

Resultados preliminares de la lucha integrada sobre pepino en Canarias

A. ESPINO, J. BARROSO y A. CARNERO

En un cultivo de pepinos situado en la zona norte de Tenerife se ha intentado aplicar un programa de lucha integrada, con introducción artificial de *Encarsia formosa* (Hymenóptero Aphelinidae) para control de "mosca blanca" *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptero Aleurodidae) y sueltas puntuales de *Iphiseius degenerans* (Acari Phytoseidae) para control de *Tetranychus urticae* (Acari Tetranychidae), combinándolo con el uso de trampas amarillas y pesticidas compatibles con la lucha biológica. Al mismo tiempo se han estudiado ciertos aspectos de la dinámica poblacional de "mosca blanca", *E. formosa* y "minador" *Liriomyza trifolii* (Díptera Agromyzidae).

El éxito del control biológico de "mosca blanca" depende esencialmente de la influencia de la migración del exterior. Los platos amarillos no ejercen buen control sobre "mosca blanca" y sí sobre "minador". Se redujeron el número de tratamientos en un 80% y la producción no se vió afectada.

A. ESPINO, J. BARROSO y A. CARNERO. C.I.T.A. Apartado 60. La Laguna. Tenerife.

Palabras clave: Pepino, lucha integrada, *Encarsia formosa*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Liriomyza trifolii*.

INTRODUCCION

La principal finalidad de este trabajo consiste en aplicar ciertos principios de lucha integrada al cultivo del pepino bajo invernadero. Al efecto hemos elegido una zona representativa situada en el norte de la isla de Tenerife. El cultivo de pepino es el segundo en importancia de hortícolas en las Islas Canarias por su producción final y el primero por su extensión bajo invernadero (se cultiva exclusivamente bajo plástico para su explotación comercial). Aunque no se conozcan oficialmente los gastos generados para el control fitosanitario del pepino, podemos avanzar (teniendo en cuenta el número de tratamientos semanales) que rondan las 500.000 ptas./Ha. durante la época de cultivo.

Los objetivos concretos del presente trabajo son: Catalogar e identificar adecuadamente

las plagas y enfermedades presentes en el cultivo; realizar sueltas periódicas de *Encarsia formosa* para el control biológico de la "mosca blanca", estudio paralelo sobre la dinámica poblacional de la "mosca blanca" y su parásito; discusión sobre la eficacia del parasitismo y por tanto del éxito del método de control utilizado; planteamiento sobre el tipo de umbral económico a utilizar en relación a "mosca blanca", tanto directo como indirecto; impacto del uso de trampas amarillas para el control de "mosca blanca" y su influencia en la *Encarsia formosa*; estudios preliminares sobre el ciclo biológico de la "mosca blanca" y su influencia en la *Encarsia formosa*; estudios preliminares sobre el ciclo biológico de la "mosca blanca" y la *Encarsia formosa* en el pepino; estudio sobre el comportamiento de las poblaciones del "minador" y su control natural con el parásito *Diglyphus isaea*; tratamientos racio-

nales para control químico de plagas y enfermedades que sean inocuos para los enemigos naturales; posibilidad del uso de lucha biológica sobre otras plagas que aparezcan en el cultivo.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia fue realizada sobre un cultivo de pepinos de exportación de variedad "Corona" importada de Holanda bajo invernadero situado en Tejina en un lugar conocido como el "Riego" cerca de la costa, entre 30 y 50 metros sobre el nivel del mar. El invernadero es de "Tipo Canarias" y las dimensiones del mismo vienen representadas en la figura 1, con una superficie total aproximada de 750 m² y una altura de tres metros. El cultivo constaba de 672 plantas repartidas en 16 filas, siendo su marco de plantación el usado habitualmente por el agricultor.

El riego se realizó por goteo con una dosis diaria de $2,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{pl.}$ a primeras horas de la mañana.

Los tratamientos se aplicaron con un solo producto y mezclados cuando se deseó luchar simultáneamente contra más de una plaga, efectuándose a primeras horas de la mañana, con diversos sistemas de aplicación, de acuerdo con la materia activa usada.

El principal método de control utilizado para la "mosca blanca" fue la lucha biológica por medio del parásito *Encarsia formosa*. La cría de *Encarsia formosa* está basada en el sistema inglés adaptado a nuestras condiciones sobre *Nicotiana glauca*. La introducción de *Encarsia formosa* se realizó sobre infecciones establecidas de "mosca blanca" en el cultivo. La suelta fue hecha una vez por semana, desde octubre hasta finales de enero, mes en el que se acabó la experiencia. La media de la suelta semanal fue de 5.500 a 6.000 parásitos por 672 plantas, que corresponde a 8-9 parásitos por planta distribuidos por todo el invernadero (Fig. 2). Paralelamente al control biológico se utilizaron las bandejas amarillas

(Fig. 2) y ACEFATO. Para el control del "minador" se hicieron observaciones semanales en las plantas para detectar la presencia de enemigos naturales usando las bandejas amarillas para determinar los niveles de población y su posible control. Para el control de "araña roja" se hizo suelta del ácaro predador *Iphiseius degenerans* en los focos donde se localizó. Al mismo tiempo se aplicaron tratamientos con DICOFOL. El control de las orugas se llevó a cabo con *Bacillus Thuringiensis*. El oidio se controló con TRIFORINA. Para la fumagina se hicieron anotaciones semanales de su incidencia, en base a la siguiente valoración:

- 0- ninguna
- 1- inicios
- 2- manchas claras en las hojas
- 3- manchas extendidas en las hojas e inicios en frutos
- 4- extendido por toda la hoja y fruto.

Antes de la implantación del cultivo se realizaron análisis de suelo y agua.

La temperatura y humedad relativa en el cultivo de ensayo, se registraron en un termohigrógrafo tipo Jules and Pecky.

Se utilizó una metodología de muestreo y conteo ya empleada que consistió en:

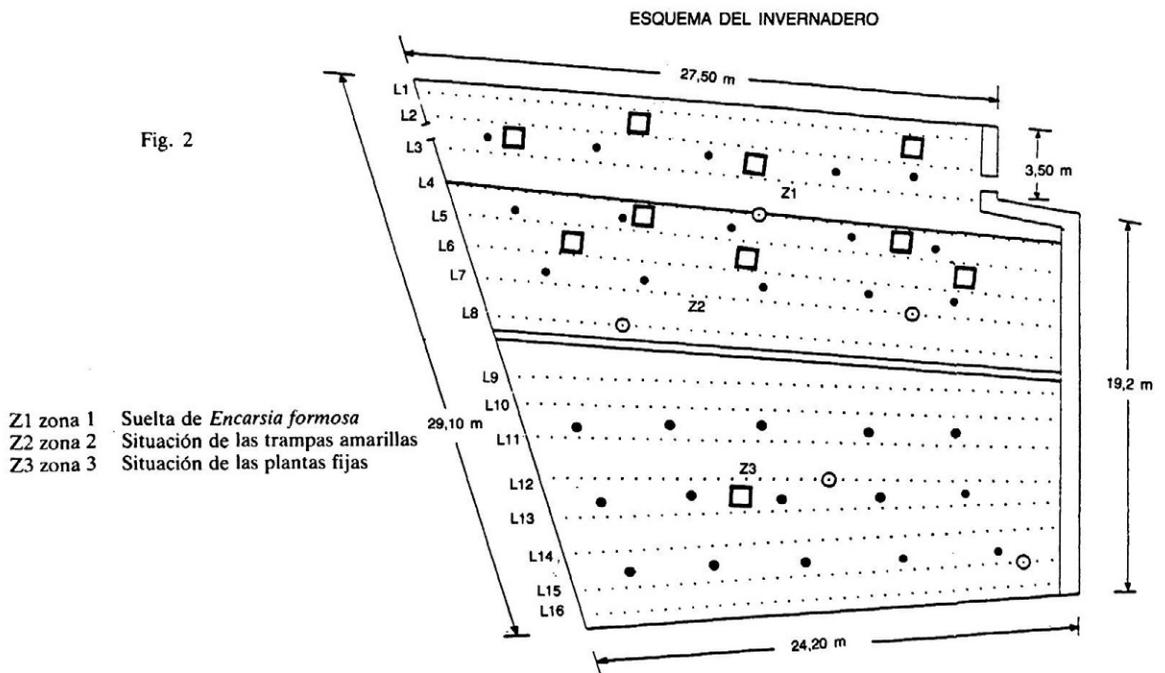
Plantas fijas. Se eligieron al azar cinco plantas fijas que se muestreaban semanalmente para estudiar su fenología, dinámica de población de diferentes plagas y su parasitismo así como su distribución vertical.

Plantas al azar. Se eligieron 200 plantas una vez por semana (30% del total) por el método de una tabla de números aleatorios variables, con el objetivo de determinar la evolución de la población de adultos de "mosca blanca" durante el período de cultivo. Los conteos fueron hechos sobre las 2-4 últimas hojas.

Recogida de hojas. Se tomaron 30 hojas al azar cada semana para determinar posteriormente en el laboratorio número de huevos, número de larvas, índice de eclosión, larvas parasitadas, evolución del parasitismo, morfo-



Fig. 1.—Vista desde el exterior del invernadero utilizado en el ensayo.



logía y biometría de las larvas, superficie foliar y otras observaciones complementarias que incluían minadores, índice de oidio, grado de fumagina, síntomas de virosis, ácaros; tomadas de acuerdo con el desarrollo vegetativo de las plantas y el nivel de población, variándose la altura de recogida.

Los trabajos de laboratorio se centraron en:

Medida de superficie foliar. Se midieron las 30 hojas muestreadas con un medidor de área foliar automatizado, de lectura digital instantánea.

Biometría. Se midieron 30 larvas elegidas al azar sobre las hojas muestreadas con un micrómetro 10X, en un binocular con el objetivo 40X, a lo largo de su eje longitudinal.

DISCUSION Y RESULTADOS

Condiciones climatológicas

Como conclusión, se puede afirmar que las condiciones climáticas fueron idóneas y aún más, las ideales para el desarrollo de las plagas y enfermedades, aunque, debido a su uniformidad éstas no supusieron en ningún momento un factor determinante de la población de mosca blanca tal y como se desprende del estudio de correlación entre la temperatura y humedad relativa media y la evolución de la población de mosca blanca, puesto que los valores obtenidos para los índices de correlación son muy bajos (Fig. 3; cuadro 1).

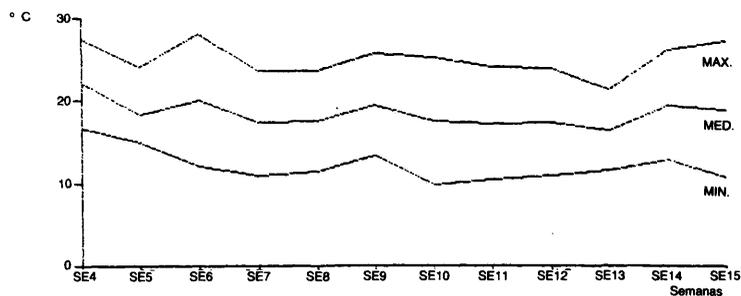


Fig. 3.—Evolución de la temperatura a lo largo del cultivo.

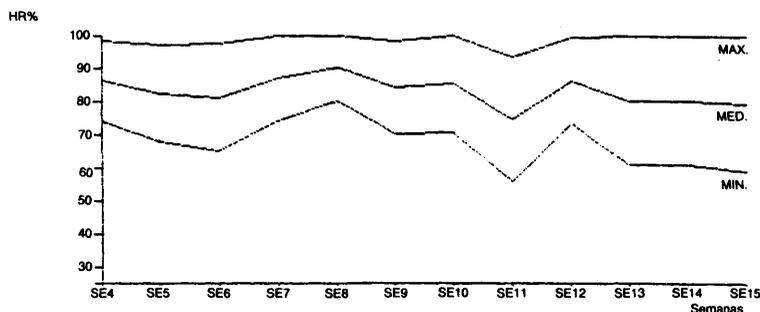


Fig. 3.—Evolución de la Humedad Relativa a lo largo del cultivo.

MEDIA DE LA VARIABLE X = 84.1766667
 MEDIA DE LA VARIABLE Y = 4233

VARIANZA DE LA VARIABLE X = 17.1662425
 VARIANZA DE LA VARIABLE Y = 18239418

COEFICIENTE DE REGRESION DE Y SOBRE X = -412.669364
 COEFICIENTE DE REGRESION DE X SOBRE Y = -3.80441641E-04

LA RECTA DE REGRESION DE Y SOBRE X ES: $Y = -412.669364 \cdot X + 38970.1315$
 LA RECTA DE REGRESION DE X SOBRE Y ES: $X = -3.80441641E-04 \cdot Y + 85.7870761$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL ES = .396227978

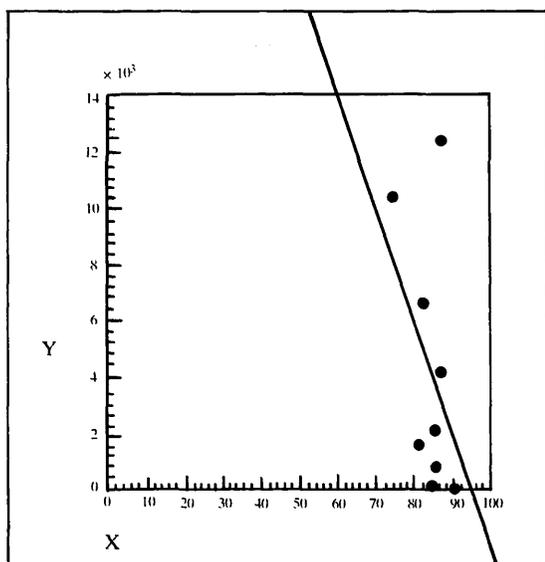
MEDIA DE LA VARIABLE X = 18.5544445
 MEDIA DE LA VARIABLE Y = 4344.11111

VARIANZA DE LA VARIABLE X = 2.55322469
 VARIANZA DE LA VARIABLE Y = 18248961.2

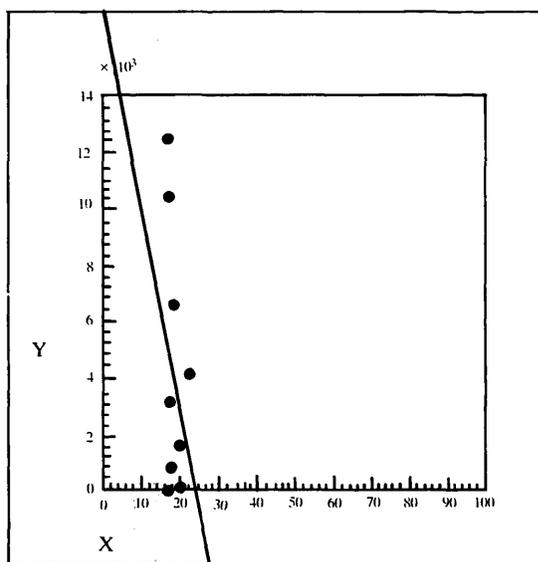
COEFICIENTE DE REGRESION DE Y SOBRE X = -723.034866
 COEFICIENTE DE REGRESION DE X SOBRE Y = -1.01160305E-04

LA RECTA DE REGRESION DE Y SOBRE X ES: $Y = -723.034866 \cdot X + 17759.6214$
 LA RECTA DE REGRESION DE X SOBRE Y ES: $X = -1.01160305E-04 \cdot Y + 18.9938961$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL ES = .270448567



Cuadro 1.—Estudio de correlación entre las variables ambientales y la evolución de la población de adultos de mosca blanca



Cuadro 1.—(continuación)

Ferología de la planta

El crecimiento de la planta fue en general normal, siendo el crecimiento medio semanal hasta el despunte de 48,58 cm. Por otra parte, el máximo fue alcanzado en las semanas 6.^a y 7.^a. El período de mayor producción se registra entre las semanas 10.^a y 14.^a (Cuadro 2). En relación al número de hojas se puede indicar que el aumento medio de hojas fue de cuatro por semana, siendo en la semana 6.^a de siete hojas, disminuyendo en las semanas sucesivas hasta tres.

Mosca blanca

La principal plaga encontrada en el cultivo de ensayo fue la "mosca blanca". Siguiendo la línea de investigación ya planteada se hizo un análisis lo más exhaustivo posible de la dinámica poblacional de la "mosca blanca" y su parásito *Encarsia formosa* para conocer así los mecanismos que permiten actuar con la mayor eficacia posible en el momento requerido.

Dinámica poblacional

El primer aspecto abordado es la distribu-

Cuadro 2.—Evolución de la producción

SEMANA 9	189 kg.
SEMANA 10	579 kg.
SEMANA 11	767 kg.
SEMANA 12	523 kg.
SEMANA 13	588 kg.
SEMANA 14	505 kg.
SEMANA 15	304 kg.
SEMANA 16	160 kg.
SEMANA 17	36 kg.
SEMANA 18	77 kg.
SEMANA 19	62 kg.
SEMANA 20	89 kg.
SEMANA 21	73 kg.

Cuadro 3.—Estudio de correlación entre las distintas zonas

ZONAS X/Y	COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL (r)
Zona "1"/Zona "2"	r = 0,5324
Zona "1"/Zona "3"	r = 0,1064
Zona "2"/Zona "3"	r = 0,7145

ción horizontal. A la vista de los datos obtenidos del conteo de las 3-4 últimas hojas, que ha resultado ser el más fiable, el invernadero se podía dividir en tres zonas diferentes (Fig. 2). Los adultos tienden a concentrarse en las primeras líneas de la parte superior del invernadero. La razón de esta distribución está en la proximidad de aquellas a una abertura de ventilación junto a la que se encuentra un pequeño huerto con una alta incidencia de la plaga, además de estar orientada a diversos cultivos hortícolas bajo invernadero, la mayoría de los cuales sostenían altas poblaciones de mosca blanca. Al contrario, en la parte inferior del invernadero, la abertura de ventilación próxima a la línea 16 está orientada hacia una zona de acantilado en la que no se observaban focos de la plaga (Fig. 6). El segundo aspecto a tener en cuenta es la *evolución de la población*. Realizando un estudio de correlación entre los datos procedentes de las distintas zonas, los valores de los índices de correlación

son por lo general bajos, lo que confirma de alguna manera la división realizada con anterioridad (Cuadro 3). En la figura 7, se puede observar que el nivel de población es mayor en la zona "1" en las primeras semanas, aumentando en la semana 9.^a en la zona "3", a consecuencia del desplazamiento de la misma debido al tratamiento parcial aplicado en la semana 8.^a y al factor migración, disminuyendo en la semana siguiente a consecuencia del tratamiento general de la semana 9.^a, para volver a aumentar en la semana 14.^a. El tercer aspecto a tener en cuenta es la influencia de la *migración* del exterior que ha incidido de una manera notable en la eficacia del control. Por último, el cuarto aspecto abordado es la *distribución vertical*, que fue la prevista, como se muestra en la figura 8.

Eficacia del control biológico

Todo lo anteriormente expuesto ha influido en la acción de la *E. formosa* y nos ha obligado a intensificar las sueltas. El control por *E. formosa* no alcanzó ningún resultado espectacular como ocurre en el caso del tomate. El máximo porcentaje de parasitismo se produce en la semana 10.^a alcanzando el 22%.

Trampas amarillas

Paralelamente se emplearon a nivel experimental las trampas amarillas. El objetivo fue el de intentar controlar las poblaciones de "mosca blanca" como ayuda a la lucha biológica. Podemos decir que los resultados fueron nulos, debido principalmente a la migración del exterior.

Umbral de tolerancia económica

En nuestra experiencia hemos intentado comprobar la utilidad de dos tipos de medida de umbrales, uno directo y otro indirecto. El directo definido en función de la densidad de adultos necesarios para provocar las pérdidas que fue establecido en 20-30 adultos en las 3-4 últimas hojas de cada planta. El umbral fue

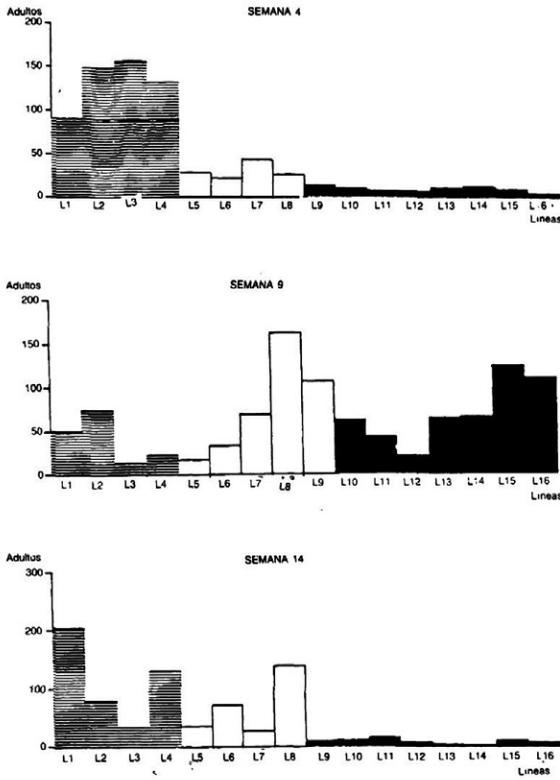


Fig. 4.—Distribución de adultos en el invernadero. (distribución horizontal)



Fig. 5.—Método de suelta de la *Encarsia formosa*.

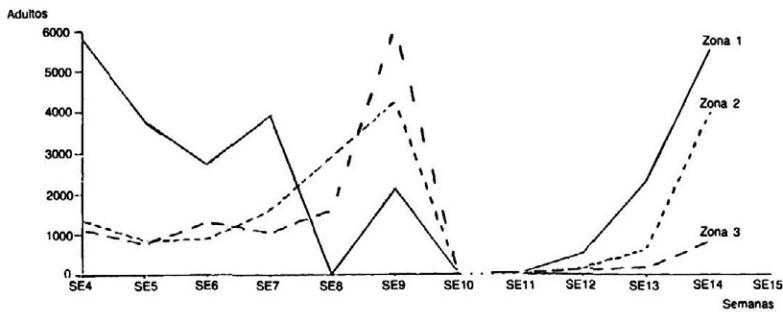


Fig. 6.—Evolución de la población de adultos en las distintas zonas.

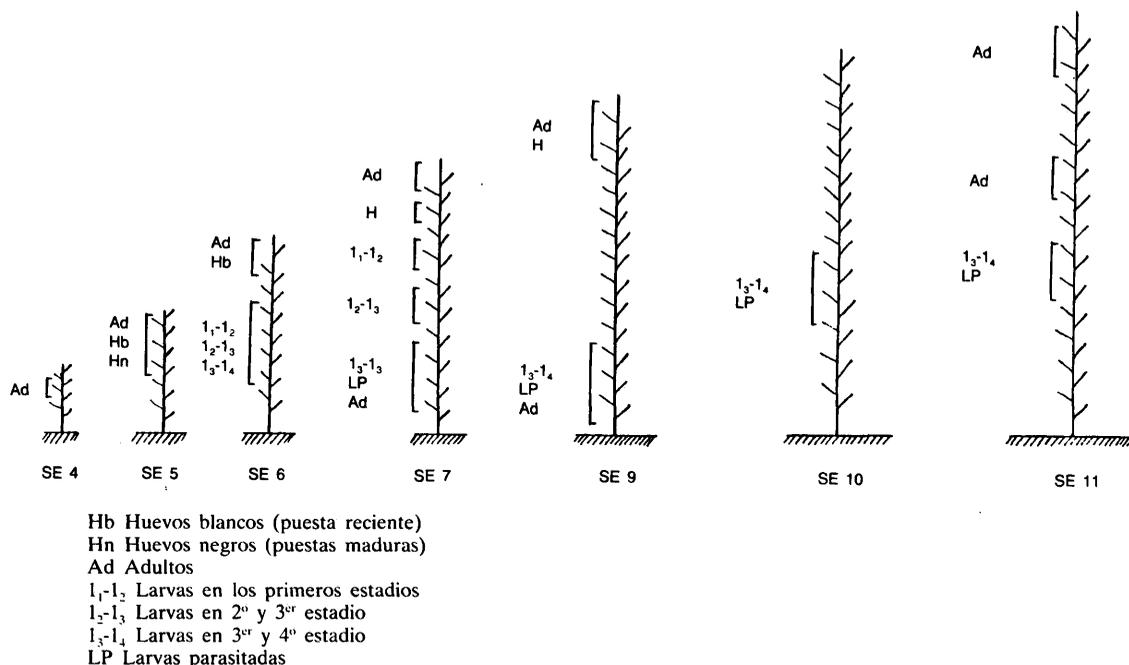


Fig. 7.—Distribución de la población en la planta.

superado ampliamente en la zona 1 a partir de la semana 4.^a momento éste en el que se decidió tratar con ACEFATO (Cuadro 4). Y el indirecto definido en función de los daños provocados por fumagina, estableciéndose el umbral cuando el 50% de las hojas muestreadas presentan el grado 3. En nuestro cultivo no se alcanzó este umbral. Al mismo tiempo, se puede observar en el Cuadro 5 que la densidad de población no está relacionada con los daños producidos por fumagina.

Minador

También se detectó en el cultivo la presencia de "minador", aunque su incidencia fue muy baja. Se estudió la dinámica poblacional y dentro de ésta la evolución de la población y la distribución vertical. Con respecto a lo primero, como consecuencia de las trampas amarillas y del tratamiento con ACEFATO, la po-

Cuadro 4.—Medias de adultos por planta en las distintas zonas a lo largo del cultivo

UMBRALES - Adultos

ZO	"1"	"2"	"3"	Total invernadero
SE 4	138,11	29,23	10,50	41,35
5	75,10	16,13	8,175	26,31
6	66,31	20,74	11,9	22,78
7	74,16	29,64	12,18	32,75
8	—	—	21,25	21,25
9	35,30	69,76	76,60	62
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	3,59	11,24	1,5	4,42
13	50,95	12,40	1,65	15,98
14	102,57	37,93	9,6	71,09

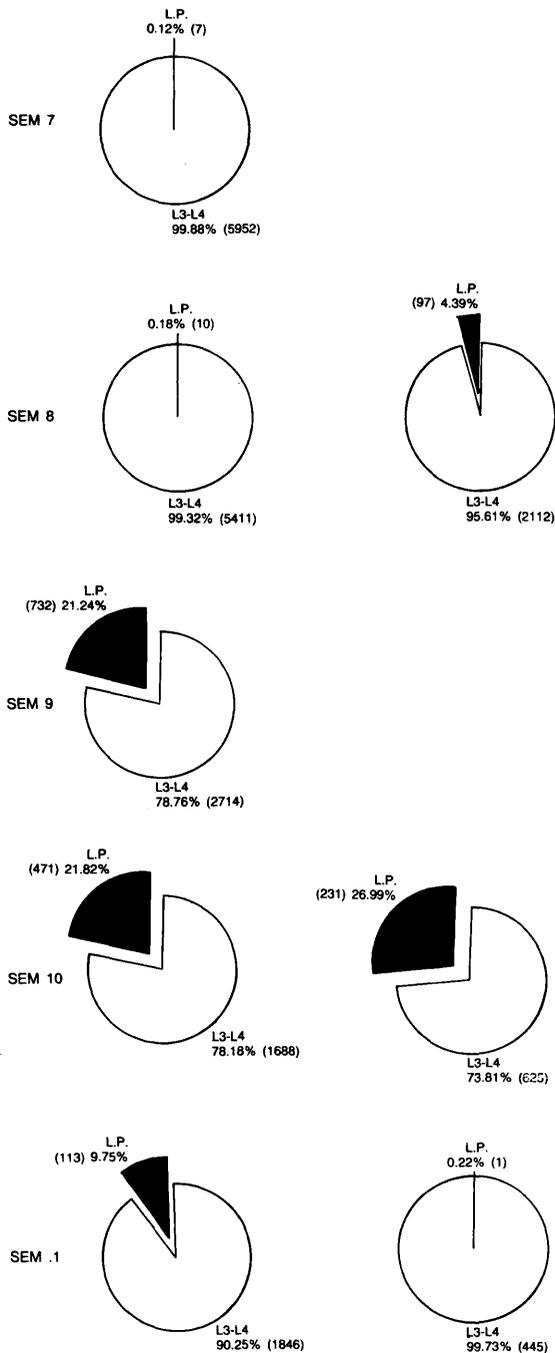


Fig. 8.—Evolución del índice de parasitismo en las zonas superior e inferior del invernadero.

blación del minador comenzó a descender manteniéndose después en niveles muy bajos. No apareciendo el parasitismo por *D. isaea* debido a la baja densidad de población del minador. En cuanto a la distribución vertical se observó que la tendencia general es que aparezcan las primeras minas en las hojas más bajas, avanzando paulatinamente al resto de la planta con preferencia a las hojas más cercanas a las ya afectadas.

Otras plagas

Araña roja

Se observaron dos focos localizados no simultáneos realizando una suelta de 20 individuos de *Iphiseius degenerans*, diez para las plantas afectadas y los otros diez para las plantas vecinas. Paralelamente se aplicaron tratamientos con DICOFOL obteniendo resultados satisfactorios.

Oruga de lepidóptero (*Chrysodeixis chalcytes*)

Se aplicaron dos tratamientos generales con *Bacillus Thuringiensis*, constituyendo éste un buen control.

Cicadélidos

Se observó la presencia de un cicadélido de escasa incidencia en el cultivo, que parece tener cierta atracción por las bandejas amarillas.

Enfermedades

La más importante encontrada en el cultivo fue el *oidio* (*Erysiphe cichoracearum* f. *cucurbita*), siendo muy significativa la gravedad del ataque y apareciendo síntomas de esta enfermedad sólo en hojas llegando a cubrir toda su superficie por las dos caras pero sin pasar a los frutos. Para su control se dieron tratamientos con TRIFORINA.

Cuadro 5.—UMBRALES - Fumagina.

Semana	1 _s -1 ₄	Fumagina	Densidad de Población	PARTE SUPERIOR	Semana	1 _s -1 ₄	Fumagina	Densidad de Población	PARTE INFERIOR
8 ^a	—	—	—		8 ^a	230/189	1 ^o	1,21	
9 ^a	1595	2 ^o	11		14 ^a	74/243	1 ^o	0,30	
	2330	2 ^o	10,01			28/197	3 ^o	0,14	
	848	2 ^o	3,68			50/193	1 ^o	0,25	
10 ^a	219	2 ^o	1,33			35/235	1 ^o	0,14	
	318	2 ^o	0,86			50/213	1 ^o	0,23	
	266	2 ^o	0,65			60/184	1 ^o	0,32	
11 ^a	188	2 ^o	0,41		15 ^a	58/189	2 ^o	0,30	
	119	2 ^o	0,41			79/382	1 ^o	0,35	
	175	2 ^o	0,50			60/167	2 ^o	0,35	
	124	1 ^o	0,46			52/207	1 ^o	0,25	
	226	1 ^o	1,39			0/122	2 ^o	0	
	167	2 ^o	0,57			7/306	1 ^o	0,02	
	12	1 ^o	0,06			22/160	1 ^o	0,13	
	368	2 ^o	0,06			95/112	2 ^o	0,84	
14 ^a	97	1 ^o	0,58						
	102	3 ^o	0,57						
		1 ^o							
	1250	2 ^o	6,83						
	46	1 ^o	0,22						
15 ^a	266	2 ^o	0,79						
	406	2 ^o	2,05						
	6	2 ^o	0,01						
	900	3 ^o	2,15						
	4	1 ^o	7,5·10 ⁻³						
	66	2 ^o	0,24						

Otra enfermedad encontrada, pero de poca incidencia, fue la *Botrytis (Sclerotinia fuckeliana)* detectándose solamente en la última etapa del cultivo y en algunos frutos. No necesitó ningún tipo de control.

Se observó también con cierta incidencia, el denominado por los agricultores “mal de la caja”, que podría ser de origen vírico y cuyo vector es posiblemente la “mosca blanca”, que en caso de confirmarse definitivamente podría perturbar de manera clara cualquier programa de lucha integrada.

CONCLUSIONES

1) Existen medidas de tipo cultural (arranque de malas hierbas, destrucción de los cultivos abandonados, semilleros aislados y limpios, etc.), que no son de uso habitual en Ca-

narias y que sería necesario poner en práctica para disminuir, en lo que sea posible, los riesgos sanitarios y garantizar por tanto un mejor éxito del control integrado.

2) Sería deseable el desarrollo de modelos matemáticos que tuvieran en cuenta factores como la migración y considerar el invernadero como un medio abierto y unitario diferente a otro cualquiera.

3) *Mosca blanca*. La dinámica poblacional de la misma ha venido marcada por el factor migración, que ha perturbado de una manera clara todo el programa previsto. En cuanto al éxito del control de *E. formosa*, se puede decir que ha tenido cierta eficiencia sobre las poblaciones instaladas en el invernadero pero no en evitar el efecto de las migraciones.

La estrategia de suelta utilizada por nosotros ha tenido un éxito parcial, ya que no fue suficiente para mantener las poblaciones de

mosca blanca a un nivel satisfactorio desde el punto de vista económico, lo que nos obliga a replantearnos la estrategia empleada, de tal forma que esta consistiría en aumentar el número de individuos, probablemente el doble por suelta y hacerlo siempre en función del nivel de población existente y a lo largo del cultivo.

Pensamos que sería necesario utilizar en una primera etapa un método de control integrado de "mosca blanca" combinando el uso de *Encarsia formosa* con productos inocuos para la misma, y reduciendo a la vez los tratamientos mediante el conocimiento de umbrales cercanos a la realidad. Así, se aplicaron en nuestro ensayo dos tratamientos generales con acefato y uno parcial, cuando lo habitual en la zona es uno por semana (20 tratamientos por tiempo de cultivo).

4) *Minador*. Se confirmó la poca importancia como plaga en el cultivo y como consecuencia de esto, no hubo necesidad de adoptar una medida específica de control.

5) *Trampas amarillas*. Se puede concluir que es nula su acción de control sobre la "mosca blanca", por lo que no se recomienda su uso para esta plaga. Con respecto al "minador", creemos que ha efectuado un cierto control, pero convendría hacer un estudio más profundo del mismo.

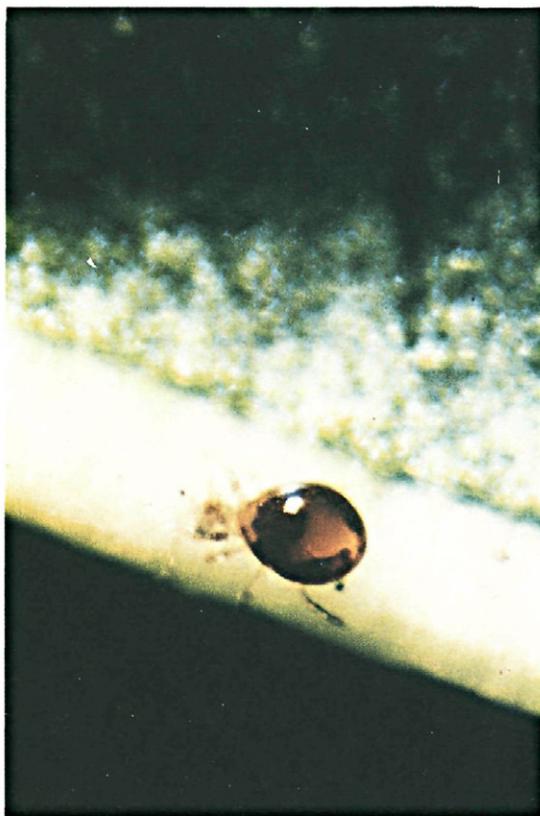


Fig. 9.—Adulto de *Iphiseius degenerans* (ácaro predador de la "araña roja").

ABSTRACT

ESPINO, A.; BARROSO, J. y CARNERO, A., 1988: Resultados preliminares de la lucha integrada sobre pepino en Canarias. *Bol. San. Veg. Plagas.*, 14 (1): 55-66.

An integrated control program was carried out in a cucumber growth in the north of Tenerife, *Encarsia formosa* (Hymenoptero Aphelinidae) was artificially introduced to control "whitefly" *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptero Aleurodidae) and *Iphiseius degenerans* (Acari Phytoseidae) was also used to control *Tetranychus urticae* (Acari Phytoseidae) associated with the use of yellow traps and chemicals compatible with the biological control. We have also studied certain aspects of the population dynamics of "whitefly", *E. formosa* and "leaf-miner" *Liriomyza trifolii* (Diptera Agromyzidae).

The success of the biological control of "whitefly" depends essentially on the external migration. Yellow traps do not control efficiently the "whitefly", but are appropriate for the "leaf-miner". Using only 20% of the standard chemical treatment did not affected the production.

Key words: Cricuaber, integrated control, *Encarsia formosa*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Liriomyza trifolii*.

REFERENCIAS

- ASCANIO, J.R.; CARNERO, A.; BARROSO, J. 1986: Sobre la aplicación de un programa de M.I.P. en tomates para Canarias. Actas. II Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Vol. II: 945-954.
- BARBRO, N. 1980: Control of whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in cucumber with the parasite *Encarsia formosa*. Experiences from some glasshouses in Sweden. *Bulletin S.R.O.P./W.P.R.S.* 1980/3, 145-154.
- BARROSO, J.; CARNERO, A.; PEREZ, F.; ESPINO, A.; RUMEU, L. 1987: An overview of integrated Pest Control in Canary Islands. Com. Joint Expert's Meeting. I.O.B.C./W.P.R.S. Cabriels (Barcelona) 27/29 de Mayo. (Aceptada para publicación).
- HERNANDEZ, C. 1983: Estudio sobre lucha biológica contra la araña roja de los invernaderos (*Tetranychus urticae* Koch). Trabajo de Fin de Carrera. EUITA La Laguna.
- RODRIGUEZ, R. 1980: Enfermedades del pepino en invernadero. *XOBA*, Monografía II. 49-103.
- STENSETH, C.; AASE, I. 1983: Use of the parasite *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae) as a part of pestmanagement on cucumbers. *Entomophaga* 28 (1), 17-26.
- YAMASHITA, S.; DOI, Y.; JOSHINO, M.; 1979: Cucumber yellow virus: Its transmission by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), and the yellowing disease of cucumber and muskmelon caused by the virus. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45, 484-496.