

Distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en cultivo de pimiento bajo plástico en el sureste de España

J. BELDA, T. CABELLO, J. ORTIZ y F. PASCUAL

La distribución espacial y temporal de *Frankliniella occidentalis* ha sido estudiada en pimiento (variedad Clovis) bajo plástico en una parcela experimental localizada en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de «La Mojonera» (Almería), durante los meses de octubre de 1990 a marzo de 1991. Igualmente se han evaluado dos técnicas de muestreo para esta especie plaga (conteo directo y extracción mediante embudo de Berlese y el efecto de la densidad de la plaga en la producción final del cultivo).

En los resultados se ha encontrado que en los muestreos comparativos, realizados a lo largo del ciclo del cultivo, tanto en hojas, como en flores y frutos, sólo en tres casos para los frutos y dos para las flores existió una correlación significativa entre el muestreo directo y la extracción por embudo de Berlese. Con el primer método se obtuvieron valores de densidad de la plaga de aproximadamente tres veces superiores que con el segundo.

La población final acumulada de *F. occidentalis* en el cultivo, medida por el número de Trips Día Acumulados (TDA), presentó un valor medio de 50,6 TDA en hojas, cuatro veces inferior al de frutos (197,4 TDA), y diez veces inferior al de flores (544,1 TDA); mostrándose, por tanto, una clara preferencia por estas últimas.

La distribución de la población de esta especie plaga en hojas, flores y frutos se ajustó, en casi todos los casos, a una binominal negativa, con unos valores de la K-común de 0,360 para las hojas, 1,001 para flores y 3,396 para frutos.

Por último, también son analizadas y discutidas las relaciones obtenidas entre las densidades de población de la plaga en hojas, flores y frutos y los índices de presencia-ausencia en los mismos, así como los efectos en la reducción de cosecha en el cultivo.

J. BELDA. Sección de Protección de los Vegetales. Delegación Provincial de Agricultura y Pesca de Almería. Junta de Andalucía. Calle Hnos. Machado, 4 - 3.º 04071 Almería.

T. CABELLO, J. ORTIZ. Universidad de Granada. EU Politécnica de Almería. Dpto. de Biología Animal y Ecología. 04120 La Cañada (Almería).

F. PASCUAL. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Dpto. de Biología Animal y Ecología. Campus Fuentenueva. 18071 Granada.

Palabras clave: cultivo de pimiento, invernaderos, trips, *Frankliniella occidentalis*, ecología, técnicas de muestreo, distribución, presencia-ausencia, niveles de daños.

INTRODUCCION

La situación actual de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en cultivos hortícolas

del SE de España, desde su introducción en 1986 (BELDA y RODRÍGUEZ, 1989), ha evolucionado de forma distinta en cultivos en invernadero y al aire libre. En invernade-

ros su incidencia no es limitante, por sus daños directos ni por su condición de vector del virus del bronceado del tomate (TSWV), siendo destacables en la actualidad los daños en cultivo de pimiento. Por el contrario, en cultivos al aire libre, sobre todo el tomate y lechuga de la referida zona, la incidencia del virus transmitido por *F. occidentalis* provoca graves pérdidas en cosecha, e inclusive llega a limitar estos cultivos en algunas épocas del año.

Diversos aspectos relacionados con esta especie plaga han sido estudiados en cultivos protegidos de nuestro país; comportamiento y caracterización de daños (RODRÍGUEZ y BELDA, 1989); capturas en trampas cromáticas (TORRES *et al.*, 1990; CABELLO *et al.*, 1991), y control químico (BELDA y RODRÍGUEZ, 1989; HERNÁNDEZ y TASKER, 1990; CARNERO *et al.*, 1990), etc.

En la actualidad, en Almería se están realizando estudios sobre la utilización de la lucha biológica mediante depredadores (*Orius insidiosus* y *Amblyseius cucumeris*) y patógenos (*Verticillium lecanii*), así como la posibilidad de utilización de trampas cromáticas para la detección precoz de la plaga, y su posterior relación con la densidad de población en el cultivo, todo ello en cultivos de pimiento en invernadero.

El presente trabajo, que es un paso intermedio a los antes mencionados, tenía como objetivo estudiar la distribución temporal y espacial de *F. occidentalis* en cultivo de pimiento bajo plástico en nuestras condiciones de Almería. Ello es fundamental y previo para aplicar de forma racional cualquier método de lucha contra esta especie plaga.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo fue realizado entre octubre de 1990 y marzo de 1991, ambos inclusive, en un invernadero tipo «parral» de 2.000 m² de superficie y 2,25 m de altura localizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera (Almería). El cultivo fue pimiento (variedad Clovis), tras-

plantado los días 8 y 9 de octubre de 1990, con marco de plantación de 1 m de distancia entre filas y 0,5 m entre plantas, dentro de las mismas. Las técnicas de manejo del cultivo utilizadas fueron las normalmente empleadas por los agricultores de la zona, salvo los tratamientos fitosanitarios aplicados que resultaron ser los siguientes: buprofezín, *Bacillus thuringiensis* y endosulfan el 19-X-90; buprofezín, endosulfan y bifentrin el 29-X-90.

En el cultivo se realizaron dos cosechas: en los días 14 a 20 de enero la primera, y los días 12 a 14 de marzo de 1991 la segunda. En cada una de ellas se pesó la totalidad de la cosecha en cada subparcela de cultivo, y se evaluaron también los daños de importancia comercial en los frutos, mediante el examen visual de todos los frutos en un 30 y 60 % de las cajas obtenidas en la cosecha (primera y segunda cosecha, respectivamente), elegidas al azar dentro de cada subparcela.

El invernadero se dividió transversalmente en cuatro parcelas de 500 m² cada una, separadas entre sí por un plástico que dejaba una puerta central para el paso, la cual se cerraba mediante una tira autoadhesiva (tipo Velcro). Cada parcela se consideró dividida, por el pasillo central del invernadero, en dos subparcelas de superficies prácticamente idénticas. En una de las parcelas centrales del invernadero se colocó un termohigrógrafo (rango de medida: - 10 a 65 °C y 10 a 100 % de H.R.), la banda de registro fue reemplazada semanalmente.

A lo largo del cultivo se realizaron dos tipos de muestreos: conteo directo y extracción por medio de embudo de Berlese, siendo su periodicidad aproximadamente semanal, contabilizándose un total de 19 muestreos para el conteo directo y 15 para el de extracción por embudo de Berlese a lo largo del cultivo.

En los muestreos por conteo directo se tomaron 10 plantas, localizadas totalmente al azar, dentro de cada subparcela; dicho número se redujo a 5 plantas/subparcela a partir del 26-XII-90, cuando el incremento

Cuadro 1.—Evolución de la población de *F. occidentalis*, medida por el número de Trips Día Acumulado (T.D.A.), en hojas, flores y frutos de pimiento en cultivo bajo plástico del SE de España

Fecha de muestreo	Grados/día acumulado	Hojas		Flores		Frutos	
		N.º de muestras	T.D.A.	N.º de muestras	T.D.A.	N.º de muestras	T.D.A.
19-10-90	0,0	240	0,00	5	0,00	0	—
26-10-90	110,3	240	0,00	9	0,38	0	—
02-11-90	221,9	240	0,00	18	0,94	15	0,00
09-11-90	329,1	240	0,07	82	4,54	23	0,91
27-11-90	575,1	240	0,45	176	47,83	200	11,00
04-12-90	651,5	240	1,02	198	80,37	209	19,07
11-12-90	706,1	240	2,03	187	129,67	216	28,27
19-12-90	778,7	240	3,89	180	203,42	216	43,92
26-12-90	839,3	120	7,70	80	270,43	113	63,38
02-01-91	923,4	120	16,83	51	329,33	114	84,28
09-01-91	1.002,8	120	27,22	23	380,96	117	100,95
15-01-91	1.067,1	120	31,62	13	415,20	104	112,06
22-01-91	1.143,9	120	33,51	31	437,98	114	125,28
29-01-91	1.215,3	120	35,03	10	451,82	89	136,43
05-02-91	1.295,7	120	36,72	0	451,82	103	149,03
13-02-91	1.380,9	120	39,42	1	475,82	103	166,50
17-02-91	1.415,2	120	42,72	3	499,82	97	177,92
26-02-91	1.536,2	120	47,44	3	514,99	95	188,42
05-03-91	1.636,6	120	50,57	23	544,15	194	197,37

de la población de la plaga permitió, sin un efecto apreciable en la precisión, reducir el número de muestras. En cada planta se eligieron, también al azar, tres hojas (una del nivel bajo, una del medio y otra del alto), tres flores y tres frutos. Las hojas fueron examinadas directamente en campo. Las flores y frutos fueron guardados aisladamente en recipientes de plástico hasta su examen en laboratorio bajo lupa binocular. Para cada unidad de muestreo (hoja, flor o fruto) se anotó el número de larvas y adultos de *F. occidentalis*, así como la existencia de daños debido a esta plaga.

En el muestreo mediante extracción en embudo de Berlese se tomaron al azar 3 plantas por subparcela, y en cada una de estas plantas se recogieron y embolsaron aisladamente tres hojas, tres flores y tres frutos. Este material fue conservado a 7 °C un máximo de 24 horas hasta su extracción. Las muestras estuvieron un total de 12 horas en el embudo de Berlese, que tenía un

diámetro de 16 cm y una fuente luminosa de 60 W.

Los datos obtenidos en los muestreos directos a lo largo del cultivo, en forma de distribuciones discretas, fueron analizados para determinar su ajuste a una distribución binominal negativa según la metodología descrita por JOHNSON y KOTZ (1969), SOUTHWOOD (1971), y KREBS (1989).

La comparación de los datos obtenidos en los tipos de muestreos empleados (directo y Berlese) se realizó mediante los coeficientes de correlación entre el número de trips obtenidos en hojas, flores o frutos de cada uno de los 15 muestreos en los que se utilizaron ambos métodos. Para ello se tomaron los datos de sólo tres plantas por subparcela del muestreo directo elegidas al azar. Finalmente, igual comparación fue realizada entre los valores medios de los quince muestreos realizados a lo largo del cultivo.

En el establecimiento de un posible mo-

delo de crecimiento de las poblaciones de *F. occidentalis* dentro del cultivo se utilizó como índice poblacional el número de Trips Día Acumulados (TDA), cuya fórmula fue obtenida por similitud a la empleada por HOY (1985) para ácaros plaga en cultivo de almendro, cuya formulación es la siguiente:

$$\text{T.D.A.} = D_{1-2} \cdot \frac{\text{NTU}_2 + \text{NTU}_1}{2} + \text{TDA}_0$$

Siendo:

TDA = Número de trips día acumulados.

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

NTU_2 = Número de trips/unidad en el muestreo realizado.

NTU_1 = Número de trips/unidad en el muestreo anterior.

TDA_0 = Número de trips día acumulados en muestreos anteriores.

Los grados día acumulados fueron obtenidos a partir de las temperaturas máxima y mínima diarias mediante el programa desarrollado por GONZÁLEZ y HERNÁNDEZ (1990), considerando como temperaturas umbrales de desarrollo para *F. occidentalis*: 10 °C como valor mínimo y 34 °C como valor máximo (ROBB, 1989).

Para el establecimiento de las relaciones entre la densidad de la plaga y el índice de frecuencia (tanto por uno de unidades de muestreo que presentaban al menos un ejemplar de la plaga), se emplearon las ecuaciones de Iwao y la de Kono-Sugino, esta última deducida posteriormente por GERRARD y CHIANG (GERRARD y CHIANG, 1970; IWAO, 1976).

Por último, la relación entre la reducción final en cosecha, para cada parcela, y la intensidad de la plaga, medida por el número de TDA fue analizada mediante análisis de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fenología del cultivo. La fenología del cultivo de pimiento en el período de estu-

dio, estimada por la altura y el número de flores y frutos por planta, se encuentra recogida en la figura 1. Se puede observar que en el período se presentó un crecimiento vegetativo continuado de las plantas, desde los 18,3 cm de altura hasta los 63,7 cm finales. El máximo de floración sucedió alrededor del 11-XII-91, entre los muestreos sexto y octavo, y por otra parte, el número de frutos por planta comenzó a incrementarse desde dicha fecha hasta alcanzar un máximo el 5-II-90, poco después de realizar la primera cosecha en el cultivo.

Distribución temporal. La evolución de la población de *Frankliniella occidentalis* en hojas, flores y frutos de pimiento en cultivo bajo plástico durante el período de muestreo, desglosada en el número de larvas, adultos y total, son representados en función de los Grados Día Acumulados (GDA) en las figuras 2, 3 y 4.

En los datos antes referidos se puede observar que los primeros órganos infestados fueron las flores y solamente por adultos de *F. occidentalis* (muestreos 2.^o y 3.^o con valores medios de 0,11 y 0,05 adultos/flor; correspondientes al 26-X-90 y 2-XI-90). En los frutos y hojas no se detectaron ejemplares de la especie plaga hasta el muestreo cuarto (9-XI-90), y en ambos casos sólo se encontraron larvas (valores medios de 0,02 larvas/hoja y 0,26 larvas/fruto). Igualmente el máximo de población se alcanzó antes en flores, correspondiendo con el octavo muestreo (19-XII-90; 778,7 GDA), con un valor medio de 9,81 trips/flor, seguido por los frutos y hojas (muestreo décimo; 2-I-91; 923,4 GDA), con valores de 3,14 trips/fruto y 1,84 trips/hoja (Figs. 2, 3 y 4). Dicho máximo de población en flores concuerda con el mayor número de flores por planta (Fig. 1), pero con un retraso de 1 a 2 semanas.

El comportamiento de esta especie plaga de colonizar e incrementar su población, primero las flores de pimiento, y más tarde en frutos y hojas se puede observar también en la figura 5, en la que se recoge el porcentaje de ocupación de estos órganos

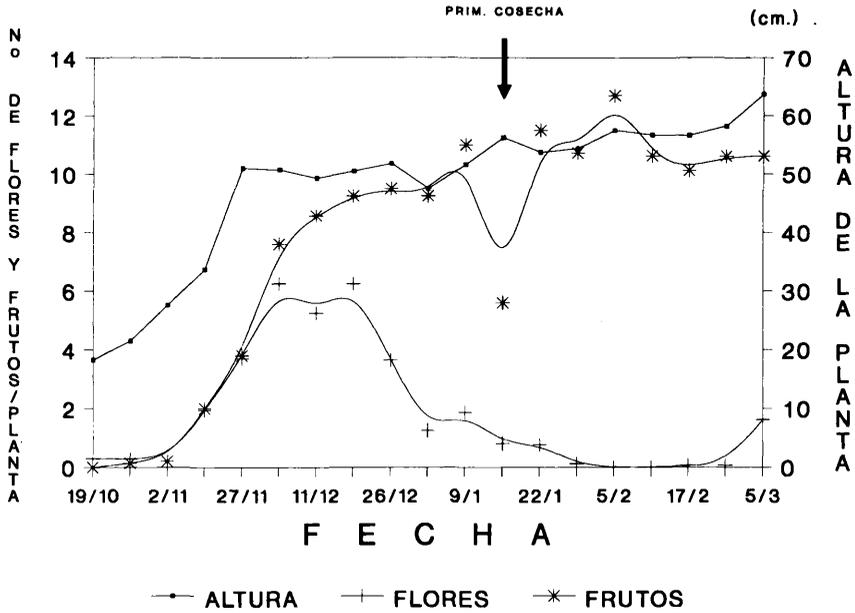


Fig. 1.—Fenología del cultivo de pimiento bajo plástico en el período de ensayo, medida por los valores medios de altura, número de flores y de frutos por planta.

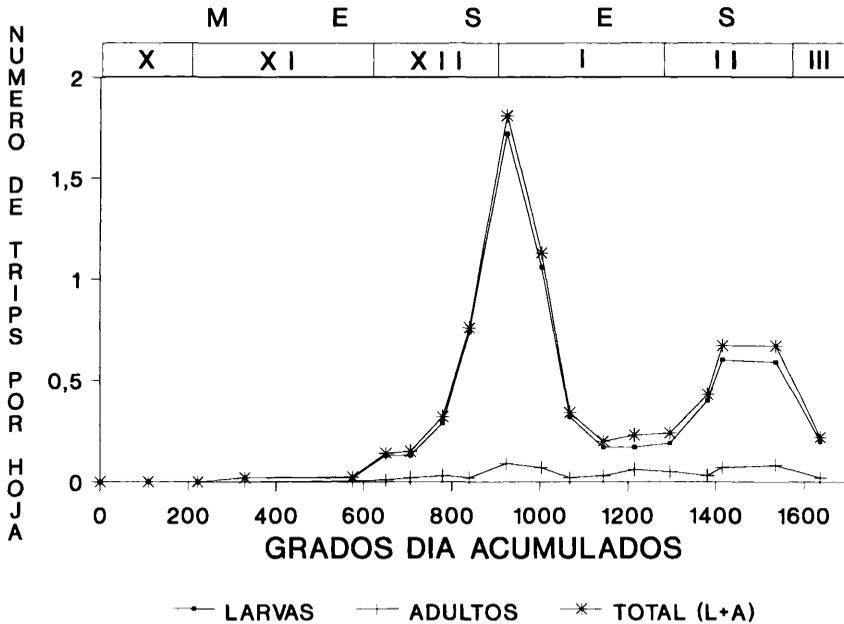


Fig. 2.—Evolución de la densidad de *F. occidentalis* (número medio de larvas, adultos y total) en hojas de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España.

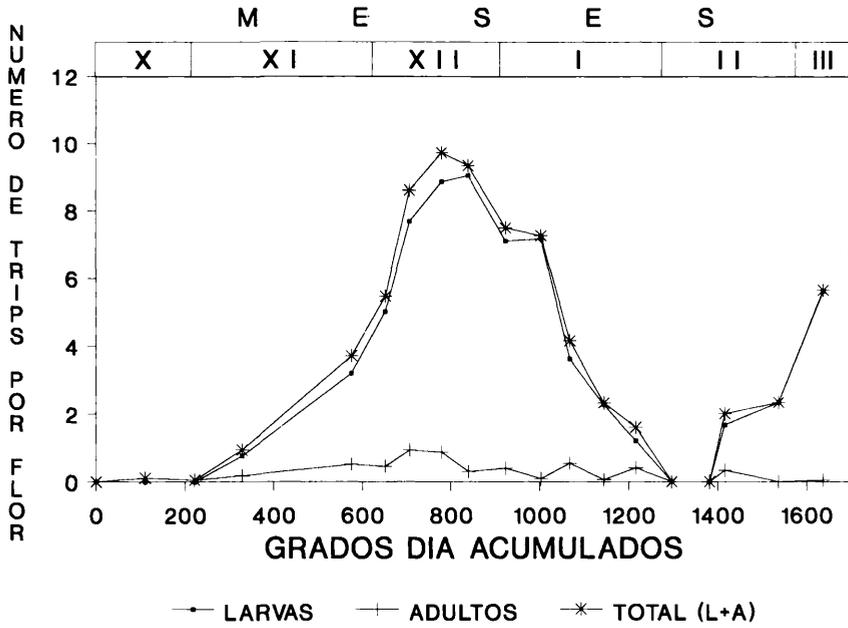


Fig. 3.—Evolución de la densidad de *F. occidentalis* (número medio de larvas, adultos y total) en flores de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España.

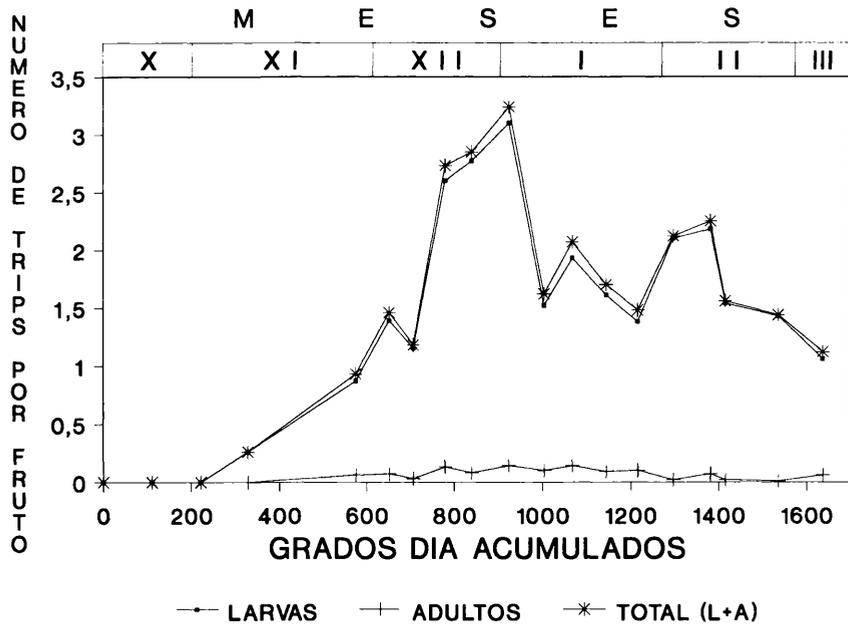


Fig. 4.—Evolución de la densidad de *F. occidentalis* (número medio de larvas, adultos y total) en frutos de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España.

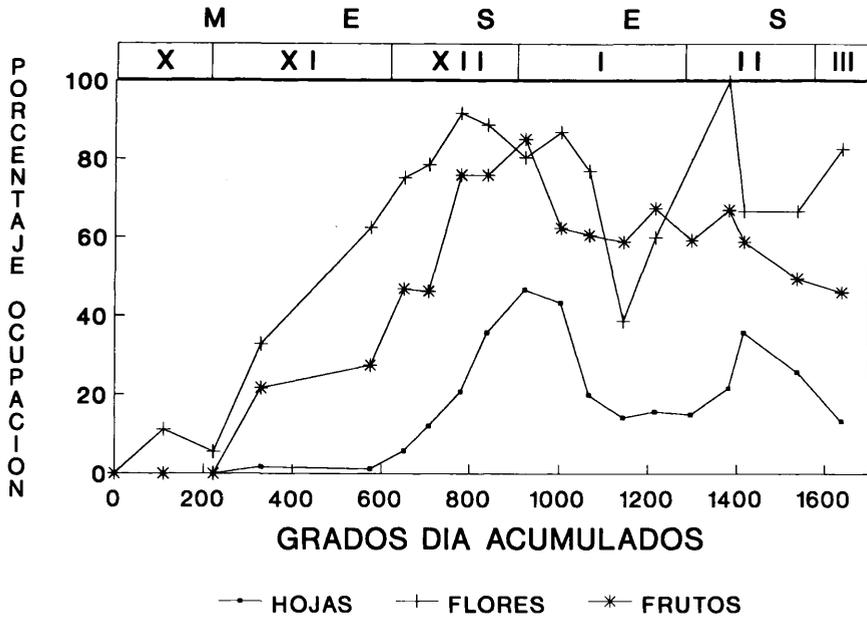


Fig. 5.—Evolución del porcentaje de ocupación de *F. occidentalis* en hojas, flores y frutos de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España.

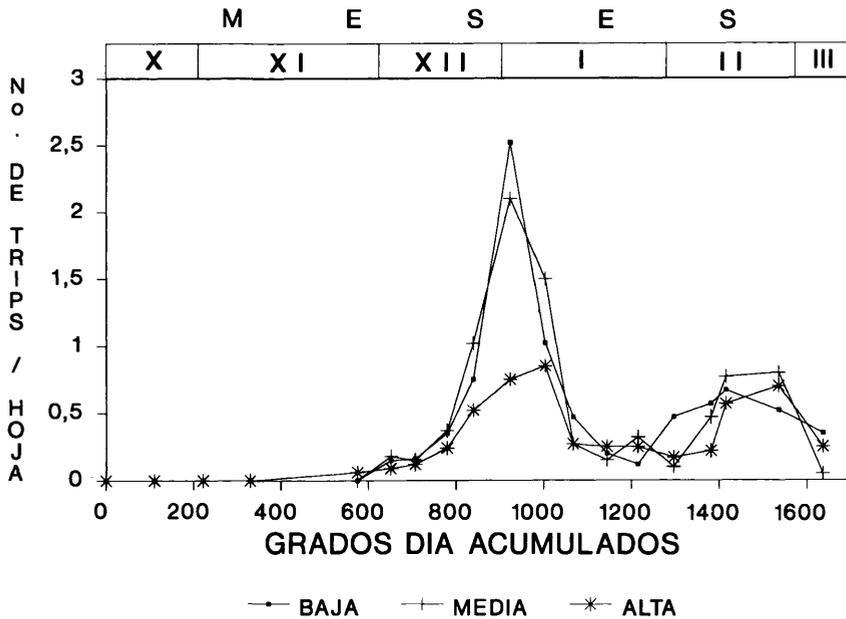


Fig. 6.—Evolución de la densidad de *F. occidentalis* en hojas según niveles en la planta (bajo, medio y alto) en cultivo bajo plástico en el SE de España.

de la planta por la plaga a lo largo del ciclo del cultivo.

En relación a lo anterior, se conoce que las especies de trips pueden ser agrupadas en dos tipos en relación a su comportamiento de alimentación: especies que se alimentan sobre hojas (y otros órganos vegetativos) y aquellas que están asociadas con las flores, perteneciendo *F. occidentalis* entre estas últimas (KIRK, 1984; WANG, 1987). Los datos encontrados en el presente caso para cultivo de pimiento corroboran estudios anteriores con esta especie plaga: YOKOYAMA (1977) encontró un máximo de *F. occidentalis* durante la floración en cultivo de vid debido a que los trips fueron atraídos por las flores. Igualmente PICKETT *et al.* (1988) para cultivo de algodón determinaron que el máximo estacional de la densidad de trips correspondió con el período de floración, indicando que los adultos de *F. occidentalis* fueron fuertemente atraídos por las flores lo que sugeriría que el tipo de migración de los adultos estaría causado, en parte, por sus preferencias hacia las estructuras florales. Igualmente, DEGRANDI-HOFFMAN *et al.* (1988) consideran que la población de esta especie plaga está claramente relacionada con el número de flores abiertas en cultivo de manzano.

Con posterioridad a los máximos antes comentados, la población alcanzó un máximo relativo de densidad en frutos primero (2,25 trips/fruto), correspondiente al 13-II-91, seguido por las hojas (0,67 trips/hoja), este último en los muestreos número diecisiete y dieciocho (17 y 26-II-91).

El número de adultos de *F. occidentalis* se mantuvo muy bajo y bastante similar a lo largo del período estudiado, tanto en hojas, como en flores o en frutos (Figs. 2, 3 y 4). No obstante se pueden observar unos ligeros aumentos en el número de adultos correspondiendo con los máximos de población en hojas y flores, siendo esto menos claro en los frutos. Las medias del número de adultos a lo largo del cultivo en hojas, flores y frutos, fueron de 0,039, 0,309 y 0,070, respectivamente. Estos valores re-

presentaron un porcentaje de adultos en relación al total de población, en cada unidad de muestreo, del 8,5 % en hojas; 6,8 % en flores y 4,03 % en frutos.

La densidad de *F. occidentalis* en hojas según su posición en la planta (parte baja, media y alta), a lo largo del período de estudio se encuentra recogido en la figura 6. Se pueden observar unos valores menores en las hojas del nivel alto, respecto a los otros dos niveles, que pueden ser debidos a que la mayoría de las flores de pimiento se encuentran situadas en este nivel de la planta, y al ser preferidas por *F. occidentalis* (como se discute más tarde), la densidad en las hojas se ve reducida en relación a los otros dos niveles. Estos datos discrepan de los encontrados para esta misma especie plaga en hojas de algodón por PICKETT *et al.* (1988), que señalan una mayor densidad en las hojas situadas en el dosel de la planta.

La evolución de la población de *F. occidentalis*, medida por el número de Trips Día Acumulados (TDA) en hojas, flores y frutos se encuentra recogida en el cuadro 1. También se incluyen las fechas en las que se realizaron los muestreos y los Grados Día Acumulados (GDA) sobre los umbrales, máximo y mínimo, de desarrollo de la plaga. Se observa que esta plaga mostró una preferencia clara por las flores, en las cuales se alcanzó un total de 544,1 TDA al final del período de estudio. Este valor fue diez veces superior al correspondiente en hojas (50,6 TDA) y casi cuatro veces superior al de frutos (197,4 TDA).

El número de TDA también se ha representado en la figura 7, en ella además se ha incluido el total resultante de la suma de los correspondientes al número de hojas, flores y frutos que fueron muestreados por planta (3 + 3 + 3) y no a toda la planta. Con estos valores de TDA totales y el número de GDA, que están, como es lógico, altamente correlacionados (coeficiente de correlación lineal $r = 0,9664$; $P > 0,01$), se ha tratado de establecer un modelo. Por una parte, se ha seguido el modelo empleado por DINTENFASS *et al.* (1987) para esta

misma especie en cebolla, que es del tipo:

$$N_d = N_0 \cdot e^{Rd}$$

Donde:

N_d es la densidad de la población en el momento d .

N_0 es la densidad de la población en el momento 0.

R es la tasa intrínseca de crecimiento. y d es el tiempo transcurrido.

Con los datos de TDA totales encontrados a lo largo del ciclo del cultivo estudiado se ha encontrado que la relación anterior presenta un valor de:

$$N.^{\circ} \text{ de T.D.A.} = 2,834 \cdot e^{0,004 \cdot G.D.A.}$$

Con un coeficiente de correlación $r = 0,8915$ significativo ($P > 0,01$).

Por otra parte, se ha estimado que el ajuste polinómico a una curva cúbica fue un mejor modelo, llegando a explicar un 93,7 % de la variabilidad de la variable dependiente:

$$N.^{\circ} \text{ de T.D.A.} = -108,020 + 0,516 \text{ G.D.A.}$$

$$- 2,328 \cdot (\text{G.D.A.})^2 + 4,428 \cdot (\text{G.D.A.})^3$$

Este segundo ajuste, que ha sido utilizado por PICKETT *et al.* (1988) para *F. occidentalis* en algodonero, presenta un mejor ajuste a la evolución de la densidad de población de la plaga que el tipo exponencial antes indicado.

Distribución espacial. Los datos de *F. occidentalis* obtenidos a lo largo de los diferentes muestreos realizados, en hojas, flores y frutos, fueron analizados con el fin de determinar si se ajustaban a una distribución binominal negativa. Para ello se estimó el valor del parámetro K, mediante los estimadores de máxima verosimilitud (método 3.º de JOHNSON y KOTZ, 1969), en cada uno de los muestreos realizados y para cada uno de los órganos de la planta considerados. De los 19 muestreos efectuados,

sólo en 16 casos para las hojas, 13 para las flores y 16 para los frutos, se obtuvo un número de datos suficientes para dicho ajuste. En el cuadro 2 se recogen los valores de K obtenidos, encontrándose que sólo para tres casos en los frutos, el ajuste a la binominal negativa no fue significativo (a $P = 0,05$).

Los valores de K obtenidos en los distintos órganos de la planta fueron comparados para el cálculo de una K-común. Encontrándose siguientes valores:

- K-común para las hojas = 0,360
- K-común para las flores = 1,007
- K-común para los frutos = 3,396

La estimación de estas K comunes se consideró justificada al no existir ninguna ten-

Cuadro 2.—Valores de K en los ajustes a una binomial negativa de las distribuciones de *F. occidentalis* en hojas, flores y frutos de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España

Fecha	Valores de K para		
	Hojas	Flores	Frutos
19-10-90	—	—	—
26-10-90	—	—	—
02-11-90	—	—	—
09-11-90	0,039 *	0,250 *	1,980 *
27-11-90	0,013 *	0,435 *	0,190 *
04-12-90	0,039 *	0,605 *	0,429 *
11-12-90	0,524 *	0,601 *	0,529 *
19-12-90	0,386 *	1,025 *	1,204 *
26-12-90	0,439 *	0,884 *	1,089 *
02-01-90	0,337 *	0,574 *	2,046 *
09-01-90	0,458 *	0,941 *	1,039 *
15-01-90	0,277 *	0,808 *	0,648 *
22-01-90	0,296 *	0,188 *	0,663
29-01-90	0,300 *	0,891 *	1,396
05-02-90	0,201 *	—	0,588 *
13-02-90	0,239 *	—	0,864 *
17-02-90	0,563 *	—	0,712
26-02-90	0,205 *	0,811 *	0,507 *
05-03-90	0,183 *	0,830 *	0,573 *

Valores de K seguidos por * representan ajustes significativos ($P=0,05$) de la distribución a una binomial negativa, medida la bondad del ajuste mediante el estadístico U.

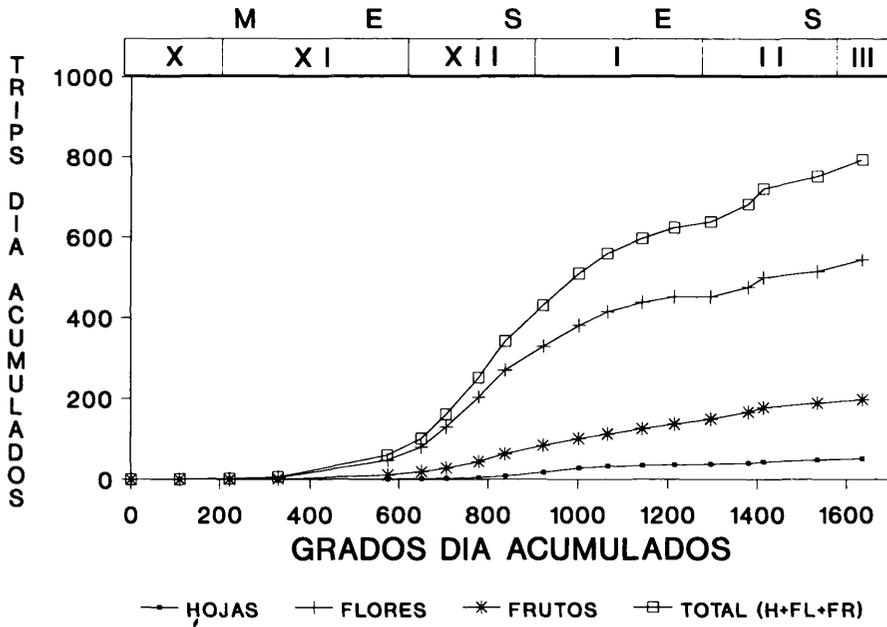


Fig. 7.—Número de Trips Día Acumulados (TDA) en hojas, flores, frutos y total, en cultivo de pimiento bajo plástico del SE de España, en función de los Grados Día Acumulados (GDA) calculados para los umbrales mínimo (10° C) y máximo (34° C) de la especie plaga *F. occidentalis*.

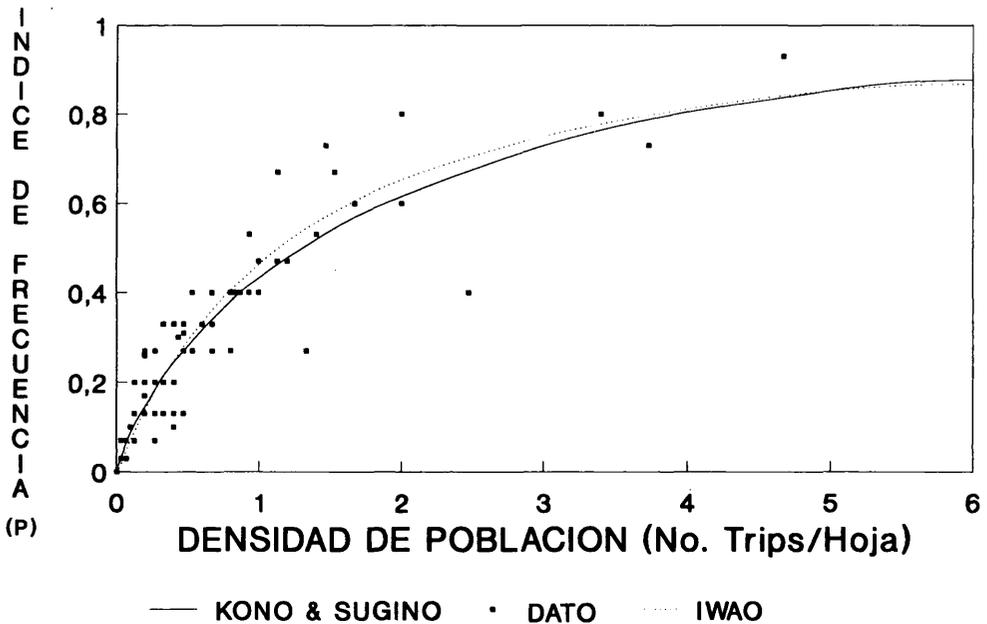


Fig. 8.—Relación entre el índice de frecuencia y la densidad de población de *F. occidentalis* en hojas de pimiento en cultivo bajo plástico del SE de España, ajustada mediante las ecuaciones de Kono-Sugino y de Iwao.

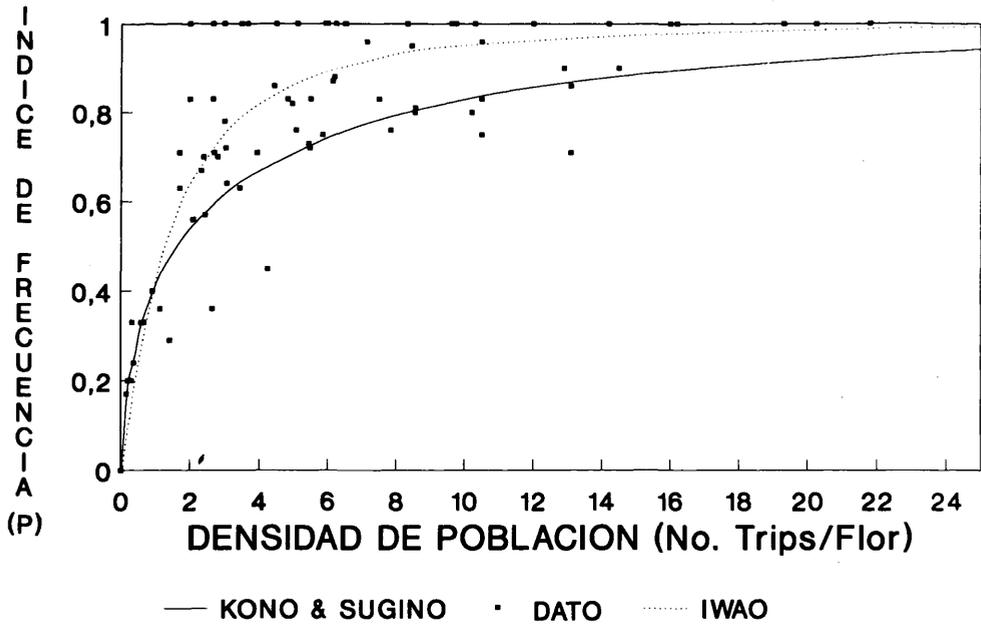


Fig. 9.—Relación entre el índice de frecuencia y la densidad de población de *F. occidentalis* en flores de pimiento en cultivo bajo plástico del SE de España, ajustada mediante las ecuaciones de Kono-Sugino y de Iwao.

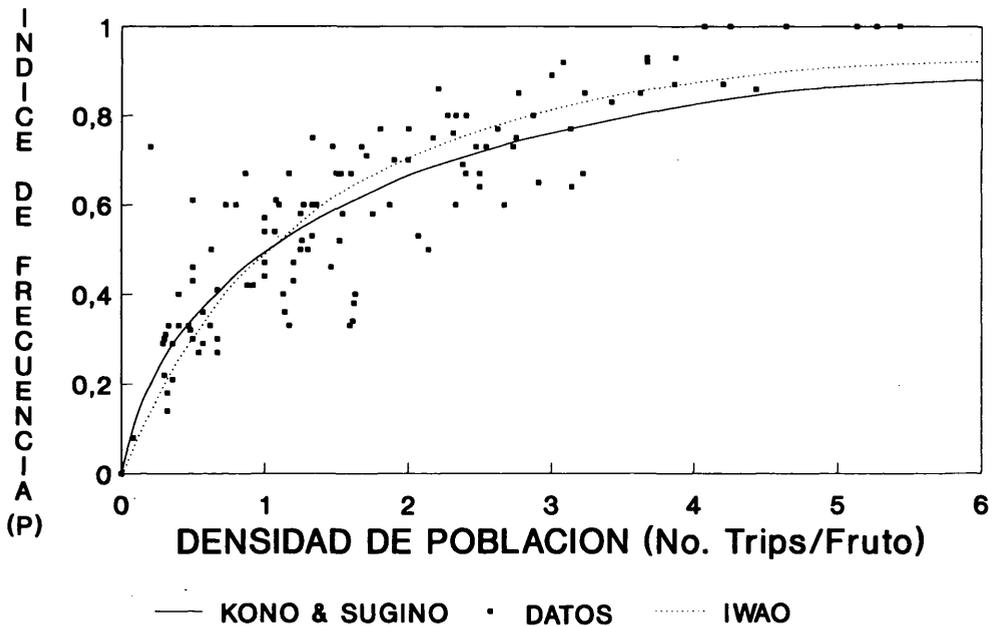


Fig. 10.—Relación entre el índice de frecuencia y la densidad de la población de *F. occidentalis* en frutos de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España, ajustada mediante las ecuaciones de Kono-Sugino y de Iwao.

Cuadro 3.—Comparación entre conteo directo (C.D.) y extracción por el método de Berlese (E.M.B.) para el número total de *Frankliniella occidentalis* en hojas, flores o frutos de pimiento en cultivo bajo plástico en el SE de España

Fecha	Número medio de <i>F. Occidentalis</i>								
	Hoja			Flor			Fruto		
	CD	EMB	r	CD	EMB	r	CD	EMB	r
19-10-90	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—	—
26-10-90	0,00	0,00	—	0,14	0,00	—	—	—	—
09-11-90	0,03	0,00	—	0,22	0,50	0,578	0,20	0,25	—
27-11-90	0,05	0,03	0,000	3,14	1,25	0,376	1,55	0,55	0,667
04-12-90	0,04	0,23	0,391	6,29	2,51	0,135	0,99	0,87	0,569
11-12-90	0,08	0,10	0,624	7,52	3,74	0,932**	0,72	1,48	0,342
19-12-90	0,33	0,70	0,157	10,47	2,82	0,769*	2,69	2,90	0,010
02-01-91	1,58	0,62	0,518	5,37	2,55	0,280	3,18	1,61	0,880**
15-01-91	0,26	0,32	0,657	5,08	1,50	—	2,97	1,16	0,321
22-01-91	0,26	0,20	0,306	6,83	1,87	—	1,68	0,44	0,633
29-01-91	0,19	0,18	0,555	—	—	—	1,39	0,40	0,411
05-02-91	0,11	0,25	0,305	—	—	—	2,16	0,82	0,862**
13-02-91	0,42	0,18	0,687	—	—	—	2,07	0,77	0,125
17-02-91	0,73	0,19	0,061	—	—	—	1,52	0,46	0,378
05-03-91	0,19	0,40	0,256	5,92	2,99	0,437	0,88	0,76	0,144
Valores medios	0,28	0,23	0,616*	5,10	1,97	0,851**	1,69	0,96	0,536

Valores de r seguidos por 1 ó 2 asteriscos fueron significativos a $P = 0,05$ ó $0,01$, respectivamente.

dencia ni agrupamiento, entre los valores de $1/K$ y $\text{Ln}(X)$ (SOUTHWOOD, 1971).

Relación entre índice de frecuencia y densidad de población. Las figuras 8, 9 y 10 recogen los valores encontrados entre el índice de frecuencia P (tanto por uno de unidades que contenían al menos un individuo) y la densidad de población en hojas, flores y frutos (número total de trips/órgano) de pimiento. Igualmente se representan en dichas figuras las dos ecuaciones empleadas como modelos para explicar la relación entre el índice de frecuencia y la densidad: la ecuación de Kono-Sugino, y la de Iwao (IWAO, 1976):

Ecuación de Kono-Sugino:

$$P = 1 - e^{(-am^b)}$$

Siendo P la proporción de cuadrantes conteniendo uno o más individuos; m es la densidad de población; a y b son dos constantes.

Ecuación de Iwao:

$$P = 1 - [(\alpha + 1) + (\beta - 1)m]^{-m/(\alpha + (\beta - 1)m)}$$

Siendo P la proporción de cuadrantes conteniendo uno o más individuos; m la densidad de población; α y β son los parámetros de agregación de la ecuación de regresión entre m y m^* (media de agrupamiento).

Los valores encontrados para el ajuste de ambos tipos de ecuaciones, para los datos de cada subparcela, fecha de muestreo y órgano de la planta, han sido:

1) HOJAS $n = 105$

a) Ecuación de Kono-Sugino:

$$a = 0,5659 \quad b = 0,7698 \quad r = 0,9096$$

b) Ecuación de Iwao:

$$\alpha = 0,6064 \quad \beta = 1,7744 \quad r = 0,7188$$

2) FLORES $n = 77$

a) Ecuación de Kono-Sugino:

$$a = 0,5414 \quad b = 0,5161 \quad r = 0,5526$$

b) Ecuación de Iwao:

$$\alpha = 1,2795 \quad \beta = 1,5445 \quad r = 0,8552$$

3) FRUTOS $n = 123$

a) Ecuación de Kono-Sugino:

$$a = 0,6802 \quad b = 0,6811 \quad r = 0,8412$$

b) Ecuación de Iwao:

$$\alpha = 0,6894 \quad \beta = 1,3962 \quad r = 0,7377$$

Los resultados obtenidos para las dos ecuaciones ajustadas se representan en las figuras 8, 9 y 10. En ellos se encontró que el ajuste, para hojas, flores y frutos, de las dos curvas fue satisfactorio (medido por el valor de r , que fue estadísticamente significativa en todos los casos). Sin embargo, se puede observar que la ecuación de Kono-Sugino explicó más proporción de variación en el caso de hojas y frutos. Lo contrario se presentó en las flores, para las cuales la ecuación de Iwao fue un mejor ajuste.

En los valores de los parámetros de agregación (α y β) de la ecuación $m - m^*$ nos puede servir de confirmación a los resultados anteriormente obtenidos en el estudio de la distribución de *F. occidentalis* en el cultivo, según recoge IWAO (1976). Así, α (índice de contagio básico) fue mayor que cero en hojas, flores y frutos, indicando que la unidad básica está formada por una agregación de individuos. A su vez, β (coeficiente de densidad-contagio) siempre presentó unos valores en los tres órganos de la planta utilizados mayores a uno, lo que descarta una disposición espacial al azar o una regular.

Comparación de técnicas de muestreo. En el Cuadro 3 se recogen los datos obtenidos en el muestreo de los ejemplares de *F. occidentalis* en hojas, flores y frutos de pimiento cuando se emplearon dos técnicas de muestreo: conteo directo y extracción

mediante embudo de Berlese. Se puede observar que en muy pocos casos existió una correlación significativa entre los datos obtenidos en ambos tipos de muestreo, cuando éstos se compararon fecha por fecha. Solamente fueron significativa la correlación en dos fechas para los muestreos en flores y dos, también, para el de frutos. Además de lo anteriormente mencionado, se puede observar en los datos para cada fecha de muestreo y órgano de la planta, que el conteo directo casi siempre registró un mayor número que el método de Berlese, sin embargo esta tendencia fue mucho menos clara en el caso de las hojas.

En la comparación de los valores medios de cada fecha en ambos tipos de muestreo, se encontró una correlación significativa entre ambos métodos en el caso de las flores y hojas. Los valores en estas últimas fueron muy similares.

Efecto sobre la producción. Los datos obtenidos de la cosecha final en cada una de las subparcelas del ensayo, considerando tanto la producción total, como aquella que podía ser comercializada (al no presentar daños en frutos) fueron comparados con la densidad de la plaga que había existido en cada una de dichas subparcelas. Ello se realizó mediante ajustes de regresión lineal entre la reducción de producción (total y comercial) y el número de TDA que se habían presentado en hojas, flores o frutos. En dichos ajustes sólo se encontró una correlación positiva y significativa entre la reducción de cosecha, tanto en calidad, como en cantidad, en relación al número de T.D.A. que se presentaron en frutos, como se detalla a continuación:

Reducción en producción (calidad):

$$Y = -0,2497 + 0,0026 X$$

$$r = 0,7979 \quad \text{g.l.} = 6 \quad P = 0,05$$

Reducción en producción (cantidad):

$$Y = -0,8473 + 0,0059 X$$

$$r = 0,9484 \quad \text{g.l.} = 6 \quad P = 0,01$$

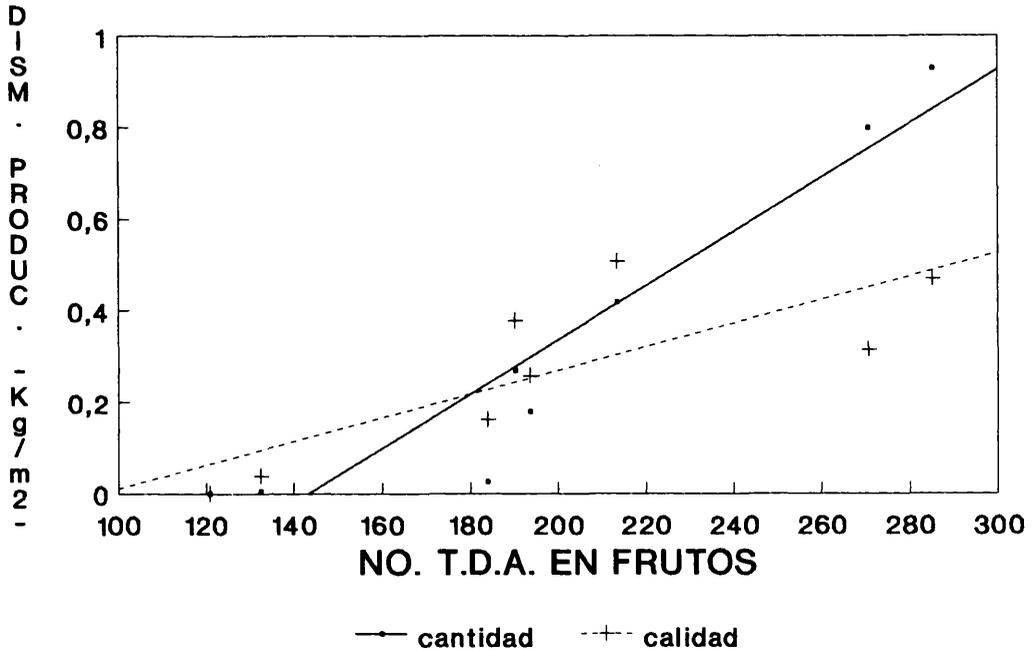


Fig. 11.—Relación entre la reducción en la producción final (total y comercial) y la densidad de población de *F. occidentalis* (número de TDA en frutos) en cultivo de pimiento bajo plástico en el SE de España.

Siendo Y la reducción en producción (total o comercial) medida en Kg/m², y X el número de TDA, al final del período estudiado, en frutos.

Las rectas de regresión lineal entre la reducción en la producción total y comercial del cultivo, y la intensidad de la especie plaga, medida en TDA en frutos, se representan en la figura 11.

Estos valores han sido incluidos aquí por el interés que pudieran tener como datos orientativos, ya que la determinación de relaciones de daños es un proceso muy complejo, al estar condicionado por una gran cantidad de factores (p. ej.: variedad, abonado, riego, clima, otras plagas, tratamientos fitosanitarios, costes de cultivo, etcétera). Por ello, los datos presentados deben ser tomados como preliminares, siendo necesario estudios posteriores.

La figura 11 recoge las relaciones encontradas entre la densidad de la plaga, medida por el número de TDA en frutos, y la reducción en la producción del cultivo, tan-

to final como comercial, expresadas en Kg/m². De estos resultados preliminares se puede estimar que para una reducción de la producción comercial en pimiento en un 5 % (valor utilizado en el mismo cultivo para *Thrips palmi* por KAWAI y KITAMURA, 1987, 1990, como nivel de daño económico) es necesario un total de 144 TDA en frutos, lo que equivale a un número medio de 1 a 1,5 trips/fruto a los 100 días desde que se detecta la especie plaga en el cultivo. Estos valores en frutos pueden ser también equivalentes, de forma aproximada, a 452 TDA en flores (5 trips/flor) y a 37 TDA en hojas (0,4 trips/hoja). El valor de 5 trips/flor es muy superior al «nivel de daño económico» estimado para *T. palmi* en pimiento (KAWAI y KITAMURA, 1990).

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a D. Ramón Moreno Vázquez por sus sugerencias e inestimable ayuda en el

análisis e interpretación de los datos; a D.ª M.ª Margarita Payán Herrera por su colaboración en los trabajos de campo y laboratorio; y por último al resto del perso-

nal del Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera (Almería), sin los cuales la realización de los ensayos hubiera sido imposible.

ABSTRACT

BELDA, J.; 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 (1): 237-252.

The distribution and long-season population dynamics of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) were examined, as well as two sampling methods, in pepper crop under plastic in Almería (Southern Spain) in 1990-91.

The frequency values of *F. occidentalis* observed in leaves, flowers and fruits follow a negative binomial distribution, with the corresponding K-common values 0.360, 1.001, and 3.396, respectively.

Thrips densities at the end of the season was 50.6 Accumulated Thrips-Day (ATD) for leaves, 197.4 ATD for fruits, and 544.1 ATD for flowers, suggesting that the insects were attracted by the flower structures.

On the other hand, no significant correlations were found between direct counts and Berlese funnel for thrips sampling, except for five cases. The number of thrips recorded by the first method was higher than the second.

Finally the relations between densities of the pest and damaged levels, or frequency indexes (the proportion of quadrats containing one or more individuals), are analysed and discussed.

Key words: Pepper crop, greenhouses, thrips, *Frankliniella occidentalis*, ecology, sampling methods, distribution, frequency index, damaged levels.

REFERENCIAS

- BELDA, J.; RODRÍGUEZ, M. D., 1989: Control de thrips (*Frankliniella occidentalis*) en cultivos hortícolas protegidos. *Phytoma-España*, 10: 21-31.
- CABELLO, T.; ABAD, M. M.; PASCUAL, F., 1991: Capturas de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en trampas de distintos colores en cultivos en invernaderos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 17: 55-60.
- CABELLO, T.; SÁEZ, E.; GÓMEZ, V.; ABAD, M. M.; BELDA, J., 1990: Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Ver-gel*, 104: 640-647.
- CARNERO, A.; TORRES, R.; BARROSO, J.; HERNÁNDEZ, M., 1990: Control y daños de *Frankliniella occidentalis* (Thys.: Thripidae) en cultivos de Canarias. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16: 431.
- DEGRANDI-HOFFMAN, G.; TERRY, I.; HUBER, R. T., 1988: Incorporating fruit set estimates with thrips management to create a decision support system for apples. *HortScience*, 23: 571-574.
- DINTENFASS, L. P.; BARTELL, D. P.; SCOTT, M. A., 1987: Predicting resurgence of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onions after insecticide application in the Texas High Plains. *J. Econ. Entom.*, 80: 502-506.
- GERARD, D. J.; CHIANG, H. C., 1970: Density estimation of corn rootworm egg populations based upon frequency of occurrence. *Ecology*, 51: 237-245.
- GONZÁLEZ, J. L.; HERNÁNDEZ, J. M., 1990: Programa en BASIC para el cálculo de grados días. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16: 159-164.
- HERNÁNDEZ, M. M.; TASKER, M., 1990: Aplicación de un método de fumigación con bromuro de metilo para el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en esquejes de crisantemo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16: 435.
- HOY, M. A., 1985: Almonds (California). En: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Eds.). *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Vol. 1B. Elsevier. Amsterdam: 299-310.
- IWAO, S., 1976: Relation on frequency index to population density and distribution pattern. *Physiol. Ecol. Japan*, 17: 457-463.
- JOHNSON, N. L.; KOTZ, S., 1969: *Discrete distributions*. J. Wiley y Sons. Nueva York: 328 pp.
- KAWAI, A.; KITAMURA, C., 1987: Studies on population ecology of *Thrips palmi* Karny. XV. Evaluation of effectiveness of control methods using a simulation model. *Appl. Ent. Zool.*, 22: 192-302.
- KAWAI, A.; KITAMURA, C., 1990: Studies on popula-

- tion ecology of *Thrips palmi* Karny. 18. Evaluation of effectiveness of control methods of trips on egg-plant and sweet pepper using a simulation model. *Appl. Ent. Zool.*, **25**: 161-175.
- KIRK, W. D. J., 1984: Ecologically selective coloured traps. *Ecological Entomology*, **9**: 35-41.
- KREBS, C. J., 1989: *Ecological methodology*. Harper y Row, Publ. Nueva York: 654 pp.
- PICKETT, C. H.; WILSON, L. T.; GONZÁLEZ, D., 1988: Population dynamics and within-plant distribution of the Western Flower Thrips (Thys.: Thripidae), and early-season predator of spider mites infesting cotton. *Environ. Entomol.*, **17**: 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. Riverside: 135 pp.
- RODRÍGUEZ, M. D.; BELDA, J., 1989: *Trips en los cultivos hortícolas protegidos*. Dir. Gral. Agric., Ganad. y Montes. Junta de Andalucía. Sevilla: 21 pp.
- SOUTHWOOD, T. R. E., 1971: *Ecological methods*. Chapman and Hall. Londres: 391 pp.
- TORRES, R.; CARNERO, A.; GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L., 1990: Preferencia de color de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en invernadero. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 363-370.
- WANG, C. L., 1987: The infestation of thrips on floriculture and their control. *Chinese J. Entomol.*, **1**: 37-43.
- YOKOYAMA, V. Y., 1977: *Frankliniella occidentalis* and scars on table grapes. *Environ. Entomol.*, **6**: 25-30.