

Análisis de las tendencias poblacionales de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (*Thysanoptera: Thripidae*) en pimiento bajo plástico en Almería.

J. E. GONZÁLEZ ZAMORA, R. MORENO VÁZQUEZ

Durante la campaña de otoño/invierno de 1994/95 se ha observado la progresión de las poblaciones de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en dos invernaderos de pimiento (*Capsicum annuum*) en Almería, España. Uno de los invernaderos estaba incluido en un programa de control integrado (CI), mientras que en el otro el agricultor aplicaba los tratamientos que consideraba convenientes. En flores se contaban las poblaciones de larvas y adultos de trips. También se siguieron las poblaciones de adultos de trips con placas adhesivas de color azul. En el invernadero CI las poblaciones de larvas y adultos en flores han tenido al menos tres máximos, alternándose con los máximos de adultos de trips encontrados en las placas adhesivas. Los máximos de las poblaciones de larvas están separados entre sí por 263 °C.día y 226 °C.día, lo que coincide con los datos de tiempo de desarrollo encontrados en la bibliografía. En el invernadero testigo las poblaciones en flores y los adultos capturados en placas siguen la misma pauta que en el invernadero CI, pero los tratamientos realizados reducen la población y alteran su evolución. Al considerar el tiempo de desarrollo de larva II a adulto (162 °C.día) se obtuvo un coeficiente de determinación de $r^2=0,609$ ($P<0,01$) en el invernadero CI y de $r^2=0,530$ ($P<0,01$) en el invernadero testigo. Una posible conclusión de este trabajo es que de las larvas situadas en las flores emergen adultos (la fase de ninfa y proninfa ocurre en el suelo) que se dispersan (capturas en las placas adhesivas), para posteriormente llegar a las flores, alimentarse y hacer la puesta, coincidiendo larvas y adultos en las flores, tal como se demostró. El ajuste de las poblaciones.día a la suma de diferentes funciones matemáticas simples alcanza unos valores muy elevados del coeficiente de determinación, entre 0,9697 y 0,9993. En el caso del invernadero testigo se ajustaron dos tramos claramente separados debido a los tratamientos. Estos ajustes nos permiten analizar las tendencias de la población y comparar los coeficientes de las funciones.

J. E. GONZÁLEZ ZAMORA, R. MORENO VÁZQUEZ. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola "La Mojonera-La Cañada". Ctra. Nacional 340, km 418, Apdo. de Correos 91, 04700 El Ejido (Almería).

Palabras clave: trips, *Frankliniella occidentalis*, pimiento, tendencias poblacionales.

INTRODUCCIÓN

El trips *Frankliniella occidentalis* (Perg.) es una plaga relativamente reciente en los cultivos hortícolas de Almería. Es en 1986 cuando se le detecta por primera vez (LACASA, 1990) y desde entonces se ha generalizado su presencia en multitud de cultivos hortícolas, lo que es claro exponente de su

polifagia (RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ y BELDA SUÁREZ, 1989).

El control de esta plaga se suele realizar por medio de tratamientos químicos. Con ellos se intentan limitar los daños que produce esta plaga, tales como, picaduras, puesta de huevos, pero sobre todo los causados por un virus, el del bronceado del tomate (TSWV), que transmite esta plaga y que

tiene un fuerte impacto en el cultivo de pimiento (CUADRADO GÓMEZ, 1994).

El análisis de la evolución poblacional de *F. occidentalis* en cultivos hortícolas se ha realizado en diversos trabajos (BELDA *et al.*, 1992, GONZÁLEZ ZAMORA, *et al.* 1992). Este análisis es un aspecto necesario para conocer con mayor profundidad su comportamiento en la parcela, y además, con la ayuda de adecuados índices poblacionales, para establecer relaciones que permitan estimar los posibles daños que pudieran ocurrir. Para el desarrollo de un programa de control integrado de las plagas y enfermedades del pimiento es, por tanto, prioritaria la capacidad de predecir la evolución de estos fitoparásitos.

En un trabajo anterior se ha analizado la evolución de *Bemisia tabaci* (West.), y este artículo pretende complementar dicho trabajo con otra de las plagas del pimiento, *F. occidentalis*. El desarrollo del mismo es similar al citado de *B. tabaci* (GONZÁLEZ ZAMORA y MORENO VÁZQUEZ, 1996.), con la aplicación conjunta de diferentes funciones matemáticas simples en el ajuste a los datos observados (según el trabajo de HAN *et al.*, 1993, aplicado a la progresión de la enfermedad del tizón de la caña de azúcar). Se estudia la relación que puede encontrarse entre sus diferentes estadios (larvas y adultos) atendiendo a los tiempos de desarrollo que aparecen en la bibliografía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se ha llevado a cabo en dos invernaderos de pimiento situados en el término municipal de Níjar (Almería). Uno de ellos estaba incluido en un programa de control integrado (CI), mientras que el otro era el testigo (T), donde se aplicaban los tratamientos químicos que consideraba conveniente el agricultor. La variedad de pimiento (*Capsicum annum*) fue Mazurca en ambos invernaderos, siendo la superficie de 3.000 m² y 3.300 m², respectivamente. El trans-

plante se realizó el siete de julio de 1994 en el CI y el 20-21 de julio en el T.

Los muestreos empezaron, en ambos invernaderos, el 15 de septiembre y finalizaron el 2 de febrero en el CI y el 12 de enero en el T. Los invernaderos se dividieron en cuatro zonas iguales, tomándose al azar en cada una de ellas 3 flores (una flor por planta), durante un recorrido por cada zona (12 flores en total). Las flores se introducían individualmente en botes con alcohol al 70% y se llevaban al laboratorio. Allí se contaban, con ayuda de una lupa binocular (x40), las larvas y los adultos de trips. El muestreo era semanal en ambos invernaderos.

En cada invernadero se colocaban dos placas adhesivas de color azul, de 10x26 cm, a una altura de 10 a 20 cm. por encima del cultivo y en el eje mayor del invernadero, equidistantes de las bandas. Estas placas se cambiaban cada semana en los dos invernaderos. En el laboratorio se contaban los adultos de trips, con ayuda de la lupa binocular, en la mitad de la superficie de cada cara, que previamente se había dividido en cuatro partes iguales. El conteo se realizaba en una de las diagonales de cada cara.

Tanto en el invernadero CI como en el T se realizaban tratamientos fitosanitarios, de los que se hace referencia al analizar los resultados.

Para el ajuste a las diversas funciones matemáticas la población de *F. occidentalis* se ha expresado como *Población.día* (*Pbl.día*), estimada mediante la expresión.

$$Pbl. \text{ día}_s = \sum_{i=1}^s \frac{Pbl_{(i-1)} + Pbl_{(i)}}{2} \cdot n.^\circ \text{ días}_{(i, i-1)}$$

donde *Pbl* es la población de trips por flor o placa adhesiva obtenida de forma semanal en las semanas *i* e *i-1*, mientras *n° días* son los días transcurridos entre dos muestreos sucesivos. Como variable independiente se han considerado los Grados.día (°C.día) por encima de 10°C, temperatura umbral que se ha utilizado de acuerdo con las citas de la bibliografía (ROBB, 1989).

Las funciones matemáticas utilizadas han sido las siguientes:

$$\text{Logística} \quad Y = \frac{C}{1 + e^{(c1+c0t)}}$$

$$\text{Exponencial} \quad Y = e^{(a+bt)}$$

$$\text{Multiplicativa} \quad Y = a \cdot t^b$$

$$\text{Lineal} \quad Y = a + b \cdot t$$

En todos los casos t es la variable independiente considerada (Grados.día) y C , $c1$, $c0$, a , y b los parámetros de cada función.

El análisis de los datos y el ajuste a la suma de las distintas funciones se ha realizado con el paquete estadístico STATGRAPHICS 5.0, mediante regresión no lineal. En el caso de la función logística, los parámetros iniciales a introducir se calculaban mediante un programa en BASIC, y en el resto de las funciones mediante el programa STATGRAPHICS ya citado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la poblaciones.

En el CI se aprecian varios máximos de población de trips, tanto en las flores como en las placas adhesivas (figura 1). Es destacable el diferente comportamiento de las poblaciones en ambos casos, de tal forma que los máximos de población de trips en flores (tanto larvas como adultos) coinciden con mínimos de adultos de trips capturados en las placas; y los máximos de éstos con los mínimos de trips en las flores. El primer y el segundo máximo de larvas de trips en flores están separados 263°C.día, mientras que el segundo y tercero están a 226°C.día. Basándonos en los tiempos de desarrollo

obtenidos por LACASA (1990), para los diferentes estadios de desarrollo de *F. occidentalis* en pimiento, los Grados.día necesarios para pasar de huevo a adulto son de 246°C.día (sin incluir el periodo de preoviposición). El valor encontrado en los muestreos es muy similar a éste, y parece indicar la presencia de generaciones en la población de trips en flores.

El coeficiente de determinación (r^2), tanto de larvas como de adultos en flores, con respecto a los adultos en las placas en cada fecha es muy bajo y no significativo (0,000 y 0,118, respectivamente, cuadro 1), en su parte superior). Sin embargo, es significativo ($P < 0,01$) cuando se consideran las poblaciones de larvas y adultos en las flores (0,613).

En la parcela T, tratada químicamente, se aprecia un primer máximo de trips en flores a los 453°C.día, semana 42, (figura 1), seguida de una disminución brusca de sus poblaciones debida en gran medida al tratamiento realizado el 17 de octubre con formetanato (producto comercial Dicarzol®). Sin embargo, los adultos en placas aumentan justo después de este máximo, tal como ocurre en el invernadero CI. Los tratamientos dados a continuación, con malation (Malathion 90®) y con cipermetrin (Acibelte®), influyen en la evolución de la población de trips, que no alcanzan las poblaciones anteriores.

En cuanto a la relación entre poblaciones de trips en flores y en placas adhesivas ocurre lo mismo que en el invernadero CI. Existe una relación significativa entre los trips (larvas y adultos) que hay en las flores, pero es inexistente con los adultos que se capturan en las placas, cuadro 1, parte superior).

La población de trips en ambos invernaderos sigue una pauta similar al comienzo, con un marcado incremento de larvas en flores (y algo menor de adultos), seguido de un aumento de adultos en las placas adhesivas. Mientras que en el invernadero C se produce otro máximo importante, en el T los tratamientos pesticidas alteran la posible evolución natural de estas poblaciones y no se alcanza el máximo

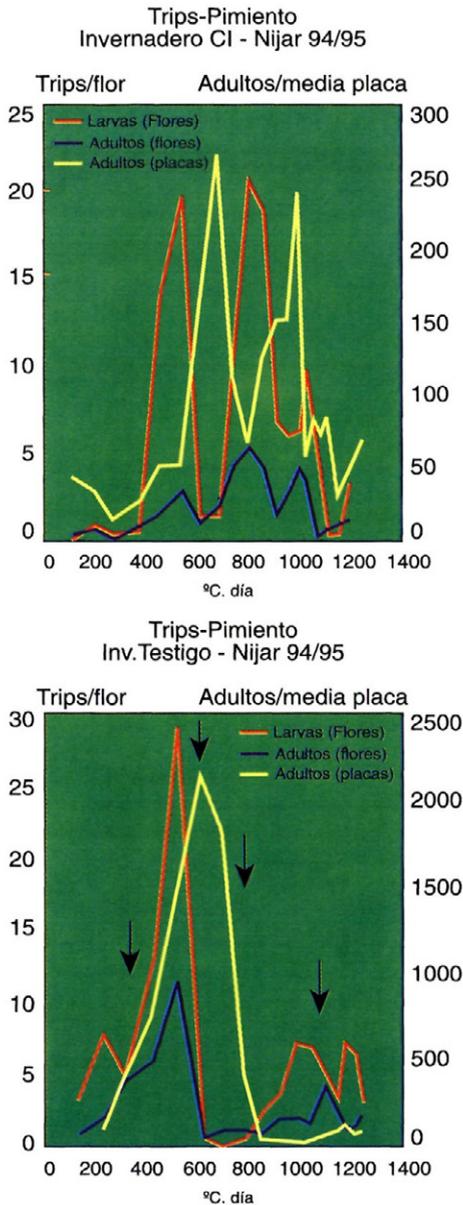


Fig. 1.—Evolución de las poblaciones del trips *Frankliniella occidentalis* en flores y en placas adhesivas en dos invernaderos de pimiento. En la parte superior se representan las poblaciones de trips en un invernadero donde se seguía un programa de control integrado, mientras en la parte inferior se representan las poblaciones en el invernadero testigo, que recibió cuatro tratamientos contra trips (representados por las flechas).

comentado para el invernadero CI. En los dos invernaderos se da la misma relación entre poblaciones en flores y en placas adhesivas (de acuerdo con los coeficientes de determinación) y además se encuentran más larvas que adultos en las flores.

Los daños en las dos parcelas fueron inapreciables, ya que no hubo aborto de flores, y en el fruto se limitaron a las placas de alimentación en el interior del cáliz, especialmente en el invernadero CI, aunque no visibles. Tampoco hubo síntomas de plantas afectadas por el virus del bronceado en ninguno de los dos invernaderos.

También se ha analizado la relación entre los niveles poblacionales de larvas y adultos en flores y la captura de adultos en las placas. Para ello se han utilizado los tiempos de desarrollo que encuentra LACASA (1990) en pimiento. Estos son de 198 y de 162 °C.día para pasar de larva 1 y larva 2, respectivamente, al estadio de adulto.

En el invernadero CI existe una relación aceptable entre las poblaciones de larvas en flor y los adultos capturados en placas, una vez que ha transcurrido el tiempo necesario para que los estados inmaduros se transformen en adulto. El tiempo de desarrollo correspondiente a la larva de segundo estado es el que mejor coincide, con $r^2=0.609$ (significativo, con $P<0,01$), mientras que para la larva de primer estado la coincidencia no es tan elevada (tabla 1, parte inferior). Lo mismo se puede decir del análisis de las poblaciones en el invernadero T, en donde el tiempo de desarrollo de la larva de segundo estado es el que obtiene un coeficiente de determinación significativo ($P<0,01$). En la misma tabla se aprecia la falta de relación significativa entre las poblaciones de larvas en flores y los adultos que se encuentran en las flores, una vez transcurrido el tiempo de desarrollo necesario.

Parece, pues, concluirse de lo anterior que las larvas en las flores dan lugar a adultos que vuelan y son los que se encuentran en las trampas adhesivas; estos adultos, posteriormente, serían los que aparecen en las flores, haciendo la puesta y coincidiendo con las

Cuadro 1.—Coeficientes de determinación (r^2) entre los estados de desarrollo de *Frankliniella occidentalis* en flores y los adultos en placas adhesivas considerados los muestreos (parte superior), y cuando se tienen en cuenta los tiempos de desarrollo de cada estadio larval con respecto a los adultos encontrados en flores y placas (parte inferior).

Los valores seguidos por * son significativos con $P < 0,05$, y seguidos por ** lo son con $P < 0,01$.

	INVERNADERO CI		INVERNADERO TESTIGO	
	Adultos (flores)	Adultos (placas)	Adultos (flores)	Adultos (placas)
Larvas I-II (flores)	0,613**	0,000	0,809**	0,016
Adultos (flores)	—	0,118	—	0,046
Larva I	0,069 (198 °C. día)	0,320* (198 °C. día)	0,028 (198 °C. día)	0,272 (198 °C. día)
Larva II	0,019 (162 °C. día)	0,609** (162 °C. día)	0,027 (162 °C. día)	0,530** (162 °C. día)

Cuadro 2.—Ajuste de las poblaciones día de los diferentes estadios de desarrollo de *Frankliniella occidentalis*, en los dos invernaderos muestreados, a las funciones matemáticas que mejores coeficientes de determinación obtuvieron.

Invernadero	Estado	Función	r^2
Control integrado	Larvas (flores)	3 logísticas	0,9985
	Adultos (flores)	3 logísticas	0,9993
	Total trips (flores)	3 logísticas	0,9993
	Adultos (placas)	2 logísticas	0,9987
	Larvas (flores)	1° tramo: logística 2.° tramo: multiplicativo	0,9920 0,9853
	Adultos (flores)	1° tramo: logística 2.° tramo: multiplicativo	0,9956 0,9950
Testigo	Total trips (flores)	1° tramo: logística 2.° tramo: exponencial	0,9936 0,9891
	Adultos (placas)	1° tramo: logística 2.° tramo: exponencial	0,9988 0,9697

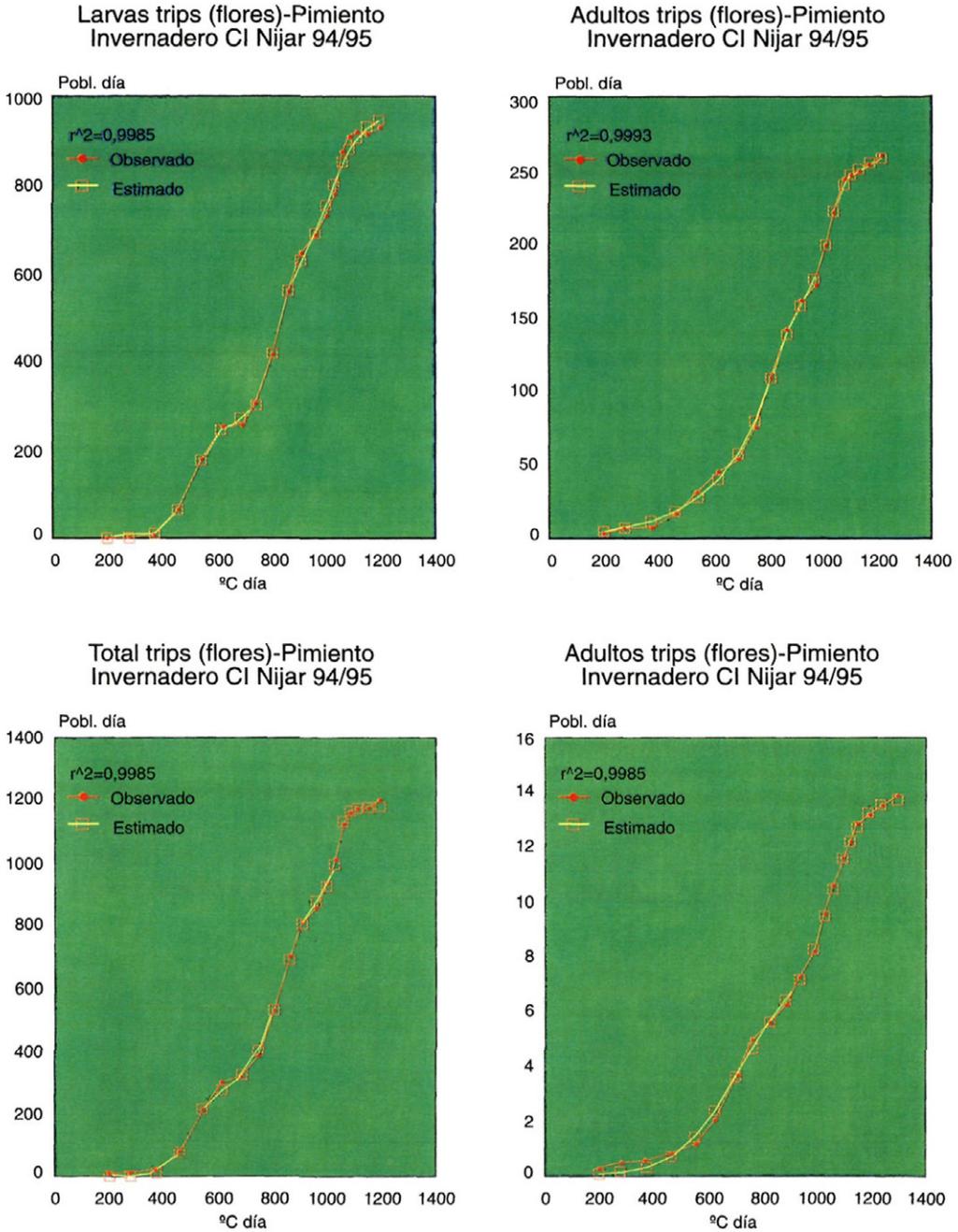


Fig. 2.—Ajuste de la suma de diferentes funciones matemáticas a la población.día de trips expresada de forma acumulada para: larvas de trips en flores, adultos de trips en flores, total de trips en flores, y adultos de trips capturados en placas adhesivas en el invernadero donde se aplicaba el programa de control integrado. En las mismas gráficas se expresa el coeficiente de determinación obtenido en cada ajuste. Las funciones matemáticas ajustadas se indican en la tabla 2.

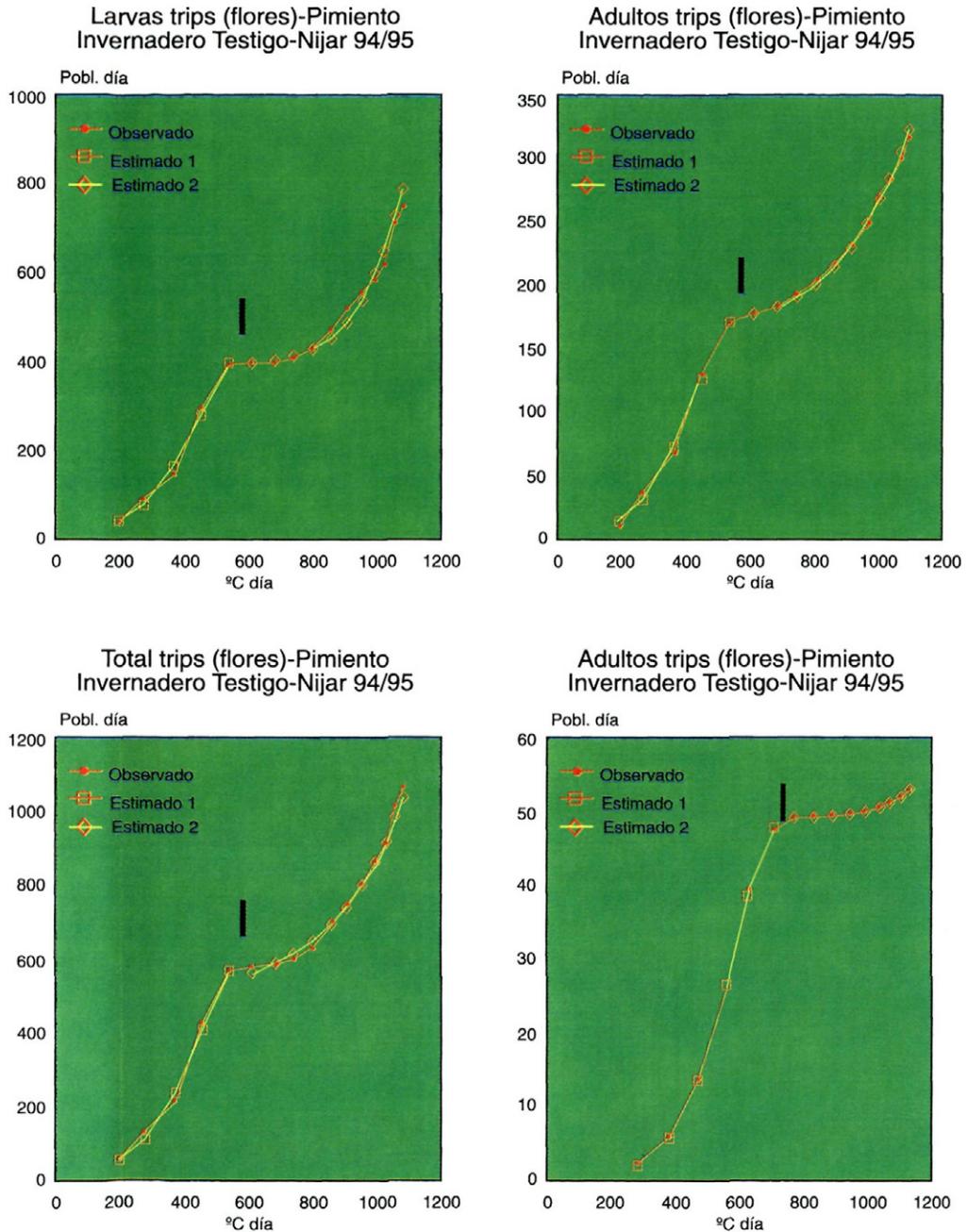


Fig. 3.—Ajuste de la suma de diferentes funciones matemáticas a la población.día expresada de forma acumulada de: larvas de trips en flores, adultos de trips en flores, total de trips en flores, y adultos de trips capturados en placas adhesivas en el invernadero testigo. La línea vertical representa la separación entre los dos tramos utilizados para realizar los ajustes, debido a los tratamientos pesticidas realizados. Los coeficientes de determinación de cada una de los tramos en cada gráfica se encuentra en la tabla 2, así como las funciones utilizadas en cada tramo.

larvas. Hay que tener en cuenta que la fase de proninfa y ninfa del trips *F. occidentalis* se desarrolla normalmente en el suelo (LACASA, 1990), de donde saldrían los adultos para distribuirse por las flores. El tiempo de desarrollo del huevo es de 3,2 días a 25°C, y la longevidad de los adultos de 32 días a esa misma temperatura (LACASA, 1990), con lo que los adultos del trips coinciden con las larvas en las flores.

Tendencias poblacionales.

Las funciones matemáticas que mejor ajuste obtuvieron fueron la función logística, en el caso del invernadero CI, y las funciones logística, multiplicativa y exponencial en el invernadero T. En el caso del invernadero CI el ajuste refleja la sucesión de máximos de población debidas a la evolución de la población del trips en las flores y los capturados en las placas adhesivas. En el caso del invernadero T, la aplicación de diferentes tratamientos alteró esta evolución, dando al menos un máximo de trips al principio, tanto en flores como en las placas adhesivas, seguida de la brusca disminución de sus poblaciones, para a continuación incrementarse otra vez. Esto hizo necesario el análisis de la evolución de la *Pbl.día* en dos tramos separados por el/los tratamientos y que se refleja en las gráficas de la figura 3, así como en cuadro 2. El primer tramo se ha ajustado a una función logística, que refleja el incremento inicial de la población y su posterior descenso por los tratamientos; el segundo tramo se ha ajustado mejor a funciones que implican un crecimiento continuado, cuando se recuperan las poblaciones, como son las funciones multiplicativa y exponencial.

El ajuste obtenido para las diferentes fases de desarrollo del trips *F. occidentalis*, utilizando la suma de diferentes funciones, es muy alto, como se aprecia en el cuadro 2, con valores de r^2 que oscilan entre 0,9697 y 0,9993, lo que refleja la capacidad de este procedimiento para ajustarse a los datos observados. En las figuras 2 y 3 se puede apreciar la coincidencia que existe entre los datos observados y los estimados.

Este es un procedimiento muy útil para analizar las tendencias de la *Pbl.día*, ya que pone de manifiesto las fluctuaciones a las que se ven sometidas las poblaciones en el transcurso del cultivo. Estas fluctuaciones quedan definidas por los parámetros de las funciones utilizadas, que podrán ser empleados para realizar comparaciones del potencial biótico de la especie analizada, bien entre diferentes períodos, o bien entre diferentes huéspedes vegetales. En definitiva, este método de ajuste abre vías interesantes para analizar de forma cuantitativa los comportamientos, a veces tan contradictorios, que se observan en el campo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido desarrollar gracias a la colaboración de los señores José Rodríguez López y Rafael Nieto Nieto al permitir muestrear en sus invernaderos. Agradecemos al Servicio de Sanidad Vegetal de la Delegación de Agricultura de Almería el que nos permitiera utilizar su cámara de cría y al grupo de Control Integrado del mismo Servicio su colaboración en la recogida de muestras y visitas al campo.

ABSTRACT.

GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; MORENO VÁZQUEZ, R., 1996: Análisis de las tendencias poblacionales de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) en pimiento bajo plástico en Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (2): 391-399.

During Autumn/Winter of 1994/95 the populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) have been studied in two greenhouses planted with sweet pepper (*Capsicum annuum*) in Almería, SE of Spain. One of the greenhouses was managed with a IPM program, whereas the other was the control, in which the farmer applied the pesticides freely. Larvae and adults of thrips in the flowers were counted in the laboratory, but the adults were also monitored using blue sticky traps. In the IPM greenhouse the population of larvae and adults reached at least three peaks, alternating with the peaks of adults in the traps. The peaks of larvae are separated between them by 263 DD (Degree.Days) and 226 DD, which highly coincide with the developmental time found in the bibliography. In the control greenhouse, thrips population in flowers and adults in the sticky traps had the same model than in the IPM greenhouse, but the treatments applied cut the thrips population and alter their evolution. When considering the developmental time from larvae II to adult (162 DD) the coefficient of determination obtained was $r^2=0.609$ ($P<0.01$) in the IPM greenhouse, and $r^2=0.530$ ($P<0.01$) in the control greenhouse. A possible conclusion of this work is that from the larvae within the flowers emerge the adults (the pronymph and nymph instar develop in the ground), who spread in the greenhouse (captured in the sticky traps), to finally reach the flowers, where they feed and could oviposition, coinciding adults and larvae in the flowers, as has been demonstrated. The fitting of the population.day to the sum of diferents simple mathematics functions have a very high coefficients of determination, between 0.9697 and 0.9993. In the control greenhouse was necessary to divide the population.day trends in two parts, due the treatments. The high fittings allow to analyze the population trends and compare the coefficients of the diferents functions.

Key words: thrips, *Frankliniella occidentalis*, sweet pepper, population trends

REFERENCIAS

- BELDA, J.; CABELLO, T.; ORTIZ, J.; PASCUAL, F., 1992. distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) en cultivo de pimiento bajo plástico en el sureste de España. *Bol.San. Vegetal-Plagas*, 18: 237-252.
- CUADRADO GÓMEZ, M^a. I., 1994. Virosis. En *Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida*. Coordinador: Ramón Moreno Vázquez. Junta de Andalucía: 371-396.
- GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; MORENO VÁZQUEZ, R., 1996. Análisis de las tendencias poblacionales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento bajo plástico en Almería. *Bol.San. Vegetal-Plagas*, 22 (2): 391-399.
- GONZÁLEZ ZAMORA, J. E.; GARCÍA MARI, F.; BENAGES, E.; ORENGA, S., 1992. Control biológico del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en fresa. *Bol. San. Vegetal-Plagas*, 18: 265-288.
- HAN, B.; AMORIM, L.; BERGAMÍN FILHO, A., 1993. Mathematical functions to describe progress curves of double sigmoid pattern. *Phytopathology*, 83: 928-932.
- LACASA, A., 1990. Datos de taxonomía, biología y comportamiento de *Frankliniella occidentalis*. *Phytoma-España*, 6: 9-15.
- ROBB, K. L., 1989. *Analysis of Frankliniella occidentalis (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses*. PhD. Dissertation. Universidad de California, Riverside: 135 pp.
- RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, M^a. D.; BELDA SUÁREZ, J. E., 1989. *Trips en los cultivos hortícolas protegidos*. Servicio de Protección de los Vegetales. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía: 21 pp.

(Aceptado para su publicación: 12 febrero 1996)