

Tecnología de aplicación para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en invernaderos de tomate

Olivet J. J.¹; Val L.²

¹Dpto. de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía. Garzón 780 CP12900. Montevideo, Uruguay.
Correo electrónico: jolivet@fagro.edu.uy

²Dpto. de Mecanización y Tecnología Agraria Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Recibido: 26/6/08 Aceptado: 18/12/08

Resumen

En los alrededores de la ciudad de Salto (Uruguay), existe una importante área de cultivo de tomate en invernaderos. La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) es la plaga principal del cultivo, a pesar del alto número de tratamientos e insecticidas utilizados. La técnica de aplicación más difundida es la pulverización hidráulica, con volumen de aplicación en pleno desarrollo de 1300 l.ha⁻¹. Se estudiaron diferentes técnicas de aplicación durante seis meses totalizando 22 aplicaciones para plagas y enfermedades en un invernadero de 1.540 m². Los tratamientos fueron la pulverización hidráulica de alto y medio volumen (800 y 350 l.ha⁻¹), pulverización neumática con mochila (175 l.ha⁻¹), pulverización neumática con y sin carga electrostática (100 l.ha⁻¹). Para los tratamientos de 100 l.ha⁻¹, se utilizó un equipo GPS5K. (Electrostatic Spraying Systems Inc, Watkinsville, GA). El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. Las variables analizadas fueron cantidad de adultos de mosca blanca por planta en la zona apical y ninfas por hoja en altura media de la planta. En el análisis conjunto de todas las evaluaciones, la cantidad de adultos en la zona apical con pulverización hidráulica de alto volumen y pulverización neumática con carga electrostática fueron 46 y 2 respectivamente. En cuanto a presencia de ninfas, los resultados fueron similares con 17 y 2 ninfas por hoja respectivamente. Los tratamientos con pulverización neumática fueron más efectivos que los de pulverización hidráulica. La pulverización neumática con carga electrostática, logró alto grado de control de mosca blanca, llegando a fin de ciclo con excelente estado sanitario, seguido por el tratamiento sin carga, ambos a 100 l.ha⁻¹.

Palabras clave: pulverización neumática, asistencia de aire, carga electrostática

Summary

Application technology for whitefly control *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) in tomatoes greenhouses

Around Salto city (Uruguay), there is an important greenhouse tomato culture area. Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) has turned into the principal plague, in spite of the high number of treatments and insecticides used. The most disseminated application technology is hydraulic spraying, with average application rate at full crop development of 1300 l.ha⁻¹. An essay was installed to evaluate control alternatives during six months involving 22 applications in a 1.540 m² tomato greenhouse. Treatments evaluated were: high and medium volume hydraulic spraying (800 and 350 l.ha⁻¹), knapsack pneumatic spraying (175 l.ha⁻¹), pneumatic spraying with and without electrostatic charge (100 l.ha⁻¹). The 100 l.ha⁻¹ treatments were applied with a GPS5K sprayer (Electrostatic Spraying Systems Inc, Watkinsville, GA). The experimental design was a completely randomized block design with three replications. Analyzed variables were whitefly adults at top end, and nymphs per leaf at medium plant height. For all sampling dates, adult's presence with high volume hydraulic and pneumatic spraying with electrostatic charge were 46 and 2 respectively. Similar results for nymph's presence were obtained, 17 and 2 nymphs per leaf respectively. Treatments with pneumatic spraying were more effective than those with hydraulics. Pneumatic electrostatically charged spraying achieved the highest whitefly control, reaching excellent sanitary condition until end culture, followed by the uncharged pneumatic spraying both with 100 l.ha⁻¹ application rate.

Key words: pneumatic spraying, air assisted, electrostatic charge

Introducción

En el litoral noroeste del Uruguay, existe una superficie de invernaderos cercana a las 200 ha. La producción más importante en la zona es el cultivo de tomate de primor. Los productores realizan tratamientos para el control de plagas en forma semanal, aumentando la frecuencia de los mismos en casos de ataques severos. La técnica de aplicación más difundida es la pulverización hidráulica con equipos dotados de mangueras y pistolas de aplicación manual. El volumen medio de aplicación a pleno desarrollo del cultivo es 1200 l ha⁻¹, variando entre 600 y 2000 l ha⁻¹. La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), es una plaga de gran incidencia en el cultivo.

Numerosos autores coinciden en que la técnica de alto volumen y gotas de gran tamaño son poco efectivas para el control de insectos. Himel (1969), indica que el tamaño óptimo de las gotas para el control de insectos está en el rango de 20 µm, su mayor eficacia biológica en el control de insectos, sería la estrategia fundamental para disminuir la contaminación ambiental disminuyendo las dosis de ingredientes activos por unidad de superficie. Alm *et al.* (1987), evaluando el efecto del tamaño de gotas uniformes y su distribución en el control de *Tetranychus urticae* (Koch.) obtuvo mayor eficiencia del uso de insecticidas utilizando gotas con Diámetro Volumétrico Mediano (DVM) de 120 µm y 41 impactos cm⁻², en comparación con gotas de 200 µm y 18 impactos cm⁻². Los mismos autores (Alm *et al.*, 1989), indica un ahorro de hasta 50 % de insecticida con el uso de gotas pequeñas en el control de *Endopiza viteana* (Clemens).

Omar *et al.* (1991), estudian en laboratorio el efecto del tamaño de gotas (36-274 µm) y la concentración de Permethrina en el control de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.). Utilizan dos formulaciones, ultra bajo volumen y concentrado emulsionable (ULV y CE), Para cada combinación tamaño de gota-concentración, aplicaron diferentes densidades de gotas a efectos de determinar la dosis letal media (DL50) y la dosis de volteo media (KD50). La DL50 disminuyó a medida que disminuyó el tamaño de las gotas para todas las concentraciones evaluadas. Según los autores, este efecto no puede ser solo atribuido al incremento del número de gotas por unidad de área de hoja tratada, sugiriendo que para las dos formulaciones evaluadas la transferencia de Permethrina a las larvas es más eficiente (mayor porcentaje del insecticida contenido en una gota transferido a las larvas) en depósitos compuestos de gotas pequeñas. La disminución del tamaño de gota a la

mitad produjo una disminución de aproximadamente 50 % de la dosis requerida para obtener la misma respuesta. En cuanto al efecto de la concentración de insecticida, a medida que aumentó la concentración utilizada también aumentó la DL50. Este efecto resultó mucho mayor en depósitos con tamaño de gota mayor, lo que a juicio de los autores demuestra el gran desperdicio de insecticida que se produce con depósitos formados por pequeña cantidad de gotas grandes con alta concentración.

Javed y Matthews (2000), evalúan alternativas de aplicación para el control de mosca blanca en invernaderos. Realizan un bioensayo en laboratorio donde estudian la concentración letal media y la dosis letal media (LC50 y LD50) de dos insecticidas (diafenthiuron y ácidos grasos) con dos métodos de pulverización (boquilla de cono hueco y disco centrífugo) diferentes concentraciones de producto, y dirigiendo la aplicación al envés o al haz mediante la inversión de las macetas con plantas. Encuentran que la LC50 y la LD50 disminuyen 18 y 11 veces respectivamente en el caso de diafenthiuron cuando es aplicado dirigido hacia el envés. Con ácidos grasos la disminución es 7 y 11 veces respectivamente. El aumento de la concentración en los dos productos aumentó fuertemente la mortalidad de ninfas de mosca blanca, sobre todo cuando las aplicaciones son dirigidas al envés.

Coates y Palumbo (1997), evalúan cinco técnicas de pulverización en melón. Pulverizador neumático con y sin carga electrostática (56-61 l ha⁻¹), pulverizador centrífugo (12-18 l ha⁻¹), pulverizador de cortina de aire (151-204 l ha⁻¹) y pulverizador hidráulico convencional con boquillas doble abanico (227-229 l ha⁻¹). La máxima deposición en el envés de las hojas del trazador utilizado fue obtenida con el pulverizador neumático con carga electrostática y el de cortina de aire. El control de adultos de *Bemisia Tabaci* G. fue mejor con el pulverizador electrostático (con y sin carga) que con el centrífugo. El control de ninfas a los 90 días del trasplante fue mayor en los tratamientos con asistencia de aire.

En invernadero de tomate, Adams y Palmer (1989) obtuvieron un control efectivo de ninfas de primer estadio de *Trialeurodes vaporariorum* W. utilizando un pulverizador asistido por aire y carga electrostática con gotas de DVM 18 µm. Sopp *et al.* (1989), evaluaron el efecto de pulverización de ultra bajo volumen con carga electrostática y pulverización hidráulica de alto volumen en el control de *Aphis gossypii* (Glover) en invernaderos de crisantemos. El porcentaje de mortalidad fue mayor en las parcelas tratadas con el pulverizador electrostático.

Law (1982), evaluando deposición de un trazador fluorescente sobre plantas de *Brassica oleracea* L. trabajando con un pulverizador neumático con y sin carga electrostática y un pulverizador hidráulico convencional, obtuvo la mayor recuperación con carga electrostática, siguiéndole el mismo pulverizador sin carga electrostática.

Herzog *et al.* (1983), evaluó durante tres años el efecto de la utilización de pulverización neumática con carga electrostática en el control de *Heliothis* spp. y *Anthonomus Grandis* (Boheman) en algodón. Logró control similar entre pulverización hidráulica convencional a dosis máxima de insecticida y pulverización de ultra bajo volumen con carga electrostática a mitad de dosis.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.) de cinco tecnologías de pulverización de distribución manual en invernaderos de tomate.

Materiales y métodos

El ensayo se instaló en un invernadero de 1540 m², ubicado en las cercanías de la ciudad de Salto (Uruguay). El trasplante de tomate fue realizado el 11 de mayo y la colocación de tutores el 19 de julio, con 31.000 plantas por hectárea. Los insecticidas utilizados y los momentos de aplicación fueron indicados por el Técnico asesor del productor. Las dosis de producto por unidad de superficie fueron las mismas para todas

las tecnologías en evaluación. La concentración de los productos, se modificó en forma inversamente proporcional al volumen de aplicación a efectos de mantener dosis iguales por unidad de superficie. En los dos cuadros siguientes (cuadros 1 y 2) se pueden observar los momentos de aplicación y los insecticidas utilizados

En seis ocasiones durante el ensayo fue determinado el Índice de Area Foliar (IAF). Para ello se desfolió una planta representativa del cultivo y se procedió a digitalizar las hojas mediante un escáner de mesa. El Area foliar fue determinada mediante un programa preparado en Matlab.

Descripción de los tratamientos experimentales

PC: Pulverización hidráulica Convencional. Este tratamiento fue considerado como testigo de la tecnología de aplicación utilizada mayoritariamente en cultivos protegidos en Uruguay. El pulverizador utilizado propiedad del productor, fue fabricado en un taller local. Contaba con dos mangueras con pistolas de aplicación manual de doble boquilla. Las boquillas eran de cono hueco con discos de acero inoxidable. La presión de trabajo fue mantenida a 14 kg cm⁻² (1.370 kPa) y el gasto en 3 l min⁻¹. Si bien no se pudo disponer de información sobre tamaño de gotas, la observación de tarjetas hidrosensibles permitió identificar este tratamiento como el de mayor tamaño de gotas.

Cuadro 1. Momentos de aplicación de insecticidas y dosis empleadas.

Fecha	Producto comercial	Dosis ha ⁻¹	Fecha	Producto comercial	Dosis.ha ⁻¹
18/8	Tracer	0,15 l	29/11	Applaud	0,8 kg
13/9	Mospilan	0,5 kg	"	Match	0,4 l
28/9	Evisect	0,5 kg	05/12	Confidor	0,4 l
"	Applaud	0,8 kg	"	Thiodan	2 l
10/10	Sunfire	0,3 l	13/12	Sucess	0,3 l
18/10	Applaud	1 kg	"	Aplaud	0,8 kg
24/10	Evisect	0,5 kg	19/12	Aceite	2,5 l
31/10	Applaud	0,8 kg	"	Thiodan	2 l
07/11	Applaud	0,8 kg			
21/11	Evisect	0,5 kg			
"	Applaud	0,8 kg			
"	Sucess	0,3 l			

Cuadro 2. Descripción de los insecticidas utilizados.

Nombre comercial	Principio activo	Clasificación*
SUNFIRE	Clorfenapir	Insecticida acaricida contacto e ingestión
EVISECT	Tiocyclam-hidrogenoxalato	Insecticida sistémico, contacto e ingestión
APPLAUD	Buprofezin	Insecticida-acaricida contacto e ingestión
SUCCESS	Spinosad	Insecticida de contacto e ingestión
MATCH 50	Lufenuron	Insecticida de ingestión
CONFIDOR 35	Imidacloprid	Insecticida sistémico
THIODAN 35	Endosulfan	Insecticida de contacto e ingestión
TRACER	Spinosad	Insecticida de contacto e ingestión
MOSPILAN	Acetamiprid	Insecticida sistémico, contacto e ingestión

* Según clasificación de la Dirección General de Servicios Agrícolas, MGAP, URUGUAY.

Cuadro 3. Tratamientos, identificación, caudal y volumen promedio de aplicación.

Tratamiento	l min ⁻¹	l ha ⁻¹	Descripción
PC	3	800	pulverización hidráulica de alto volumen (tratamiento realizado por el productor)
PM	0,5	350	pulverización hidráulica con volumen medio
PN	0,4	175	pulverización neumática con mochila
ESS-	0,2	100	pulverización neumática de bajo volumen sin carga electrostática
ESS+	0,2	100	pulverización neumática de bajo volumen con carga electrostática

PM: Pulverización hidráulica con volumen Medio. Tratamiento realizado con un pulverizador hidráulico tipo carretilla con motor de gasolina y pistola de aplicación de una sola boquilla. Boquilla con hueco de acero inoxidable modelo Conejet TX4 (Teejet), presión 1000 kPa y gasto de 0,5 l min⁻¹. El DVM es de 98 µm según el fabricante.

PN: Pulverización Neumática con mochila. El equipo utilizado fue un pulverizador motorizado de espalda marca JACTO, modelo PV-50 BV. El mismo está dotado de una bomba centrífuga la cual le permite enviar un volumen constante e independiente de la altura del dosificador. Cuenta también con orificios intercambiables para modificar el caudal y un dispositivo centrífugo de formación de gotas accionado por el flujo de aire. El gasto fue de 0.4 l min⁻¹, durante todo el ciclo del cultivo. Tampoco se pudo disponer de información sobre tamaño de gotas, la observación de tarjetas hidrosensibles permitió observar una gran similitud con el patrón de gotas obtenido por el tratamiento PM.

ESS+ ESS- : Pulverización neumática de bajo volumen con y sin carga electrostática. El equipo utilizado

en los dos tratamientos fue un pulverizador neumático electrostático modelo GPS5K, marca ESS (Electrostatic Sprayer Systems Inc.). Para el tratamiento ESS- se extrajo la batería que permite la carga electrostática de las gotas. Siguiendo recomendaciones del fabricante se utilizó una presión de 15 PSI (104 kPa). El gasto del pulverizador fue siempre de 0,2 l min⁻¹. Según datos suministrados por el fabricante el tamaño de gotas es de 40 µm.

Evolución de la población de mosca blanca

A efectos de monitorear la población de mosca blanca dentro del invernadero, se colocaron 3 trampas adhesivas amarillas distribuyéndolas en los tres bloques del ensayo. Para la evaluación del efecto de los tratamientos se realizaron evaluaciones de número de adultos y ninfas de mosca blanca durante todo el ciclo. Se contó el número de adultos en las tres hojas superiores de la planta (brote terminal), en cinco plantas por parcela. El número de ninfas se evaluó en las tres hojas en la parte media de la planta en cinco plantas por parcela al azar.

Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques con parcelas al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Las parcelas tenían 96 m², formadas por cinco canteros de 12 m de largo. Todas las evaluaciones fueron realizadas en el cantero central para minimizar el efecto de las parcelas adyacentes. Para el análisis estadístico de adultos de mosca blanca, se utilizó el procedimiento GLM del SAS (Statistical Analysis System). Se asumió una distribución Poisson de los residuales y se utilizó la función de enlace logarítmica. Se realizó el análisis por fecha y análisis combinado de todas las fechas.

El mismo procedimiento se aplicó al análisis de ninfas por hoja (NPH) en las primeras cinco evaluaciones mientras fue posible su conteo. Cuando la población aumentó, se pasó a evaluar la presencia de ninfas mediante una escala por puntajes (cuadro 4). Para ello en las últimas diez fechas se utilizó el método de mínimos cuadrados ponderados mediante el procedimiento CATMOD del SAS

Cuadro 4. Escala para la evaluación de incidencia de ninfas de mosca blanca.

Ranking	Ninfas por hoja (NPH)
0	$0 \leq \text{NPH} < 50$
1	$50 \leq \text{NPH} < 100$
2	$100 \leq \text{NPH} < 250$
3	$\text{NPH} \geq 250$

La comparación de medias en todos los resultados presentados, se realizó mediante la prueba de comparación de razones de verosimilitud (χ^2). Diferencias entre medias con probabilidad de error tipo I mayores al 5 % fueron consideradas iguales según la prueba ji cuadrado.

Resultados y discusión

Volumen de aplicación

Los volúmenes se fueron ajustando acorde al crecimiento del cultivo y el desarrollo foliar. El descenso del área foliar observado a partir de septiembre se debe a tareas de deshoje realizado por el productor. Los tratamientos se realizaron en forma semanal completando 22 aplicaciones en cinco meses. De las 22 aplicaciones realizadas entre el 18 de julio y el 19 de diciembre, seis fueron para control de insectos, nueve para enfermedades y siete para ambos. De esa manera se totalizaron 13 tratamientos para control de insectos y 16 para enfermedades (cuadro 5).

Evolución de la población de mosca blanca

De acuerdo a la figura 1, la población de adultos detectada en el cultivo a través de trampas amarillas mostró altas densidades (cuadro 6).

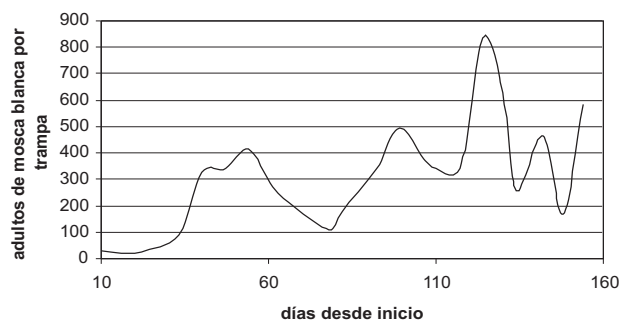


Figura 1. Adultos de mosca blanca capturados en trampas pegajosas.

El tratamiento PC mostró los niveles más altos de adultos de Mosca Blanca diferenciándose estadísticamente de todos los demás tratamientos a lo largo del ensayo. En un nivel intermedio le siguen los tratamientos PM y PN. Los tratamientos ESS- y ESS+ mostraron ser los más eficaces, sobretodo al final del ciclo con mayor presión de infección de la plaga. La pulverización con carga electrostática se destacó por su eficacia frente a los demás tratamientos, aunque con valores cercanos al tratamiento sin carga electrostática.

Se observa una tendencia en cuanto a que los resultados se agrupan en dos conjuntos diferentes, (PC, PM) y (PN, ESS-, ESS+). El primer grupo incluye los dos tratamientos de pulverización hidráulica, el segundo grupo está formado por tratamientos de pulverización con asistencia de aire. El contraste estadístico entre dichos grupos mostró una diferencia altamente significativa ($p \chi^2 = 0,0026$) a favor de los tratamientos con asistencia de aire.

En la figura 2 se observa la evolución del número de ninfas de mosca blanca por hoja en las 15 evaluaciones realizadas. La tendencia observada, al igual que en el caso de adultos fue el mayor control de los tratamientos con pulverización neumática.

Ya al comienzo del ciclo con baja infestación de mosca blanca, el número de ninfas muestra la misma tendencia que adultos (cuadro 7). Se observan diferencias estadísticamente significativas a favor de los tratamientos con menor volumen de aplicación. El contraste entre tratamientos sin asistencia de aire (PM, PC) y con

Cuadro 5. Evolución de la tasa de aplicación y el cultivo.

Fecha de aplicación	Días desde transplante	Altura m	IAF	Volumen follaje m ³ ha ⁻¹	l ha ⁻¹			
					ESS (+ y -)	PN	PM	PC
18/7	68	0,5	0,89	2500	38	133	133	450
30/7	80	0,8	1,76	4000	38	133	133	470
10/8	91	0,97	2,64	4850	50	150	233	533
18/8	99	1,1		5500	50	150	233	533
22/8	103	1,28		6400	75	150	250	617
28/8	109	1,35		6750	75	128	233	567
07/9	119	1,45		7250	92	133	283	567
13/9	125	1,58	2,2	7900	150	176	433	600
21/9	133	1,75		8750	158	216	500	700
28/9	140	1,94		9700	142	233	566	800
03/10	145	2		10000	117	233	500	850
10/10	152	2,05		10250	137	200	467	900
18/10	160	2,05	1,22	10250	125	200	433	950
24/10	166	2,1		10500	125	200	367	950
31/10	173	2,1	1,21	10500	100	183	367	1000
07/11	180	2,1		10500	100	183	367	1000
15/11	188	2,1		10500	100	183	367	967
21/11	194	2,1		10500	100	183	300	1000
29/11	202	2,1		10500	100	183	367	1000
05/12	208	2,1		10500	100	166	333	920
13/12	216	2,1		10500	100	166	367	1040
19/12	222	2,1		10500	100	166	400	1040
TASA DE APLICACIÓN MEDIA					99	175	347	793

Cuadro 6. Adultos de Mosca blanca por planta.

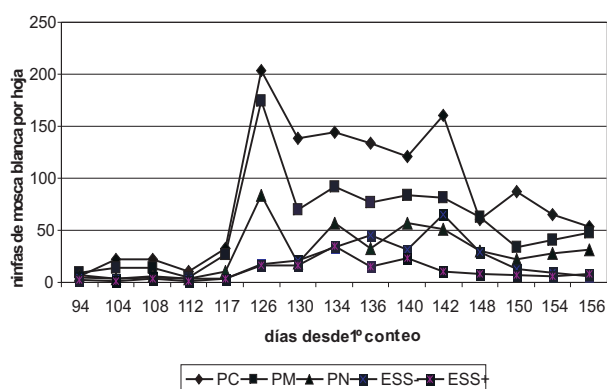
Trat.	Fecha de evaluación (días desde inicio del ensayo)							Todas
	3/11 (108)	12/11 (117)	25/11 (130)	1/12 (136)	7/12 (142)	15/12 (150)	21/12 (156)	
PC	11,8 a	38,0 a	103,5 a	97,8 a	25,5 a	46,0 a	58,6 a	45,7 a
PM	1,0 b	18,5 b	69,4 b	45,0 b	11,3 b	43,2 a	28,9 b	22,6 b
PN	0,7 b	5,6 c	6,8 c	5,0 c	6,3 b	30,3 a	11,0 c	7,9 c
ESS-	0,1 b	0,4 d	6,1 c	6,0 c	2,4 c	16,3 b	5,3 d	3,4 d
ESS+	0,3 b	1,6 cd	1,6 c	1,6 c	1,2 c	16,0 b	2,9 d	2,0 e

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con $p < 0,05$ según la prueba de comparación de razones de verosimilitud (χ^2).

Cuadro 7. Número de ninfas de Mosca Blanca.

Tratamiento	Fecha de evaluación					
	20 oct.	30 oct.	3 nov.	7 nov.	12 nov	Todas
PC	5,5 bc	22,6 a	21,8 a	9,8 a	31,8 a	17,1 a
PM	9,0 a	13,4 b	13,0 b	4,4 b	26,3 a	12,4 b
PN	7,0 ab	3,9 c	5,5 c	3,7 b	10,0 b	5,6 c
ESS-	4,1 c	3,8 c	4,2 c	2,8 bc	3,1 c	3,3 d
ESS+	2,2 d	1,7 c	4,1 c	1,3 c	3,2 c	2,1 e

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con $p < 0,05$ según la prueba de comparación de razones de verosimilitud (χ^2).

**Figura 2.** Evolución de las ninfas de mosca blanca.

Nota: PC pulverización hidráulica de alto volumen; PM pulverización hidráulica de volumen medio; PN pulverización neumática; ESS- y ESS+ pulverización neumática con y sin carga electrostática respectivamente.

asistencia de aire (PN, ESS- ESS+) en las evaluaciones fue altamente significativo ($p \chi^2 < 0.05$).

En el análisis conjunto de todas las fechas, la pulverización electrostática (ESS+) presentó el mejor control de ninfas de mosca blanca (cuadro 8).

Según la escala de niveles de daño definida para las últimas diez evaluaciones, el puntaje obtenido por PC corresponde a un valor cercano a cien ninfas por hoja. El puntaje obtenido con ESS+ equivale a un número de ninfas por hoja cercano a cero (cuadro 8).

Cuadro 8. Puntaje obtenido de número de ninfas por hoja, en las últimas diez evaluaciones.

Tratamiento	Puntaje obtenido
PC	1,80 a
PM	1,10 b
PN	0,52 c
ESS-	0,32 d
ESS+	0,14 e

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con $p < 0,05$ según la prueba de comparación de razones de verosimilitud (χ^2).

La efectividad de la pulverización hidráulica con volumen medio (PM), fue mayor a la técnica convencional de alto volumen (PC). Importa señalar que sin inversión alguna y sólo disminuyendo el volumen de aplicación y el tamaño de gotas se lograron mejoras significativas en la eficacia de los tratamientos.

La alta eficacia obtenida con pulverización neumática con carga electrostática coincide plenamente con los resultados de Adams y Palmer (1989), Sopp *et al.* (1989), Herzog *et al.* (1983) y Coates y Palumbo (1997). Por otra parte también están de acuerdo con los resultados obtenidos por Alm *et al.* (1987, 1989) y Himel (1969) en relación a la mayor efectividad de las gotas pequeñas en la eficacia de los tratamientos.

En la Figura 3 se puede observar una muestra del estado del follaje del tratamiento convencional y el tratamiento de pulverización neumática con carga electrostática al final del ensayo

En función de los resultados, la utilización de asistencia de aire, gotas de pequeño tamaño, volumen de aplicación reducido y carga electrostática, podrían ser

**Figura 3.** Estado del follaje al final del ensayo. Izquierda: PC; Derecha: PE .

una alternativa muy promisoría para la reducción de la frecuencia de los tratamientos.

Conclusiones

Se logra mejor control de mosca blanca mediante tratamientos con pulverización neumática con y sin carga electrostática y bajo volumen de aplicación, en comparación con las aplicaciones hidráulicas convencionales de alto volumen.

La pulverización hidráulica convencional, no logra controlar eficazmente la mosca blanca, llegando al final del ciclo con un alto grado de infestación, sin embargo cuando se realiza la pulverización hidráulica con volumen medio de aplicación, se obtiene mayor control de mosca blanca.

Las aplicaciones con el Pulverizador ESS modelo GPS5K con y sin carga electrostática resultan las más eficaces. En el control de mosca blanca, tanto en individuos adultos como en ninfas, la mayor eficacia de control se logra con el tratamiento de carga electrostática.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la invaluable colaboración en entomología del Ing. Agr. (MSc.) Willy Chiaravalle, en el análisis estadístico de los resultados al Dr. Jorge Franco y en la ejecución de los trabajos experimentales al Ing. Agr. Gustavo Vargas.

El agradecimiento también al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay por la financiación aportada.

Bibliografía

- Adams, A. J. and Palmer, A.** 1989. Air-assisted electrostatic application of permethrin to glasshouse tomatoes: droplet distribution and its effect upon whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*) in the presence of *Encarsia Formosa*. *Crop Protection*. 8(1): 40-48.
- Alm, S. R.; Reichard, D. L.; Williams, R. N. and Hall, F. R.** 1987. Effects of Spray Size and Distribution of drops containing Bifenthrin on *Tetranychus urticae*. *Journal of Economic Entomology*. 80(2): 517-520.
- Alm, S. R.; Reichard, D. L.; Williams, R. N. and Hall, F. R.** 1989. Mortality of First-Instar Grape Berry Moths (*Lepidoptera: Tortricidae*) Due to Dosage and Size of Spray Drops Containing Fenpropathrin. *Journal of Economic Entomology*. 80(4): 1180-1184.
- Coates, W. and Palumbo, J.** 1997. Deposition, Off-Target movement, and efficacy of Capture™ and Thiodan™ applied to cantaloupes using five sprayers. *Applied Engineering in Agriculture* 13(2): 181-188.
- Herzog, G. A.; Lambert, W. R.; Law E.; Seigler W. E. and Giles D. K.** 1983. Evaluation of an electrostatic application system for control of insect pests in cotton. *Journal of Economic Entomology*. 76(3): 637-640.
- Himel, CH.** 1969. The optimum Size for Insecticide Spray Droplets. *Journal of Economic Entomology*. 62(4): 919-925.
- Javed, M. A. and Matthews, G. A.** 2000. Influence of application techniques and spray deposition patterns for whitefly control. *International Pest Control*. 2000: 222-225.
- Law, E.** 1982. Spatial distribution of electrostatically deposited sprays on living plants. *Journal of Economic Entomology*. 75(3): 542-544.
- Omar, D.; Matthews, G.A.; Ford, M.G. and Salt, D.W.** 1991. The influence of spray droplets characteristics on the efficacy of permethrin against the Diamond Moth *Plutella xylostella*: The effect of drop size and concentration on the potency of ULV and EC based residual deposits. *Pesticide Science* 32: 439-450
- Sopp, P. I.; Gillespie, A. T. and Palmer A.** 1989. Application of *Verticillium lecanii* for the control of *Aphis gossypii* by a low-volume electrostatic sprayer rotary atomiser and a high-volume hydraulic sprayer. *Entomophaga*. 34(3): 417-428.