitectura foliar baja, no obstante se puede hacer la aproximación que la parte alta del cultivo de berenjena coincide con la parte media del cultivo simulado. Para la parte de suelo si se puede afinar algo más, ya que el cultivo de berenjena ofrece los efectos ya comentados de sombreo y pantalla. Las comparaciones se realizan sobre la base de los resultados de número de impactos y porcentaje de superficie media cubierta.

El número de impactos por cm^2 se representa en la gráfica 1, donde se observa que las gotas recibidas por el cultivo de berenjena son bastante menores en el envés al cultivo simulado y estas diferencias se hacen máximas en la parte baja. Sin embargo en el haz la parte baja de la berenjena recibe más gotas que el cultivo simulado y en la parte alta estas diferencias cambian de sentido a favor del cultivo simulado. Estos resultados muestran que la arquitectura foliar del cultivo dificulta que las gotas lleguen a las partes más recónditas de la planta (baja del envés) y a la vez promueven el fenómeno de goteo que se produce de forma inmediata al tratamiento y provocan que la

Tabla 4: Número medio de impactos por cm^2 en cultivo de berenjena y suelo, según altura de muestra en cultivo y distancia a la fila de plantas en el suelo.

VARIABLE			Número medio de impactos por cm^2 de superficie (*)	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	37,82 a	202,77 a
		LEJOS (55 cm)	195,16 b	114,49 a
CULTIVO BERENJENA	ALTURA	ALTA	36,36 a	124,32 a
		BAJA	15,05 a	190,99 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a ($P < 0,01$).

Tabla 5: Diámetro aritmético medio de las gotas expresado en μm , en cultivo de berenjena y suelo, según altura de muestra en cultivo y distancia a la fila de plantas en el suelo.

VARIABLE			Diámetro aritmético medio de las gotas expresado en μm	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	92,68 a	138,03 a
		LEJOS (55 cm)	210,86 b	322,10 b
CULTIVO BERENJENA	ALTURA	ALTA	90,36 a	301,99 a
		BAJA	76,55 a	186,30 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a ($P < 0,01$).

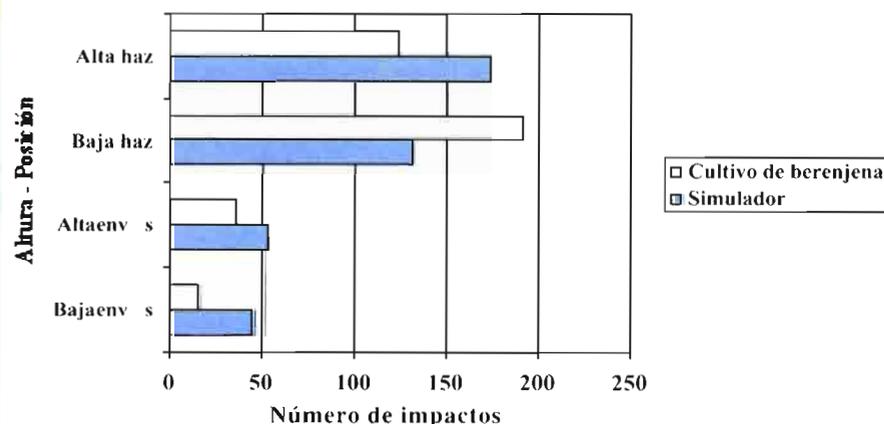


Tabla 6: Porcentaje de Superficie Cubierta, en cultivo de berenjena y suelo, según altura de muestra en cultivo y distancia a la fila de plantas en el suelo.

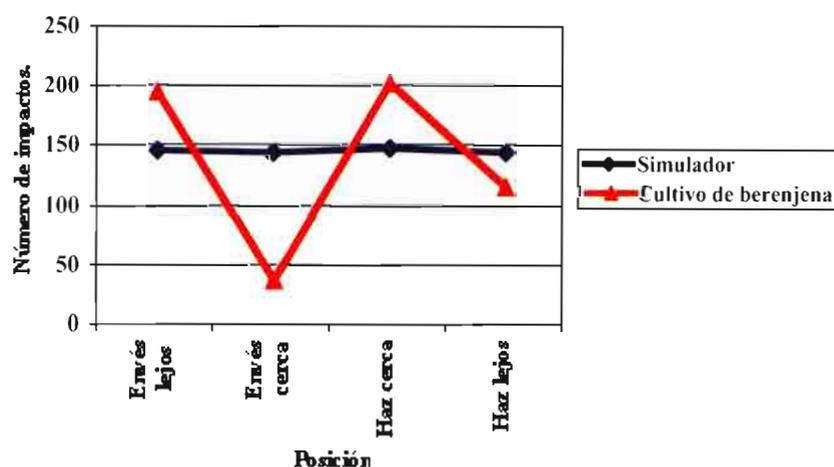
			Porcentaje de Superficie Media Cubierta.(*)	
			ENVÉS	HAZ
SUELO	DISTANCIA A LA FILA DE PLANTAS	CERCA (5 cm)	0,337 a	5,23 a
		LEJOS (55 cm)	11,20 b	27,5 b
CULTIVO BERENJENA	ALTURA	ALTA	0,65 a	20,05 a
		BAJA	0,10 a	10,90 a

(*) Valores seguidos de distinta letra muestran diferencias altamente significativas, y de la misma letra no muestran diferencias a ($P < 0,01$).

Gráfica 1.- Número de impactos, según altura y posición, en cultivo de berenjena y simulador



Gráfica 2.- Número de impactos, según posición en el suelo, en cultivo de berenjena y simulador



parte baja del haz registre un mayor número de impactos.

En la gráfica 2 se presenta la distribución de las gotas, en las distintas posiciones del suelo, observándose que la posición más cercana del envés recibe 3,82 veces menos gotas en el cultivo de berenjena. Sin embargo en el haz es la posición más cercana a las plantas de

berenjena la que recibe el mayor número de gotas. Esto es consecuencia de los efectos pantalla y sombreado ya comentados.

El porcentaje de superficie media cubierta para las dos alturas del simulador y del cultivo de berenjena ensayadas se presenta en la gráfica 3. Donde se ve que la zona del envés de la beren-

jena cubre menos superficie que el simulador y estas diferencias son máximas en la parte baja. Sin embargo en el haz las plantas de berenjena registran un mayor porcentaje de superficie cubierta. A su vez en el suelo el PSC del cultivo simulado estuvo por encima del de berenjena en todas las zonas (gráfica 4), exceptuando el Haz lejos y las diferencias fueron máximas en la zona de Envés cerca a favor del cultivo simulado.

Esta comparación nos indica la bondad del método de simulación empleado y representa el efecto pantalla y sombreado que ejerce el cultivo de berenjena que produce un PSC mayor en el haz del mismo junto a una reducción en el envés. Y en el suelo hace que las posiciones influenciadas por el follaje de la planta registren un PSC más pequeño. No obstante sería conveniente realizar estos ensayos sobre diversos cultivos (rastros y tutorados de porte alto), para ponderar mediante parámetros los efectos de pantalla y sombreado, y elaborar unas ecuaciones matemáticas para cada porte de cultivo, que permitan pasar del simulador a los efectos reales que se producen sobre el cultivo.

CONCLUSIONES

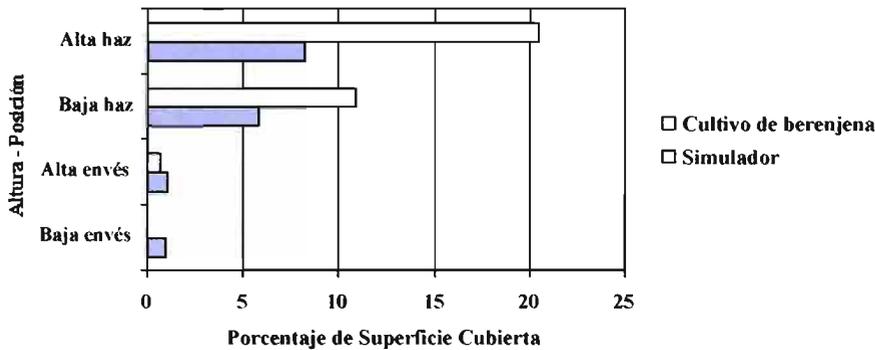
El equipo tipo carretilla presenta una baja eficacia técnica en los tratamientos sobre cultivos en invernaderos debido a que: 1) La uniformidad de la aplicación depende del operario. 2) Hubo una baja uniformidad entre el haz y el envés de las hojas. 3) Presenta variaciones de dosificación entre las filas del cultivo. 4) A pesar de la falta de uniformidad se observaron pocas diferencias entre la dosificación de las diferentes alturas del cultivo. Y 5) se encontró que para este tipo de equipos se pierde gran cantidad de producto depositándose este en el suelo, incurriendo en un coste económico y ecológico.

En cuanto al método de simulación:

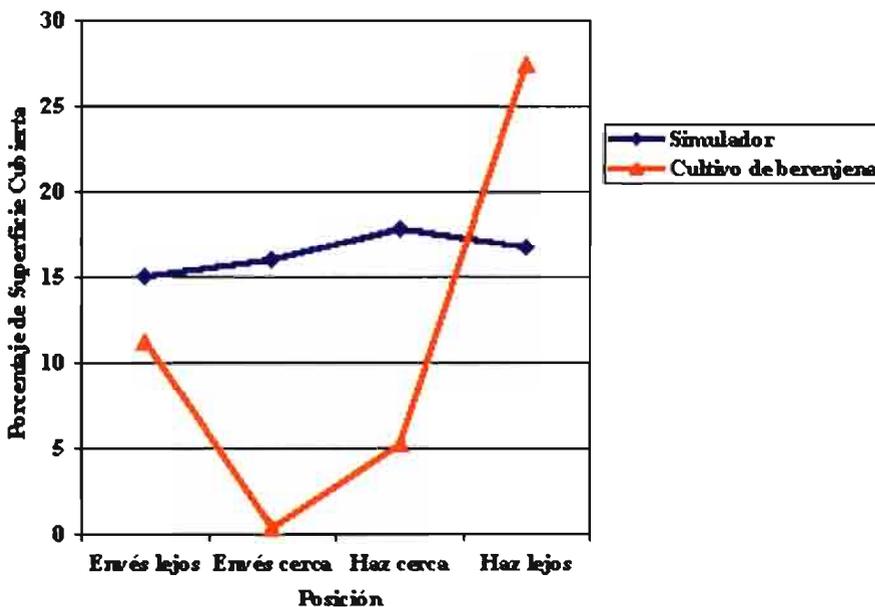
El método de simulación permite caracterizar bien la parte correspondiente al cultivo, cuando se trata con un equipo de pulverización hidráulica. Aunque lógicamente las diferencias entre haz y envés se incrementa considerablemente en el cultivo, ya que ejerce los efectos de pantalla y sombreado.

Este método no representa lo que ocurre en la realidad para la zona del suelo, ya que sobre todo en las partes menos expuestas del cultivo (zona de envés al cultivo y haz-cerca), se registra una mayor cantidad de producto, debido a que la simulación no ejerce los efectos de pantalla y sombreado. Por ello sería conveniente realizar ensayos so-

Gráfica 3.- Porcentaje de superficie media cubierta, según altura posición, en cultivo de berenjena y simulador.



Gráfica 4.- Porcentaje de superficie media cubierta en suelo, según posición, en cultivo de berenjena y simulador.



bre diversos cultivos (rastreros y tutorados de porte alto), para ponderar mediante parámetros los efectos de pantalla y sombreado, que permitan desarrollar unas ecuaciones matemáticas para cada porte del cultivo, que posibiliten pasar del simulador a los efectos reales que se producen sobre el cultivo.

Para el equipo tipo carretilla se han encontrado dos modificaciones posibles para mejorar la calidad de la aplicación: 1) Dotar al sistema de una corriente de aire que mejore la penetración del producto en el cultivo. De esta forma se incrementaría la dosificación en el envés, mejorando la uniformidad entre el haz y el envés. Y 2) mayor especialización del operario que realiza la aplicación ó bien su sustitución por un robot. Esto permitiría mejorar la uniformidad entre filas y plantas.



Por tanto el equipo tipo carretilla es recomendable para cultivos tutorados, ya que se consigue una mayor eficacia técnica.

BIBLIOGRAFÍA.

ARANDA, E., 1994. Maquinaria de aplicación. En: MORENO, R. (De.). Sanidad vegetal en la horticultura protegida. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 67-80.

BERNAT, C.; GIL, E., 1994. La aplicación de tratamientos fitosanitarios. Evolución de los equipos. Vida Rural, 2: 63-66.

CABELLO, T.; SAEZ, E.; GÓMEZ, V.; ABAD, M.A.; BELDA, J.E., 1990. Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. Agrícola Vergel, 104: 640-647.

CABELLO, T.; CAÑERO, R., 1994a. Technical efficiency of plant protection in Spanish greenhouses. Crop protection, 13: 153-159.

CABELLO, T., 1996. Utilización de pesticidas en cultivos en invernadero del sur de España y análisis de los riesgos toxicológicos y medio ambientales. Phytoma, 75: 11-19.

CAÑABATE, F., 1989. Situación actual del estado fitosanitario de los cultivos hortícolas intensivos en Almería. Phytoma, 6:40-41.

GARIJO ALBA, C., 1991 a. Desarrollo y evaluación de la problemática fitosanitaria en la horticultura intensiva. Phytoma, 28: 9-16.

GARIJO ALBA, C., 1991 b. Técnicas y criterios de intervención para el control de plagas y enfermedades polífagas más importantes de los cultivos hortícolas en invernadero. Phytoma, 34: 9-16.

GARZÓN, E.; AGÜERA, I.; CABELLO, T.; JUSTICIA, L., 1998. Eficiencia de la pulverización en cultivo de pimiento en invernadero tipo Almería. Sanidad vegetal plagas, 24:857-866.

LAGUNA, A., 1990. Maquinaria para tratamientos. Maquinaria Agrícola. Servicio de extensión agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid: 145-187.

LÓPEZ, L.; CASTILLO, J.E.; FUENTES, M.; PALOMAR, F.; FERNÁNDEZ, E.J.; VISERAS, J.; LÓPEZ, F.J., 1994. Caracterización de los sistemas de producción hortícola de invernaderos en la provincia de Almería. Edita: F.I.A.P.A, I.F.A. Almería: 119 pp.

MORENO, R.; TELLEZ, M.M.; BENITEZ, E.; GOMEZ, J.; RODRIGUEZ, M.D.; SAEZ, E.; BELDA, J.; CAÑERO, R.; CABELLO, T., 1993. Lucha integrada en cultivos bajo plástico en el sur de España. Hortofruticultura, 4(1): 41-54.

PLANAS, S., 2000b. Tratamientos en horticultura. IV Curso de especialización. Aplicación de productos fitosanitarios. Minimización del impacto ambiental: 10pp.

SORIANO, M.L.; PORRAS, A.; CABREIRA, J., 1992. Aspectos técnicos y biológicos en la lucha contra enfermedades causadas por hongos que atacan tejidos aéreos mediante pulverización con fungicidas (2ª parte). Cuadernos de fitopatología, 33: 46-53.