

Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y el virus del bronceado del tomate (TSWV) en el pimiento en invernadero

A. LACASA, J. CONTRERAS, J. TORRES, A. GONZÁLEZ, M.^a C. MARTÍNEZ, F. GARCÍA y A. HERNÁNDEZ

Se ha estudiado el efecto que la disposición de una malla espesa (28 × 28 hilos/cm) en las aperturas de los invernaderos, tiene sobre las implicaciones de *Frankliniella occidentalis*, sobre la incidencia del virus del bronceado del tomate (TSWV) y sobre el desarrollo del cultivo y la producción.

Un invernadero tipo parral con cubierta de plástico se dividió en tres partes. Se plantearon tres situaciones (S1: malla y tratamientos contra el trips; S2: malla sin tratamientos y S3: sin malla y sin tratamientos) en un cultivo de pimiento «Sonar» realizado entre diciembre 1991 y agosto 1992. Cada semana se muestrearon hojas y flores para seguir la evolución de las poblaciones y se contaron las plantas con síntomas de TSWV. Se midieron las condiciones ambientales, el desarrollo fenológico de las plantas y las producciones.

F. occidentalis fue la especie mayoritaria y la única a tener en cuenta. La malla retrasa tres semanas la presencia de trips en el cultivo, aunque luego la multiplicación del trips se vea favorecida (2.200 Trips Día Acumulados en flores y 76 TDA en hojas en S2, al final del cultivo). Los tratamientos reducen considerablemente la progresión de la plaga (1.190 TDA en flores y 21 TDA en hojas en S1). El efecto en la incidencia de la virosis guarda estrecha relación con la influencia de la dinámica poblacional (correlación positiva entre TDA y porcentaje de plantas enfermas; $r = 0,8381$ en el peor de los casos). En S1, quince días antes de finalizar el cultivo el porcentaje de plantas enfermas era del 36 %, mientras en S2 era el 63 % y del 94 % en S3.

En los sectores con malla la altura de las plantas, (130 cm en S1 y 120 cm en S2) fue superior a donde no había malla (98 cm en S3). En S1 y S2 fue más precoz la aparición de las flores, la formación de los frutos y la primera recolección se adelantó 10 días. Las producciones comercial (4,615 kg en S1 y 4,591 kg en S2) y total por planta (4,769 kg en S1 y 4,882 kg en S2) en los sectores con malla fueron superiores (3,444 y 3,778 kg respectivamente) a las del sector sin malla. En este último, las temperaturas medias fueron de 1 a 2° C inferiores a las registradas en el sector con malla.

A. LACASA, J. CONTRERAS, J. TORRES, M.^a C. MARTÍNEZ y F. GARCÍA. Dpto. Protección Vegetal.

A. GONZÁLEZ y A. HERNÁNDEZ. Dpto. Horticultura. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. 30.150. La Alberca (Murcia).

Palabras clave: *Frankliniella occidentalis*, TSWV, mallas en invernadero, pimiento.

INTRODUCCION

El virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV) es el principal problema fitosanitario del cultivo del pimiento en la región de Murcia. Apareció en mayo de 1990, en invernaderos de pimiento

grosso del Campo de Cartagena (LACASA *et al.*, 1991). Luego se extendió a otros cultivos en invernadero y al aire libre, alcanzando a los cultivos de pimiento para pimentón en la campaña siguiente.

La virosis es transmitida por Tisanópteros (SAKIMURA, 1962; MARCHOUX, 1990; LA-

CASA *et al.*, 1991). De las siete especies en las que se ha comprobado la capacidad de transmitir el virus (MARCHOUX *et al.*, 1993; LACASA y CONTRERAS, 1993), sólo *Thrips tabaci* y *F. occidentalis* se encuentran en las zonas por donde se extiende la enfermedad en nuestro país (LACASA y CONTRERAS, 1993). Los ecotipos mediterráneos de *T. tabaci* no parecen ser responsables de la transmisión (BOURNIER, 1983; LACASA *et al.*, 1991). Por contra, *F. occidentalis* se ha revelado como el principal y más eficiente vector, en la mayor parte de los países por donde recientemente se ha extendido (MARCHOUX *et al.*, 1993). Así, en España la diseminación de la enfermedad y su epidemiología han seguido las pautas de distribución del trips americano.

Las medidas empleadas para paliar los daños directos producidos por *F. occidentalis* en el pimiento (plateado y deformación de las hojas, placas decoloradas y plateados en la superficie de los frutos) han proporcionado buenos resultados. Sin embargo, no han sido tan eficaces cuando se trata de paliar los efectos de la enfermedad, sobre todo en cultivos al aire libre. En cultivos protegidos, en algunos ciclos de cultivo, la incidencia de la virosis en pimiento se mantiene baja, cuando se llevan a cabo estrictos programas de control químico.

Al tratarse de un virus polífago, transmitido de forma persistente por un vector también polífago y buen volador, la inmigración de adultos infectivos, contribuye a establecer los focos primarios de plantas contaminadas en el cultivo (CHO *et al.*, 1989). La utilización de barreras físicas puede aminorar el número de puntos a partir de los cuales la enfermedad será diseminada por el trips. Así, las mallas o cubiertas flotantes han proporcionado buenos niveles de prevención de esta y otras virosis transmitidas por pulgones en el tomate (DE MIGUEL y SERRANO, 1991).

Por otra parte, en los invernaderos de algunas comarcas del Sureste se disponen mallas claras en las aperturas de ventilación para impedir la entrada de Noctuidos u otros insectos de gran tamaño.

En el presente trabajo se evalúan los efectos que la disposición de una malla espesa en las aperturas del invernadero tiene sobre la incidencia de la enfermedad y de la plaga en un cultivo de pimiento grueso. Además, se ha medido el efecto que, sobre el desarrollo de la planta y sobre la producción, tienen las condiciones ambientales que se crean.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo se ha realizado en la finca experimental del CIDA situada en el Campo de Cartagena (Murcia). Se utilizó un invernadero metálico, tipo parral, de 11 por 33 m y 2,2 m de altura en los postes laterales, orientado en dirección E-O cubierto con polietileno térmico de 0,2 mm de segunda campaña, que se ventila por aperturas laterales de 1 m de ancho en las bandas más largas.

Material vegetal, plantación y cultivo

La plantación se efectuó el 16 de diciembre de 1991, disponiendo las plantas de la variedad «Sonar» en líneas transversales, al marco de 1 por 0,40 m, dejando un pasillo de 1 m en el lateral sur. En el transplante las plantas tenían de 5 a 6 hojas. Procedían de un semillero comercial cuyo estado fitosanitario era oficialmente controlado. Pese a ello se tomaron muestras de 50 plantas que fueron analizadas utilizando la técnica ELISA con antisuero TSWV-L (de Sanofi).

El cultivo se realizó de acuerdo a las costumbres de la zona, disponiendo riego localizado por goteadores y entutorado con arquillos metálicos e hilos laterales. El suelo había sido desinfectado a finales de octubre, con bromuro de metilo y cloropicrina (67 % y 33 % respectivamente) a razón de 40 gr/m² del producto comercial.

Las dos primeras semanas los conejos decapitaron algunas plantas, que fueron reemplazados inmediatamente. Con posterioridad no se produjo ninguna baja, salvo las provocadas por la enfermedad.

Planteamiento del ensayo

El invernadero fue dividido en tres partes mediante cortinas verticales de malla de 28 × 28 hilos/cm, que se sujetaban en la estructura metálica superior y en los laterales, quedando cogida al suelo con tierra. Para el acceso de una parte a otra se puso un arco metálico con doble cortina, a modo de puerta.

En la parte situada al este (Sector 1), que abarcaba 11 líneas de plantas, se puso malla de 28 × 28 hilos/cm, de segundo año de utilización, en las aperturas de ventilación, para evitar la penetración de los trips. Además, se realizaron tratamientos al cultivo con productos específicos para el trips (Cuadro 1). La parte central (Sector 2) comprendía 12 líneas. En las aperturas se puso malla de las mismas características, de primer año de uso, no rea-

lizándose tratamientos químicos específicos contra el trips. La parte oeste (Sector 3) abarcaba 8 líneas y un espacio libre de 1 m junto a la puerta de entrada. En esta parte no se dispuso malla en las aperturas ni se realizaron tratamientos contra el trips, actuando como testigo comparativo. En los dos últimos sectores, los tratamientos contra las plagas y las enfermedades, se procuró realizarlos con productos que no tuvieran mucha eficacia contra el trips. (Cuadro 1).

Las prácticas culturales fueron las mismas en todos los sectores. Las malas hierbas se eliminaron manualmente. Antes de plantar se limpió el invernadero y las proximidades de malas hierbas. Aunque es práctica recomendada el arrancar las plantas enfermas, no se realizó puesto que se trataba de medir también el efecto dispersante en el interior del invernadero.

Cuadro 1.—Tratamientos realizados y productos aplicados en los diferentes sectores

Fecha	Materias activas	Productos comerciales	Sectores
22-1	Pirimicarb 50 % + B. thuringiensis + Triadimenol 25 %	ZZ-Aphox + Thuricidae HP Bayfidan 25 LE	S1, S2 y S3
14-2	Pirimicarb 50 % + Benomilo 50 %	ZZ-Aphox + Benlate 50 PM	S1, S2 y S3
28-2	B. thuringiensis + Triadimefón 25 % Endosulfán + Triadimefón 25 %	Thuricide HP + Bayleton 25 EC Thiodan 35 LE + Bayleton 25 EC	S2 y S3 S1
10-3	B. thuringiensis + Benomilo 50 %	Thuricide HP + Benlate 50 PM	S1, S2, S3
24-4	Buprofezín 25 % Buprofezín 25 % + Metiocarb 50 %	Applaud 25 PM Applaud 25 PM + Mesurol 50 PM	S2 y S3 S1
8-5	B. thuringiensis B. thuringiensis + Metiocarb 50 %	Thuricide HP Thuricide HP + Mesurol 50 PM	S2 y S3 S1
22-5	B. thuringiensis + Buprofezín 25 %	Thuricide HP + Applaud 25 PM	S1, S2 y S3
28-5	B. thuringiensis + Buprofezín 25 % + Pirimicarb 50 %	Thuricide HP + Applaud 25 PM + ZZ Aphox	S1, S2 y S3
5-6	B. thuringiensis + Buprofezín 25 % B. thuringiensis + Buprofezín 25 % + Metiocarb 50 %	Thuricide HP + Applaud 25 PM Thuricide HP + Applaud 25 PM + Mesurol 50 PM	S2 y S3 S1
12-6	Buprofezín 25 % + Pirimicarb 50 % Buprofezín 25 % + Pirimicarb 50 % + Metiocarb 50 %	Applaud HP + ZZ-Aphox Applaud HP + ZZ-Aphox + + Mesurol 50 PM	S2 y S3 S1
25-6	Metiocarb 50 %	Mesurol 50 PM	S1
3-7	B. thuringiensis + Buprofezín 25 %	Thuricide HP + Applaud 25 PM	S1, S2, S3
9-7	Dicofol 16 % + Tetradifón 6 % + Pirimicarb 50 %	Tedión + Keltane EC + ZZ-Aphox	S1, S2, S3
15-7	Azocicloestán 25 %	Peropal 25 PM	S1

Controles realizados

Evolución de las poblaciones del trips. A las tres semanas de plantar, cuando las plantas estaban arraigadas, se iniciaron los muestreos. Cada semana se tomaron, al azar, 25 hojas en el Sector 1, 30 hojas en el Sector 2 y 20 hojas en el Sector 3. Hasta ese momento se examinaban, «in situ», 20 hojas en cada sector. Cuando a mediados de febrero aparecieron las primeras flores se tomaron, al azar, semanalmente, 11 flores en el Sector 1, 12 flores en el Sector 2 y 8 flores en el Sector 3, una en cada línea de plantas. Los muestreos terminaron con el cultivo en la primera semana de agosto de 1992.

Los trips fueron extraídos de las muestras en embudos de Berlese, dejándolas durante 48 horas. Se recogían en botes que contenían alcohol de 10° al que se le añadió un mojan-te al 1 %. Con la ayuda de una lupa binocular se separaron los individuos de las diferentes especies, contabilizando los adultos y las larvas de cada una.

Durante los meses de abril y mayo se tuvieron puestas una placa cromotrópica amarilla y otra azul (HORTIVER ®) en cada sector, con el fin de conocer la fauna tisanopte-rológica que pululaba sobre el cultivo. Las placas se pusieron colgadas de arquillos, subiéndolas cuando fue preciso para que constantemente permanecieran a la altura del cultivo. Se cambiaron cada semana y se ro-taron en la posición con la misma cadencia. Se contaron los individuos de cada especie con la ayuda de una lupa binocular.

Las evoluciones de las otras plagas y de las enfermedades se siguieron por inspec-ción ocular de todas las plantas, con el fin de tomar las decisiones sobre las interven-ciones químicas a realizar cada semana.

Incidencia de TSWV. Desde el momento de la plantación se examinaron, una a una, todas las plantas, una vez por semana, apun-tando el número de ellas en cada línea que presentaban síntomas de la enfermedad: arrugamiento hacia el envés de las hojas apicales, color bronceado de las hojas jóve-

nes, manchas anulares en hojas o frutos, manchas anulares negras y deprimidas a lo largo del tallo, necrosis de los botones y yemas apicales, etc. Cuando se tuvieron dudas sobre los síntomas se tomaron mues-tras de las plantas para su análisis.

Fenología, producción y cuantificación de daños. Cada semana se tomaron datos de: altura de la planta, número de flores abiertas y número de frutos. En cada sector se tomaron los citados datos de una planta de cada fila, tomada al azar en una diagonal, cambiando de diagonal cada semana. Las medidas comenzaron con el inicio del desa-rrollo de las plantas y concluyeron en agos-to, al levantar el cultivo.

En cada sector se midió la producción de cada una de las seis filas centrales, en cada recolección. Se pesaron los frutos una vez clasificados en categorías, de acuerdo a los criterios comerciales vigentes. Los frutos de la última recolección se examinaron para valorar los daños del trips. Se establecieron 5 categorías, según la superficie del fruto alterada, de acuerdo a la siguiente escala de puntuación: 1 = 1 % de superficie con daños del trips (Figura 1); 2 = 25 % de la superfi-cie dañada; 3 = 50 %; 4 = 75 % y 5 = 100 % de la superficie. Además, de cada parcela unitaria se anotó el número de frutos reco-lectados que presentaron síntomas de TSWV (Figura 2) y su peso.

Medida de las condiciones climáticas. Desde el inicio del ensayo se instaló una esta-ción de medición de la temperatura en los Sec-tores 2 y 3. Se ubicaron en el centro de la par-cela, estando compuestas por sondas térmicas dispuestas a tres alturas (-10, +25 y +150 cm) del suelo (Figura 3), con un sensor de cobre Constantan en el extremo. Las lecturas se rea-lizaron todos los días a las 8 y a las 13 horas.

A principios de enero se instaló una esta-ción con termohidrógrafo, situado a 1,50 m de suelo, en el Sector 3 (Figura 4). A finales del mismo mes se instaló otra estación simi-lar en el Sector 2. Al terminar el ensayo se comprobaron los termohidrógrafos.



Fig. 1.—Daños de trips en frutos de pimiento. Categoría 1.

Procesado de los datos y su análisis. Las producciones son cifras medias de repeticiones con parcelas unitarias de 25 plantas. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de la varianza y la posterior comparación de las medidas utilizando

la diferencia mínima significativa, en un programa estadístico informatizado y nivel de significación del 95 %. El mismo modelo fue utilizado para analizar los datos referentes a la fenología de la planta y a la incidencia de la virosis.



Fig. 2.—Daños de TSWV en frutos de pimiento.

El crecimiento poblacional del trips en los diferentes sectores se comparó utilizando como índice poblacional el número de Trips Día Acumulado (TDA) tal como lo calculan y aplican BELDA *et al.*, 1992, según la fórmula:

$$TDA = D_{1-2} \frac{NTU_2 + NTU_1}{2} + TDA,$$

siendo:

D_{1-2} = número de días desde el último muestreo.

NTU_2 = número de trips por unidad de muestreo en el muestreo realizado.

NTU_1 = número de trips por unidad de muestreo en el muestreo anterior.

TDA = número de trips día acumulados en muestreos anteriores.

La relación entre la incidencia de la enfermedad (expresada en porcentaje de plantas con síntomas) en cada sector y las poblaciones del trips encontradas en hojas y flores (expresadas en TDA) se estudió mediante análisis de regresión simple ($P < 0,05$) en las diferentes fechas de observación.



Fig. 3.—Instalación de medidas de temperaturas en el Sector 2 y malla de separación.

RESULTADOS

Trips asociados al cultivo

F. occidentalis fue la especie más frecuente y abundante, tanto en las muestras de



Fig. 4.—Estación con termohigrógrafo en el Sector 2.

flores y hojas como en las placas pegajosas coloreadas (Cuadros 2 y 3). En el sector sin protección, el número de especies encontradas en el cultivo o que pululan sobre él ha sido mayor que en los otros sectores.

Se aprecian diferencias cuantitativas entre sectores, tanto en las muestras de flores como de hojas. Estas diferencias no tienen el mismo sentido cuando se consideran las poblaciones capturadas en las trampas cromotrópicas, ya que en el Sector 2 fueron inferiores a las del Sector 3 para *F. occidentalis*, mientras en las muestras vegetales ocurría lo contrario.

Evolución de las poblaciones de *F. occidentalis*

Las densidades de trips en hojas alcanzaron niveles máximos a principios de junio en los dos sectores donde no se realizaron tratamientos, mientras que en el otro los niveles más elevados se alcanzaron al finalizar el

cultivo, cuando se dejó de tratar (Figura 5). En todos los casos las poblaciones estuvieron compuestas mayoritariamente por larvas.

En las flores las densidades son elevadas desde mediados de abril a principios de junio, salvo en el sector donde se realizan tratamientos que varían con arreglo a la cadencia de las aplicaciones (Figura 6). En general, los niveles fueron elevados en los sectores sin tratamientos. Las ligeras oscilaciones en estos sectores se corresponden con las aplicaciones de pirimicarb, efectuadas para controlar los focos de pulgones.

Los primeros individuos se encontraron en las hojas del sector sin malla, tres semanas antes que en los otros sectores. En las flores se encontraron tan pronto como se abrieron. En el sector sin malla las primeras flores abiertas aparecieron con una semana de retraso en relación a los otros. Como en las hojas, también en las flores las poblaciones estuvieron constituidas mayoritariamente por larvas, siendo similares los niveles de adultos.

Cuadro 2.—Cantidades de las diferentes especies de Tisanópteros encontrados en las muestras de pimiento

	Sector 1		Sector 2		Sector 3	
	Flores	Hojas	Flores	Hojas	Flores	Hojas
<i>F. occidentalis</i>	1.791	100	3.678	271	2.459	141
<i>T. tabaci</i>	2	—	2	—	3	—
<i>T. angusticeps</i>	—	—	—	—	1	—
<i>Ae. tenuicornis</i>	—	—	—	—	1	—

Cuadro 3.—Trips capturados en las trampas cromotrópicas puestas en los diferentes sectores en abril y mayo

	Sector 1		Sector 2		Sector 3	
	Azul	Amarillo	Azul	Amarillo	Azul	Amarillo
<i>F. occidentalis</i>	2.590	1.349	2.961	2.217	3.732	4.483
<i>T. tabaci</i>	7	11	8	23	6	7
<i>T. angusticeps</i>	4	19	5	12	20	29
<i>Ae. tenuicornis</i>	—	4	—	5	5	3
<i>M. fuscus</i>	—	—	—	—	—	3
<i>L. cerealium</i>	—	—	—	—	—	2

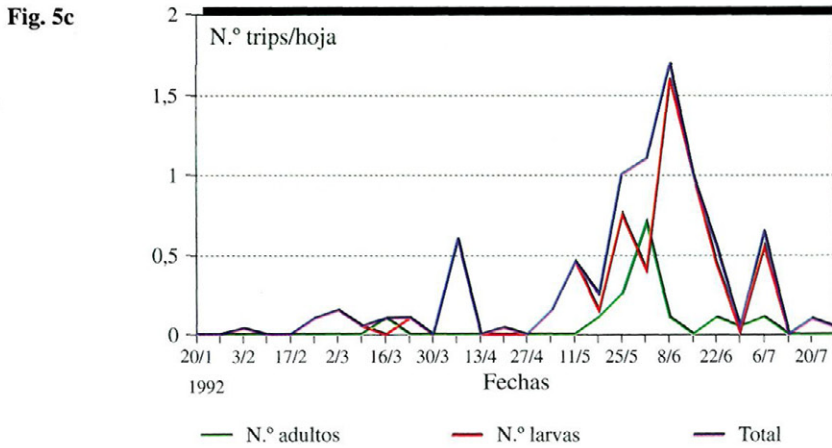
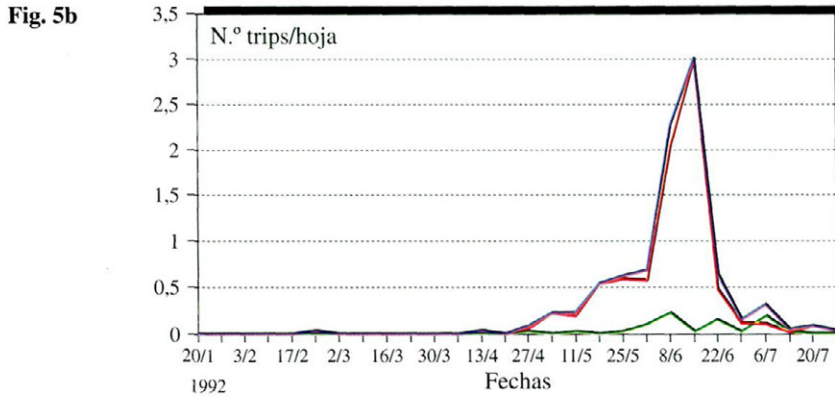
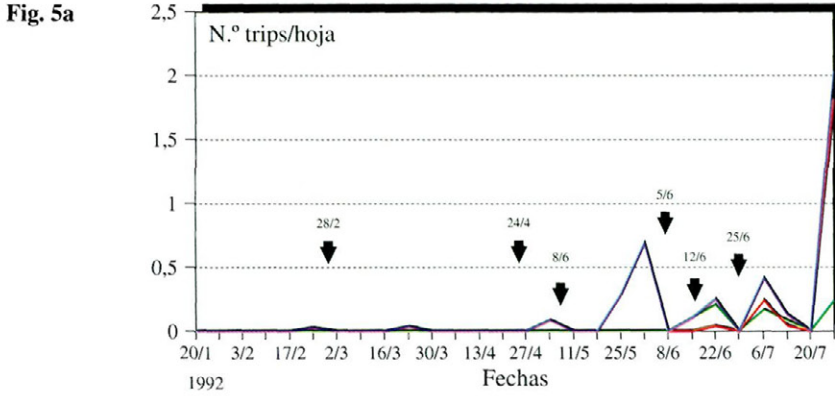


Fig. 5.—Poblaciones de *F. occidentalis* en las hojas de pimiento. A: Sector 1, con malla y tratamientos, B: Sector 2, con malla y sin tratamientos. C: Sector 3, sin malla ni tratamientos. Las flechas indican tratamientos contra trips.

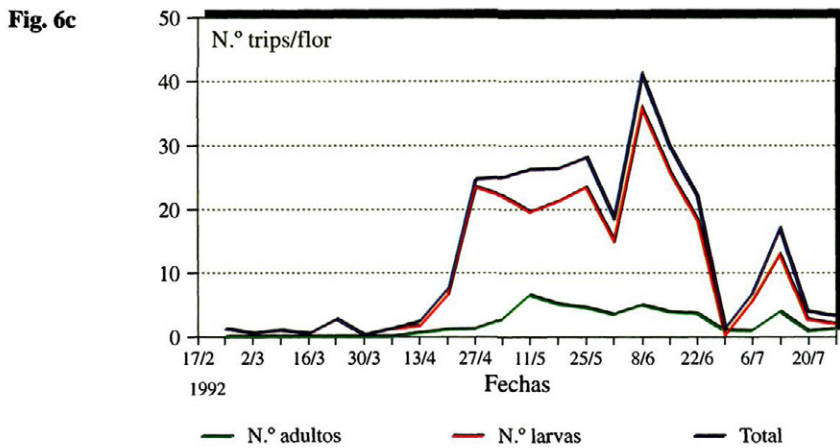
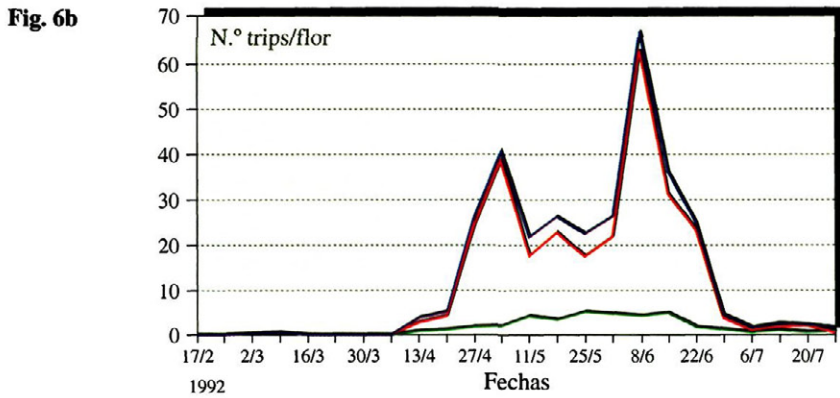
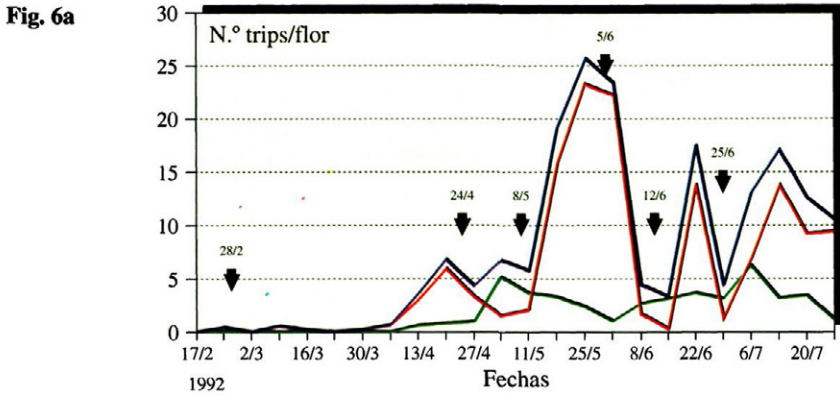


Fig. 6.—Poblaciones de *F. occidentalis* en flores. A: Sector 1, con malla y tratamientos. B: Sector 2, con malla sin tratamientos. C: Sector 3, sin malla y sin tratamientos. Las flechas indican tratamientos contra trips.

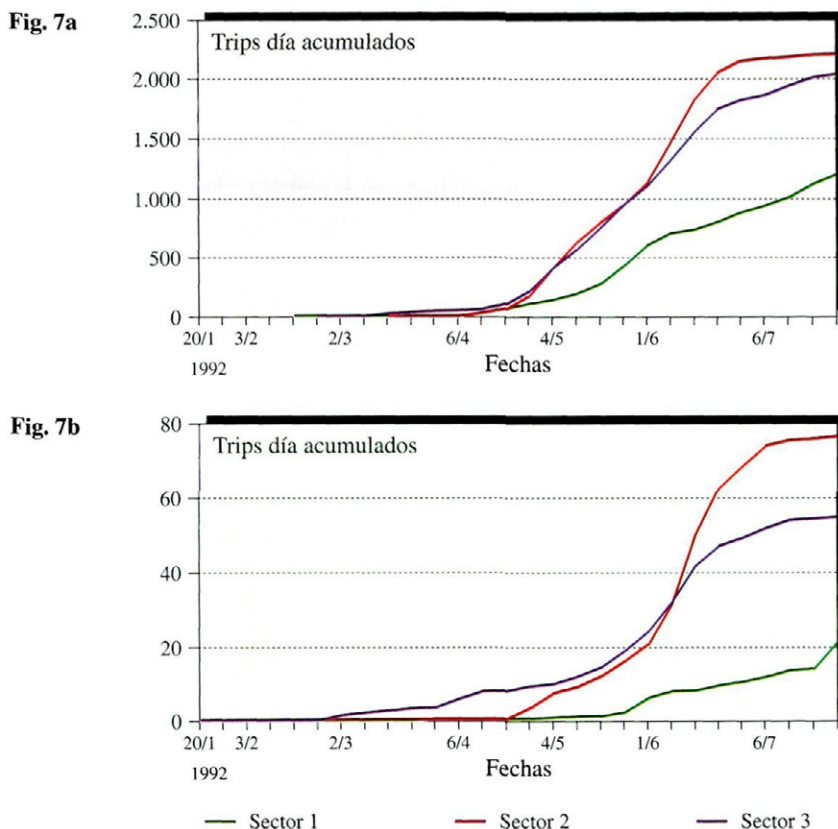


Fig. 7.—Trips Día Acumulados en las muestras de pimienta de los diferentes sectores (S1: con malla y tratamientos; S2: con malla sin tratamientos; S3, sin malla y sin tratamientos). A: en flores; B: en hojas.

Salvadas las diferencias cuantitativas entre flores y hojas, la dinámica poblacional sigue pautas similares. A principios de abril se produce un aumento progresivo hasta mediados de junio, en que se inicia un descenso que acaba con el final del cultivo. A partir de mediados de junio la disminución de las poblaciones en los Sectores 2 y 3 coincide con la presencia de algunos depredadores (*Chrysopa* sp., *Orius laevigatus* y *Aeolothrips tenuicornis*) que fueron abundantes en el Sector 3, no aparecieron en el sector donde se realizaron tratamientos.

Aunque las densidades máximas se presentaron en el sector con malla y sin trata-

mientos (S2), se mantuvieron durante más tiempo altas en el sector sin malla (S3), obteniéndose en las flores una cifra final de TDA similar en ambos sectores (Figura 7) y significativamente diferente a lo encontrado en el sector con tratamientos. En las hojas los valores finales son marcadamente más elevados en el Sector 2 que en el Sector 3, que a su vez fueron muy superior a los del Sector 1. Tanto en flores como en hojas se ha visto se producen dos momentos de mayores tasas en la multiplicación de las poblaciones, uno a mediados de abril y otro a principios de junio. A partir de mediados de junio, las poblaciones sólo crecen en el sector donde se realizan tratamientos.

Incidencia de TSWV

Las primeras plantas con síntomas aparecieron en el sector sin malla, en la primera decena de mayo, tardando dos semanas en presentarse en los otros sectores. Al final del ensayo el porcentaje de plantas afectadas fue significativamente superior en el sector sin malla (100 % de las plantas) en relación a los otros dos (84 % en el Sector 1 y 86 % en el Sector 2), que resultaron del mismo orden (Figura 8). Desde el principio, los niveles de incidencia de la enfermedad en el sector sin malla fueron superiores a los medidos en los otros sectores. Desde finales de junio hasta la segunda decena de julio la incidencia de TSWV en el sector con malla y tratamientos fue significativamente inferior a donde no se realizaban tratamientos.

Este comportamiento diferencial guarda relación con los niveles poblacionales del trips. Si se consideran globalmente la evolución de la enfermedad y el índice poblacio-

nal TDA, independientemente de los sectores, se obtiene una correlación significativa entre los niveles de enfermedad y de trips, siendo más estrecha cuando se trata de trips en hoja ($r = 0,8400$; $P < 0,05$) que cuando es en flores ($r = 0,8373$; $P < 0,05$). Cuando se estudia la relación entre ambas variables en cada sector, la correlación es todavía más estrecha y siempre mayor entre trips en hojas y porcentaje de plantas enfermas, que entre trips en flores y la incidencia de la enfermedad (Cuadro 4).

En todos los casos el modelo de regresión que mejor se ajusta es el multiplicativo.

Fenología del cultivo

El crecimiento de la planta fue continuo en los tres sectores. En la Figura 9 se representa la altura media de las plantas en los diferentes sectores. En los dos sectores con malla la altura final fue significativamente

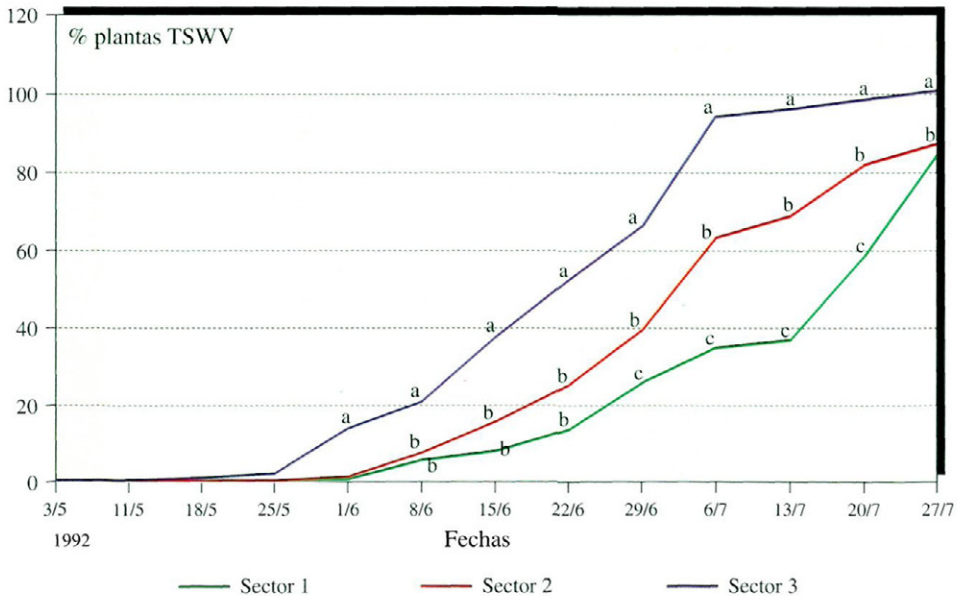


Fig. 8.-Evolución de la incidencia de TSWV en los diferentes sectores del invernadero (S1: con malla y tratamientos; S2: con malla y sin tratamientos; S3: sin malla y sin tratamientos). Los puntos con la misma letra en una misma fecha no son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Cuadro 4.—Coeficiente de correlación entre la incidencia de TSWV y el número de Trips Día Acumulados en hojas y flores para cada sector

		TDA hojas	TDA flores
TSWV	Sector 1	0,9477	0,9255
TSWV	Sector 2	0,8969	0,8381
TSWV	Sector 3	0,9524	0,9429

mayor que la que no tenía malla. Dichas diferencias fueron patentes desde mediados de febrero. A finales de abril y principios de mayo las alturas se igualan, al detenerse el crecimiento en los sectores con malla, quizás como consecuencia del desarrollo de los frutos. A partir de principios de junio las diferencias se vuelven a establecer, manteniéndose hasta el final del cultivo.

Las variaciones en el número medio de flores por planta a lo largo del cultivo en los diferentes sectores se reflejan en la Figura 10. En los sectores con malla las primeras flores se abrieron una semana antes. Ello supuso que el primer máximo de flores se obtuviera

en dichos sectores con una semana de antelación. En la última semana de marzo el número medio de flores por planta en el Sector 1 era significativamente mayor que en los otros sectores. Por contra, en la segunda semana de junio era en el Sector 3 donde el número de flores por planta era menor ($P < 0,05$). El segundo máximo de flores por planta se produjo en las mismas fechas en todos los sectores al haberse uniformado las recolecciones.

La precocidad en la apertura de las flores supuso una semana de antelación en la formación de los frutos en los sectores con malla (Figura 11). En estos sectores el desarrollo de los frutos también fue más rápido,

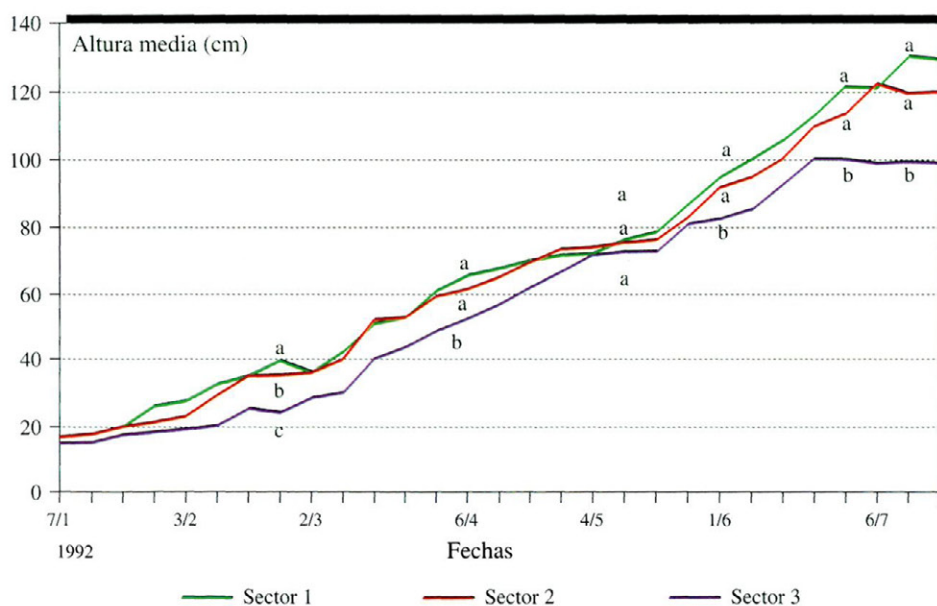


Fig. 9.—Altura media de las plantas de pimienta en los diferentes sectores (S1: con malla y tratamiento; S2: con malla sin tratamientos; S3: sin malla y sin tratamientos). Los valores con la misma letra en una misma fecha no son diferentes ($P < 0,05$).

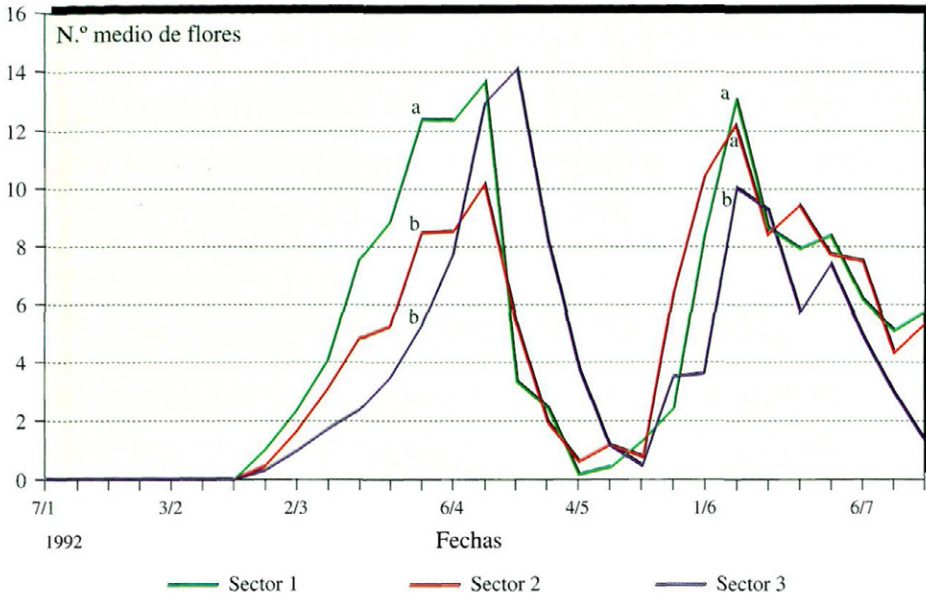


Fig. 10.-Número de flores por planta de pimienta en los diferentes sectores (S1: con malla y tratamientos; S2: con malla sin tratamientos; S3: sin malla ni tratamientos). Los valores con la misma letra en la misma fecha no son diferentes ($P < 0,05$).

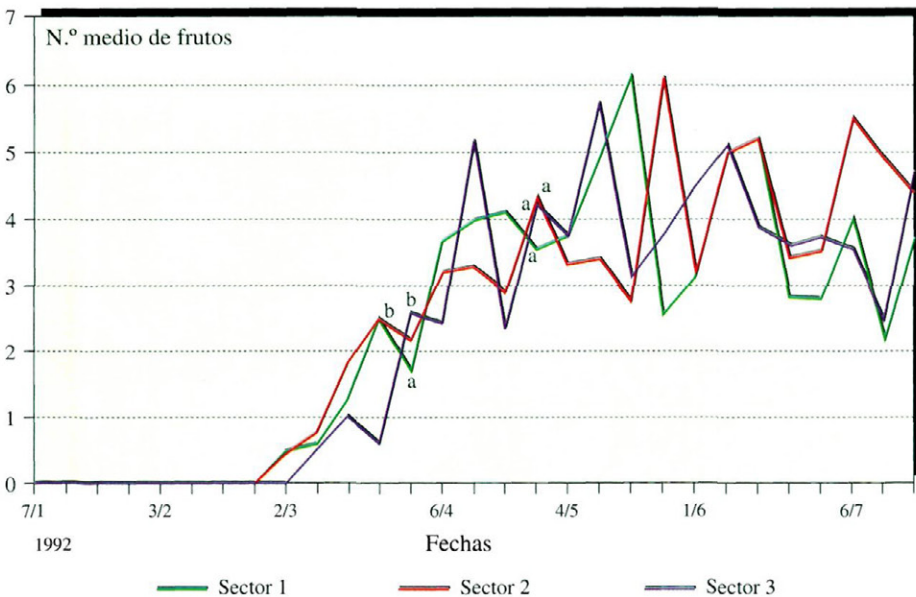


Fig. 11.-Número medio de frutos por planta de pimienta en los diferentes sectores (S1: con malla y tratamientos; S2: con malla sin tratamientos; S3: sin malla ni tratamientos). Los valores con la misma letra en la misma fecha no son diferentes ($P < 0,05$).

lo que permitió realizar la primera recolección 10 días antes. El número de frutos por planta no resultó diferente de un sector a otro hasta la primera recolección. Luego, las variaciones fueron más acentuadas en el sector sin malla.

Producciones

En los sectores con malla se efectuaron 5 recolecciones (29 de abril, 18 de mayo, 11 de junio, 7 de julio y 28 de julio). Mientras que en el sector sin malla se realizaron sólo 4 (8 de mayo, 11 de junio y 7 y 28 de julio).

Las producciones medias de las diferentes categorías comerciales se han resumido en el Cuadro 5. En los no comerciales se incluyen frutos que no alcanzan el calibre mínimo, los manchados por «golpe de sol» y los que presentan síntomas marcados de TSWV. No se apreciaron daños de trips lo suficientemente intensos que sea causa de destrío.

En los sectores con malla las producciones fueron significativamente superiores. Las diferencias se han marcado por el hecho de producirse un retraso en la entrada en producción del sector sin malla. En la tercera fecha de recolección (segunda para el Sector 3) no se observaron diferencias entre secto-

Cuadro 5.—Producciones medias (en g/planta) según categorías comerciales obtenidas en los diferentes sectores

	Primera	Segunda	Tercera	N.º comerciales
Sector 1	1.475 a	2.373 a	658 a	154 a
Sector 2	1.670 a	2.038 a	816 b	291 b
Sector 3	972 b	1.687 b	791 b	334 c

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente ($P < 0,05$).

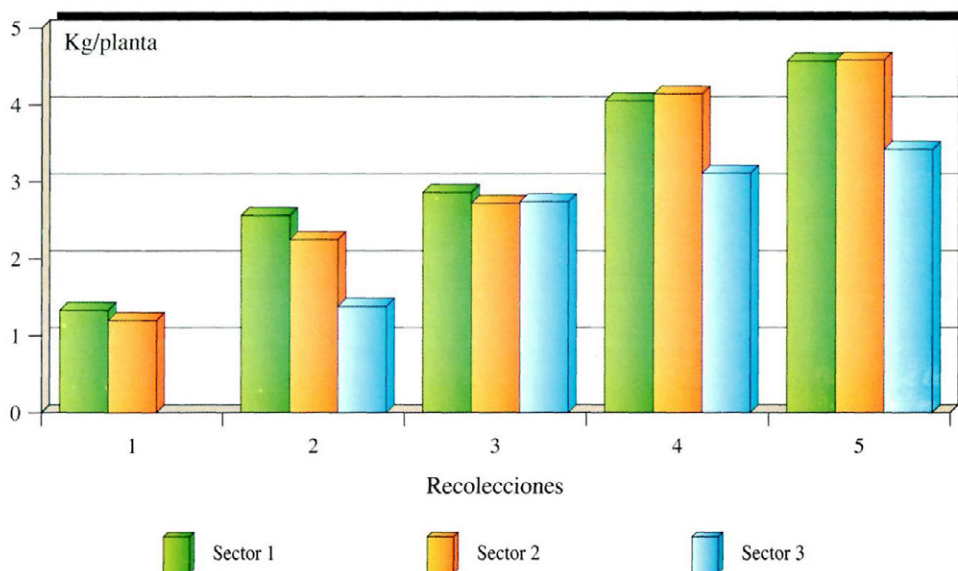


Fig. 12.—Producción comercial acumulada (g/planta) en las diferentes recolecciones para los diferentes sectores.

res en la producción comercial (Figura 12). En las dos siguientes, esta producción fue significativamente superior en los sectores con malla.

La producción total y la comercial final fueron mayores en los sectores con malla. Sin embargo, el mayor destrío se produjo en el Sector 2 y no en el Sector 3 como cabía esperar. El peso de los frutos afectados de TSWV, que sólo se presentaron en la última recolección, fue diferente de un sector a otro, independientemente de la malla (Cuadro 6).

Incidencia del trips y de TSWV en la cosecha

La incidencia porcentual de ambas causas en los frutos de la última recolección se recoge en el Cuadro 7. Solamente los incluidos en las tres últimas categorías eran apartados de su categoría comercial.

El sector con tratamientos presentó los menores porcentajes de frutos afectados, tanto por el trips como por el virus. Por otra parte, las diferencias entre sectores fueron más pronunciadas cuanto mayor era la categoría del daño producido.

Condiciones ambientales

En la Figura 13 se reflejan las temperaturas medias decenales medidas en termohigrógrafo en el sector sin malla (A) y en el Sector 2 (B) que tenía malla. Se aprecia, como cabía esperar, gran similitud en las oscilaciones temporales, manteniéndose ligeramente más elevada en el sector con malla. Es de resaltar que la temperatura mínima media está próxima o es superior a 10° C en el sector con malla desde principios de marzo, en tanto que en el sector sin malla eso no ocurre hasta principios de mayo.

La temperatura del suelo fue superior a la ambiental a primera hora de la mañana (8 horas) en todos los sectores, ocurriendo lo contrario al mediodía. Las diferencias en la inversión diaria, medidas en el sector con malla fueron menores que en el que no tenía malla.

Por lo que se refiere a la humedad relativa, elemento que condiciona el desarrollo de enfermedades fúngicas de la parte aérea, en el sector con malla se mantuvo más elevada cuando se consideran niveles globales medios. Sin embargo, en el sector sin

Cuadro 6.—Producciones medias (en g/planta) y peso de los frutos con síntomas de TSWV en los diferentes sectores

	Total	Comercial	Destrío	Afectados TSWV
Sector 1	4.769 a	4.615 a	123 a	31
Sector 2	4.882 a	4.591 a	178 b	112
Sector 3	3.778 b	3.444 b	123 a	211

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente entre sí (P < 0,05).

Cuadro 7.—Porcentaje de frutos con daños de trips (según categorías) y de TSWV en la última recolección

	% frutos con daños de trips					% frutos TSWV
	1	2	3	4	5	
Sector 1	20,12 a	7,78 a	4,34 a	1,99 a	0,0	30,07 a
Sector 2	18,08 a	10,81 bc	6,65 ab	2,28 ab	0,0	47,40 b
Sector 3	27,62 a	15,85 b	17,13 b	7,16 b	0,76	82,61 c

Las cifras con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí (P < 0,05).

Fig. 13a

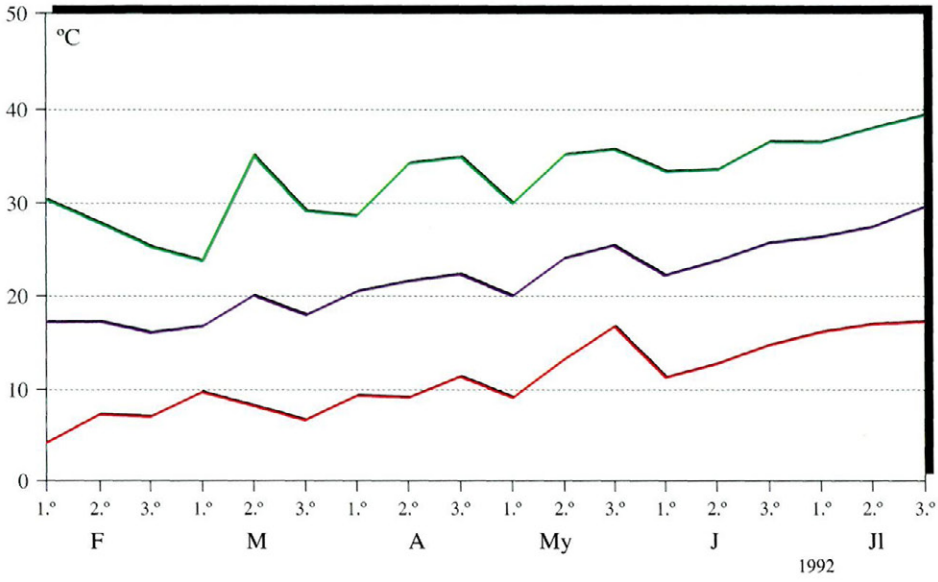


Fig. 13b

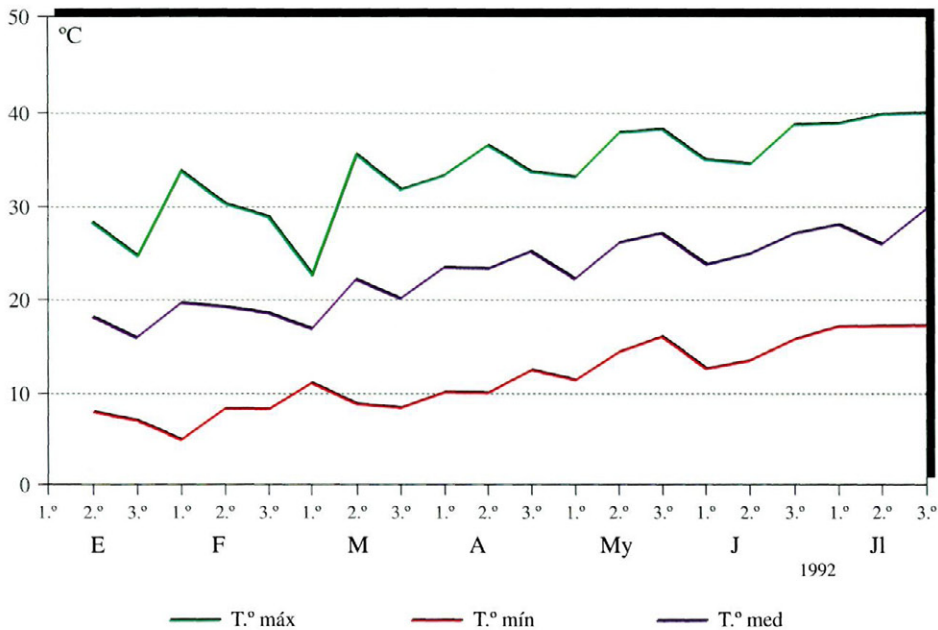


Fig. 13–Temperaturas medias decenales en los sectores A = sin malla (S3) y B = con malla (S2).

mallas, estuvo bastante más tiempo por encima del 90 % e incluso al 100 %. La humedad relativa mínima media decenal se mantuvo entorno al 40 % en el sector con malla, situándose próxima al 30 % en el sector con malla. La humedad relativa media de las medias estuvo próxima al 70 % en el sector con malla, situándose por debajo del 60 % en el sector sin malla. Pese a ello, la presencia de oidio (*Leveillula taurica*) sólo se registró en el sector sin malla, no apreciándose en ningún caso ataques de *Botrytis* ni *Sclerotinia*.

DISCUSION

Dada la amplitud de los resultados y lo interrelacionados que están los parámetros medidos se hace precisa una discusión globalizada.

En todos los supuestos *F. occidentalis* fue la especie mayoritaria. De las otras especies encontradas en el cultivo sólo para *T. tabaci* se han descrito daños en el pimiento (MICIELI DE BIASE y RAGOZZINO, 1983, BAKKER y SABELIS, 1986) cultivado en invernadero, aunque nunca con las connotaciones que tiene el trips americano.

La presencia de la malla en las aperturas de ventilación del invernadero supone una reducción en la inmigración de trips al cultivo. Ello se ha puesto de manifiesto en la menor cantidad de especies y de individuos al inicio del cultivo en los sectores con malla. Para una malla de características próximas (66×66 hilos/pulgada) a la utilizada por nosotros (28×28 hilos/cm), BERLINGER *et al.*, (1993) encuentran una penetración del 68,4 % en relación al testigo sin malla, en ensayos de laboratorio, mientras en los ensayos de campo la penetración fue sólo del 4,3 %. Es sabido que las dimensiones del macho son más reducidas que las de las hembras y en el trabajo no se especifica la composición de la población utilizada. Por otra parte, las hembras estivales son más reducidas que las invernales, por lo que quizás encuentren más facilidades para penetrar.

En nuestro caso había que tener en cuenta, además, que los invernaderos no son herméticos, y por las roturas del plástico pueden producirse penetraciones, salvo que la colocación del plástico influya en el comportamiento del trips como apuntan BERLINGER *et al.* (1993).

Se admite la inmigración de poblaciones a través de la malla, pero la barrera provoca un retraso en la implantación de la plaga en el cultivo (Figura 5). Ello no significa que la evolución de las poblaciones en los sectores con malla mantenga ese retraso. Las condiciones ambientales en el invernadero con malla resultan diferentes a las del sector donde no se puso (Figura 13). Si se admite, como lo hacen ROBB (1989) y BELDA *et al.*, (1992), que la temperatura mínima de desarrollo del trips se sitúan entorno a 10°C (PICKETT *et al.*, 1988 consideran 12°C), en los sectores con malla el trips podría desarrollarse y multiplicarse de forma ininterrumpida desde principios de marzo, en tanto que en el sector sin malla la media de las temperaturas mínimas no supera 10°C hasta principios de mayo (Figura 13). Este hecho ya lo habíamos observado en experiencias anteriores (LACASA *et al.*, 1993). Ello explicaría que las densidades poblacionales, tanto en hojas como en flores, fueran más elevadas en el Sector 2 (con malla) que en el Sector 3 (sin malla).

En todos los casos, las poblaciones alcanzaron niveles máximos entre mediados de abril y finales de junio (Figura 5 y 6), siguiendo la evolución de la fenología del cultivo. Así, las densidades en flores son mayores cuanto mayor es el número medio de flores por planta (Figuras 5 y 6 y Figura 10), hecho ya apuntado por BELDA *et al.*, (1992) en cultivos de pimiento en Almería. Los descensos de las poblaciones a partir de finales de junio en los sectores donde no se realizan tratamientos pueden estar ocasionados por: la presencia de enemigos naturales; por la reducción en el potencial multiplicador del trips, ya que las temperaturas máximas medias se sitúan constantemente por encima de 35°C –temperatura considerada

como limitante del desarrollo del trips (ROBB, 1989; BELDA *et al.*, 1992)– o, finalmente, al decaimiento o envejecimiento del cultivo. En cualquier caso los niveles de TDA obtenidos en cualquier sector han resultado muy superiores a los encontrados por BELDA *et al.*, (1992), como corresponde a un ciclo de cultivo más propicio para el desarrollo del trips.

El efecto de los tratamientos, como complemento imprescindible a la malla, para asegurar un control adecuado del trips y del virus que transmite, se pone de manifiesto en la reducción de las poblaciones, expresadas en TDA (Figura 7) y en la disminución de la incidencia de la virosis (Figura 8).

La presencia de la malla supone un retraso en la aparición de los primeros focos de virosis, a partir de los cuales se extenderá la enfermedad a otras plantas. La relación positiva entre las poblaciones del trips y la incidencia de la virosis es más estrecha cuando se analiza sector por sector, que cuando se globaliza; y es también más estrecha cuando se consideran las poblaciones en las hojas que cuando se tienen en cuenta las poblaciones en las flores. La relación que mejor se ajusta es la multiplicativa, como cabría esperar al tratarse de un virus transmitido de forma persistente. La reducción de los focos primarios supone una disminución de la incidencia significativa, desde el principio hasta el final del cultivo (Figura 8). La aplicación de productos químicos en un sector con malla tiene un efecto significativo en el control del trips desde principios de mayo, pero no se traduce en una reducción significativa de la incidencia de la enfermedad, hasta finales de junio. Esta relación entre la reducción de las poblaciones del vector y la paralela disminución de la incidencia de la enfermedad fue observada por GREENOUCH *et al.*, (1990) y BROWN (1992) en tomate.

En cualquier caso, la incidencia de la virosis al final del cultivo fue excesivamente elevada, como para poder estimar los resultados desde el punto de vista práctico. Si se tienen en cuenta los resultados parciales

obtenidos a mediados de julio, cuando ya prácticamente se había obtenido la mayor parte de la producción, los niveles de enfermedad en el sector con malla y tratamientos se podrían considerar aceptables en las plantaciones comerciales. En la campaña anterior, las diferencias habían sido tan marcadas y significativas, pero los niveles de incidencia en malla o sin malla resultaron más reducidos, siendo en la primera aceptables en la práctica (LACASA *et al.*, 1993).

En el Sector 1 los daños directos producidos por el trips en los frutos recolectables ha sido menor que donde no había malla. En cuanto a la incidencia de TSWV en la producción también guardó relación con el porcentaje de plantas afectadas.

El efecto de la malla en la vegetación de las plantas se tradujo en un mayor desarrollo vegetativo (altura de las plantas), en un adelanto en la apertura de las flores y en un mayor número en los primeros meses; en más precocidad en la formación de los frutos, mayor número de ellos y un anticipo en la recolección. Todo ello probablemente ligado al aumento de la temperatura (de 1 a 2° C) que se produce en los sectores con malla. Así, si se estima que la temperatura mínima de desarrollo del pimiento es de 10° C, el crecimiento de la planta es prácticamente continuo desde mediados de marzo, cosa que no ocurriría hasta mayo en el sector sin malla.

En los sectores con malla se obtuvo un aumento significativo de las producciones (Figura 12), motivada por el efecto directo de las condiciones ambientales sobre la planta y por la menor incidencia de la virosis. DE MIGUEL (1993) señala efectos similares en tomate cuando se cultiva bajo malla, en relación al aire libre, aunque en este caso, en la malla espesa parecen producirse problemas en el cuajado, que no aparecen en las mallas más claras.

Globalmente considerada, la experiencia de disponer malla en las aperturas de ventilación de los invernaderos proporcionan resultados positivos en el caso del pimiento, al

reducirse la incidencia de la virosis que transmite el trips y al encontrarse mejoras en la vegetación y en la producción de la planta; así como en la incidencia de otras plagas y enfermedades de origen fúngico. En nuestras condiciones experimentales las mallas pueden ser un método complementario para paliar los efectos tanto del trips como del virus.

AGRADECIMIENTOS

Las experiencias correspondientes a este trabajo se encuadran en los objetivos del proyecto INIA n.º 9.006. Los autores expresan su agradecimiento a D. Antonio Ríos Pineda por la ayuda en el manejo del programa informatizado al analizar los resultados.

ABSTRACT

LACASA, A., CONTRERAS, J., TORRES, J., GONZÁLEZ, A., MARTÍNEZ, M.^a C., GARCÍA, F., HERNÁNDEZ, A., 1994. Use of screens in glasshouse pepper crop to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) an Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(3): 561-580.

Effects of a dense screen (28 × 28 mesh/cm) placed at each glasshouse opening on *Frankliniella occidentalis*, Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) incidence and growth and yield of the crop were studied.

A plastic glasshouse with wood structure («parral type») was divided in three parts and was grown with the pepper variety «Sonar» from december 1991 to august 1992. The experiment included three treatments: S1 with screen and chemical applications against thrips; S2 with screen and without chemical control and S3 without any of them. Flowers and leaves were sampled weekly to study the evolution of the population dynamics together with counts for number of plants with TSWV symptoms. Environmental conditions, plant phenology and final production were also measured.

F. occidentalis was the only relevant thrips species to be taken into account. The screen delayed three weeks the thrips appearance on the crop, but afterwards eased their multiplication (2.200 Accumulated Thrips Day (ATD) in flowers and 76 ATD in leaves at the end of the productive period for S3 treatment). Chemical applications drastically reduced pest progression (1.190 in flowers and 21 ATD in leaves for S1 treatment). Effect on virus incidence is closely related to the influence on population dynamics (A positive correlation, of $r = 0,8381$ was found between ATD and percentage of diseased plants, for the worst situation). Two weeks before the end of the crop, percentages of plants with virus were 36 %, 63 % and 94 % respectively for treatments S1, S2 and S3.

Total plant height was higher for these treatments in which screen was used (130 cm for S1 and 120 cm for S2) in comparison with the glasshouse section free from screen at the openings (98 cm for S3). S1 and S2 treatments produced flowers and fruits earlier and the first harvest was done 15 days before. Commercial (4,769 kg for S1 and 4,591 kg for S2) yield per plant were superior at greenhouse sectors with screens in relation to S3 treatments (3,444 and 3,778 kg respectively) in which average temperatures were 1 or 2° C lower.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, TSWV, glasshouse screen, pepper.

REFERENCIAS

- ANTÓN, A., MONTERO, J. J., ANGLÉS, A., GIL, C., 1993. Utilización de una malla antinsectos como material de cubierta en invernadero. Evaluación climática y del nivel de plagas. *II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Zaragoza. Proceedings*, **1**: 1.228-1.233.
- BAKKER, F. M., SABELIS, M. W., 1986. Attack success of *Amblyseius mckenziei* and the stage related defensive capacity of thrips larvae. *Med. Fac. Landbouww. Rijksniv. Gent*, **51/3a**: 1.041-1.044.
- BELDA, J. E., CABELLO, T., ORTÍZ, J., PASCUAL, F., 1992. Distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (*Thys.*; *Thripidae*) en cultivo de pimiento bajo plástico en el sureste de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **18**: 237-252.
- BERLINGUER, M. J., LEBIUSH-MORDECHI, S., FRIDJA, D., MOR, N., 1993. The effect of types of greenhouse screens on the presence of western flower thrips: A preliminary study. *Bulletin OILB-SROP* **16**(2): 13-16.

- BOURNIER, A., 1983. *Les Thrips. Biologie, importance agronomique*. INRA, París, 128 pp.
- BROWN, S. T., BROWN, J. E., 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on trips populations and damage to tomato. *Hort Technology*, **2**(2): 208-211.
- CHO, J. J., MAY, R. F. L., GERMAN, T. L., HARATAMANN, R. W., YUDIN, L. S., GONSALVES, D., PROVIDENTI, R., 1989. A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus in Hawaii. *Plant Disease*, **75**(5): 375-383.
- DE MIGUEL, A., SERRANO, E. 1991. Prevención de virosis mediante cultivo bajo malla. *Horticultura*, **72**: 48-50.
- DE MIGUEL, A., 1993. Experiencias y métodos de actuación para control de virosis en la Comunidad Valenciana. *Phytoma España*, **50**: 86-89.
- GREENOUCH, D. R., BLACK, L. L., BOND, W. P., 1990. Aluminium-surfaced mulch: An approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. *Plant Disease*, **74**: 805-808.
- JORDA, C., LACASA, A., COSTA, J., DÍEZ, M.^a J., NÚEZ, F., 1993. Situación actual del TSWV en España. *Hortofruticultura*, **6**: 39-44.
- LACASA, A., CONTRERAS, J. 1993. Comportamiento de *Frankliniella occidentalis* en la transmisión del virus del bronceado del tomate: planteamientos para su control en cultivos hortícolas. *Phytoma España*, **50**: 33-39.
- LACASA, A., MARTÍNEZ, M.^a C., TORRES, J., 1989. Los trips asociados a los cultivos protegidos en el sureste español. *Cuadernos de Fitopatología*, **3**: 81-87.
- LACASA, A., TORRES, J., CONTRERAS, J., HERNÁNDEZ, A., GARCÍA, F., GONZÁLEZ, A., 1993. Efecto de las mallas en las aperturas de ventilación de los invernaderos sobre la incidencia de TSWV y *F. occidentalis* en pimiento: Estudio preliminar. 1.^a Symposium Internacional Phytoma. Valencia, julio, 1993.
- LACASA, A., TORRES, J., MARTÍNEZ, M.^a C., 1991. La implicación de *Frankliniella occidentalis* en la diseminación del virus del bronceado del tomate (TSWV) en los cultivos murcianos. *Agrícola Vergel*, **112**: 203-209.
- MARCHOUX, G., 1990. La transmission de virus par *Frankliniella occidentalis* et autres thrips. *Phytoma*, **422**: 40-45.
- MARCHOUX, G., GEBRE-SALASSIE, K., BERLING, A., 1993. Le tomato spotted wilt virus. Evolution du problème et des acquis de la recherche. *Phytoma*, **449**: 35-40.
- MICIELI DE BIASE, L., RAGOZZINO, A., 1983. Il *Thrips tabaci* Lind. (*Thysanoptera: Thripidae*) responsabile di alterazioni su peperone in Campania. *La difesa delle piante*, **1**: 25-30.
- PICKETT, C. H., WILSON, L. T., GONZÁLEZ, D., 1988. Population dynamics and within-plant distribution of the western flower thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) an early-season predator of spider mites infestig cotton. *Environ. Entomol*, **17**(3): 551-559.
- ROBB, K. L., 1989. *Analysis of Frankliniella occidentalis (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses*. Tesis Doctoral. Universidad de California 135 pp.
- SAKIMURA, K., 1962. *Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae)* a vector of the tomato spotted wilt virus, with special reference to color forms. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **55**: 387-389.