

Distribución espacial y asociación entre especies de ácaros fitófagos (*Tetranychidae*) y depredadores (*Phytoseiidae*) en hojas de fresón.

F. GARCÍA MARI, J. E. GONZÁLEZ ZAMORA, S. ORENGA ROYO, J. SAQUES FERNÁNDEZ, R. LABORDA CENJOR, A. SOTO SÁNCHEZ Y A. RIBES KONINCKX

En cinco parcelas cultivadas de fresón de la Ribera Alta (Valencia) se ha estudiado la identidad, pautas de agregación y asociación entre las especies de ácaros que viven sobre las hojas. Se han identificado como principales especies el fitófago *Tetranychus urticae* Koch y el depredador *Amblyseius californicus* (McGregor). También se ha encontrado a menudo *Panonychus citri* (McGregor), procedente aparentemente de parcelas de cítricos cercanas, y *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot procedente de sueltas realizadas en esas parcelas. La mayoría de la población de los fitófagos son huevos, mientras que en depredadores la mayoría son formas móviles. La determinación de las pautas de agregación en las hojas mediante los índices de Taylor muestra que *T. urticae* es el ácaro con poblaciones más agrupadas ($b = 1,62 \pm 0,05$), mientras las otras tres especies muestran algo menos de agregación, con valores de «b» comprendidos entre 1,43 y 1,49, para el total de formas de desarrollo. Dentro de cada especie, huevos e inmaduros aparecen siempre más agrupados que las hembras. Se ha determinado y cuantificado mediante varios índices el grado de asociación entre especies fitófagas y depredadoras en las hojas, encontrándose una notable asociación positiva entre el fitófago *T. urticae* y los depredadores *A. californicus*, *Ph. persimilis* y *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera, Thripidae), citados en orden de mayor a menor grado de asociación. Por el contrario, apenas se ha encontrado asociación entre estos tres depredadores y el fitófago *P. citri*.

F. GARCÍA MARI, J. E. GONZÁLEZ ZAMORA, S. ORENGA ROYO, J. SAQUES FERNÁNDEZ, R. LABORDA CENJOR Y A. SOTO SÁNCHEZ. Departamento de Producción Vegetal. ETSIA. Universidad Politécnica, Camino de Vera, 14. 46022 Valencia.

A. RIBES KONINCKX. Servicio de Protección de Vegetales (Consellería de Agricultura y Pesca). Ctra. Alicante-Valencia, km. 249,5. Apartado 125. 46460 Silla (Valencia).

Palabras clave: Dispersión, asociación, Tetraníquidos, Fitoseidos, fresón.

INTRODUCCION

El cultivo del fresón tiene gran importancia en determinadas comarcas del País Valenciano, tales como la Ribera Alta, donde además de ser tradicional absorbe gran cantidad de mano de obra, pudiendo considerarse un cultivo social.

Entre las plagas de este cultivo destacan los ácaros tetraníquidos por el daño que producen en las hojas, que acarrearán una

disminución de la capacidad de fotosintetizar y por tanto de la cosecha y que además pueden destruir a la planta (WYMAN *et al.*, 1979; CHIAVEGATO *et al.*, 1981a, 1981b; SANCES *et al.*, 1982) (Fig. 1). En la Comunidad Valenciana los ácaros tetraníquidos son una de las principales plagas del fresón, aplicándose para combatir estos artrópodos gran cantidad de productos químicos. Esto trae consigo el peligro de la aparición de razas resistentes y el depósito de residuos de



Fig. 1.—Daños causados por araña roja en plantas de fresón, con amarillamiento y desecación de hojas. Compárese con la fila superior de plantas sanas.

productos tóxicos sobre frutos de consumo en fresco, destinados en gran parte a la exportación. En otros países donde existe este cultivo se presentan también problemas similares de ácaros, y se ha observado la importancia que tiene en la regulación de estos fitófagos la acción de poblaciones de enemigos naturales, sobre todo ácaros fitoseidos (OATMAN *et al.*, 1966, 1967; SIMMONDS, 1971; CHARLES *et al.*, 1987; WAITE, 1988; NUCIFORA *et al.*, 1989).

Los parámetros de agregación de ácaros tetránquidos y de sus depredadores los ácaros fitoseidos, y su posterior aplicación en programas de muestreo, han sido objeto de un amplio estudio en diversos cultivos, tanto herbáceos (WILSON *et al.*, 1983; MARGOLIES *et al.*, 1984; HOLLINGSWORTH *et al.*, 1982; MOLLET *et al.*, 1984a, 1984b), y en particular en fresón (TRUMBLE, 1985; RAWORTH, 1986; CROSS, 1984), como leñosos (WILSON *et al.*, 1984; ZALOM *et al.*,

1985; JONES y PARRELLA, 1984; JONES, 1990a; CROFT *et al.*, 1976; VARGAS, 1988).

Con este trabajo se pretende conocer la identidad de las especies de ácaros fitófagos y depredadores presentes en las hojas del fresón, así como obtener datos sobre la posible relación o asociación entre éstas, y además la agregación que muestren los estados de desarrollo de las especies encontradas. Todo lo anterior puede servir de base para aumentar nuestros conocimientos sobre su comportamiento y biología, y elaborar métodos de muestreo, imprescindibles estos últimos en cualquier programa de manejo integrado de plagas.

MATERIAL Y METODOS

Parcelas.—Se han manejado datos de muestreos realizados en cinco parcelas situadas en los alrededores de Alginet (Va-



Fig. 2.—Vista general de la parcela 3 a mediados de mayo, con plantas de fresa de primer año de la variedad Douglas.

lencia), de una superficie variable entre 250 y 400 m², plantadas con las variedades Selva (parcelas 1 y 2), Douglas (parcela 3) y Chandler (parcelas 4 y 5) utilizando plantas de las denominadas «frigo»; las parcelas 1, 2, 3, y 5 eran de primera campaña mientras que la parcela 4 era de segunda campaña.

El período de muestreo empezó en agosto de 1988 y acabó en julio de 1989 en la parcela 1, en la parcela 2 empezó al mismo tiempo pero finalizó en diciembre de 1988 y en las parcelas 3, 4 y 5 comenzó en octubre de 1989 y concluyó en junio de 1990 (Fig. 2).

En estas parcelas no se realizaron tratamientos químicos conducentes a evitar ataques de *Tetranychus urticae*, con la esperanza de que aparecieran poblaciones espontáneas de posibles depredadores y se mantuvieran las que se iban introduciendo procedentes de cría artificial.

Muestreo.—Cada muestra consistía en 40 folíolos centrales, de la parte media-baja de la planta, recogidos al azar yendo en zigzag por la parcela; los folíolos se iban introduciendo en una bolsa de papel que luego se guardaba en otra bolsa de plástico llevándose a continuación al laboratorio donde se procedía al conteo de todos los estados de desarrollo con ayuda de una lupa binocular de hasta 40 aumentos. Entre la toma de muestras y su posterior conteo pasaba el mínimo de tiempo posible, guardándose en todo caso las muestras en una nevera a 5 °C. Los muestreos se realizaban cada semana o cada dos semanas en función de la época y población encontrada.

Al realizar los conteos, los estados de inmaduros y machos adultos de tetránquidos se consideraron conjuntamente mientras que en los fitoseidos se agruparon los inmaduros con los adultos. Regularmente se ha-

cían preparaciones para identificar las especies presentes.

Análisis.—Las poblaciones de ácaros suelen distribuirse en las hojas de forma más o menos agrupada. Esta distribución puede cuantificarse y suele ser diferente en función de la especie y el estado de desarrollo. Uno de los índices más utilizados para definir el grado de dispersión es el dado por la ley potencial de Taylor (SOUTHWOOD, 1978):

$$s^2 = a \cdot \bar{x}^b \quad (1)$$

donde \bar{x} = media del muestreo, a y b = índices de Taylor y s^2 = varianza del muestreo. En este estudio los índices se obtuvieron mediante la transformación logarítmica de la fórmula (1) ($\log s^2 = \log a + b \cdot \log \bar{x}$) y posterior análisis de regresión para estimar «a» y «b». El parámetro «b» es considerado por Taylor una medida de la agregación: si $b < 1$, la población está uniformemente distribuida; si

$b = 1$, la población se distribuye al azar; y si $b > 1$ la población está agregada. El parámetro «a» se considera que está relacionado con el tamaño de muestra y el método de muestreo.

Otros índices muy usados para definir el grado de dispersión de una población son los propuestos por Iwao (SOUTHWOOD, 1978) a través de la fórmula:

$$m^* = \alpha + \beta \bar{x}$$

donde α y β son los índices de Iwao (α = punto de intersección en ordenadas, β = pendiente de la recta de regresión) y m^* es el índice de hacinamiento medio de Lloyd ($m^* = \bar{x} + (s^2/\bar{x} - 1) \cdot (1 + s^2/\bar{x}^2 \cdot N)$) siendo \bar{x} y s^2 la media y la varianza del muestreo respectivamente y N el tamaño de muestra.

Índices de asociación interespecífica.—Para conocer la posible asociación entre artrópodos y el grado de ésta se realizaron tablas 2×2 entre las especies fitófa-

Fig. 3.—Aspecto parcial de la parcela 5, variedad Chandler de primer año, en el mes de mayo. Obsérvese la proximidad de huertos de naranjos desde donde desplazarse a los fresones el ácaro rojo *P. citri*.



gas y las que podían considerarse depredadoras, en los muestreos realizados durante la campaña de 1989-1990. En estas tablas se representa el número de hojas donde ambas especies están presentes (a), donde una especie está presente pero no la otra (b, c) y donde ninguna de las dos aparece (d). En el caso de la posible asociación entre los ácaros fitófagos y *Phytoseiulus persimilis* sólo se tuvieron en cuenta los muestreos de la parcela 3, por ser donde se estableció el fitoseido.

Para evitar el sesgo que pudieran introducir en el cálculo de la χ^2 de Pearson un excesivo número de hojas sin nada (d) no se tuvieron en cuenta los muestreos donde hubiera cinco o menos hojas ocupadas por alguna de las especies en consideración. En el caso de *Ph. persimilis* y los ácaros fitófagos esto se consiguió no considerando los muestreos con ocho o menos hojas ocupadas.

En los índices escogidos para medir el grado de asociación entre especies no figura el término «d», por lo que son independientes del número de muestras en las que no apareció ninguna de las dos especies.

RESULTADOS Y DISCUSION

Especies y formas de desarrollo encontradas

El total de individuos encontrados en las cinco parcelas para las cuatro especies de

ácaros más importantes aparece en el Cuadro 1. Dentro de los fitófagos *Tetranychus urticae* es la especie más abundante; es considerada, pues, la plaga fundamental. Aparece de forma irregular, siendo muy abundante en las parcelas 1, 2 y 3. *Panonychus citri* se encontró en la segunda campaña, sobre todo en dos parcelas situadas cerca de campos de cítricos atacados por esta plaga. Aparentemente el ácaro rojo de los cítricos puede pasar a los campos de fresón desde los naranjos atacados, y se establece y multiplica en las hojas de fresón pero apenas parece que llegue a causar daños en este cultivo, y pensamos que no puede considerarse una plaga específica del fresón (Figs. 4a) y b)).

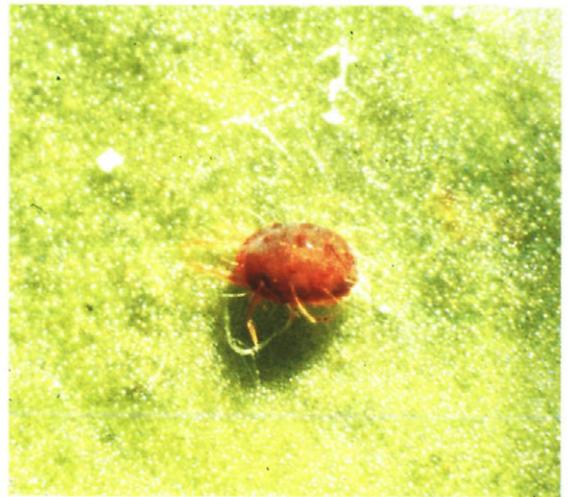
En cuanto a ácaros depredadores, *Amblyseius californicus* es la especie más común en las cinco parcelas; otros autores han encontrado a este ácaro como uno de los más abundantes sobre plantas herbáceas en España (FERRAGUT *et al.*, 1990) y es una especie común en otros países sobre plantas de fresón (MCMURTRY *et al.*, 1971; OATMAN y VOTH, 1972). A esta especie pertenecen la inmensa mayoría de los individuos encontrados; ácaros fitoseidos de otras especies se recogieron sólo de forma anecdótica. Los individuos de *Phytoseiulus persimilis* proceden de sueltas realizadas por medio de cría de invernadero e introducidos artificialmente en las cinco parcelas muestreadas, aunque sólo se establecieron con continuidad en las parcelas 1, 2 y 3, mientras que en las parcelas 4 y 5 apenas se recuperaron individuos de este depreda-

Cuadro 1.—Número total de folíolos de fresón muestreados y de ácaros encontrados en cada una de las cinco parcelas de fresón

Número de	1988-1989		1989-90			1988-1989 +
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	1989-1990
Foliosos	4.040	1.920	2.280	1.280	1.720	11.240
<i>T. urticae</i>	98.765	9.241	15.609	1.039	1.028	125.682
<i>P. citri</i>	—	—	1.237	1.856	126	3.219
<i>A. californicus</i>	288	950	1.104	106	237	2.685
<i>Ph. persimilis</i>	108	82	237	3	7	437



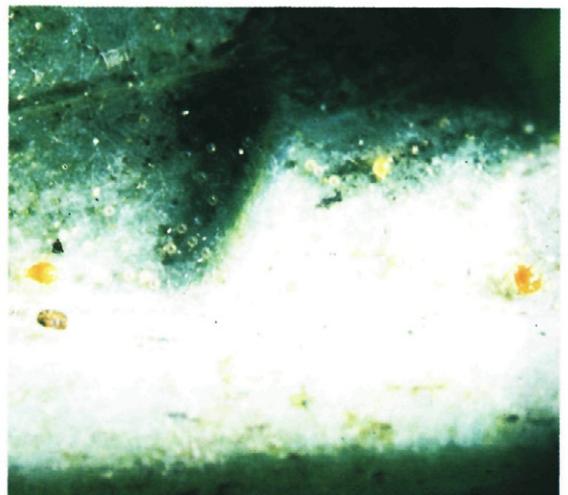
a)



b)



c)



d)

Fig. 4.—Especies y formas de desarrollo encontradas en las parcelas de estudio:

- a) La hembra adulta de la araña roja *T. urticae* se alimenta vaciando las células del parénquima de las hojas. Se aprecian también algunos huevos esféricos.
- b) El ácaro rojo *P. citri* se caracteriza por su color rojo más intenso, y sobre todo por el abultamiento en la base de las quetas dorsales. En la foto aparece una hembra adulta.
- c) El fitoseido depredador *A. californicus* suele ser de color blanquecino como casi todos los ácaros de esta familia, pero toma un color anaranjado o rojizo al alimentarse de araña roja. Se distingue por su forma aperada, largas patas, movilidad y brillo.
- d) En las colonias de araña roja, cuyos huevos son blanquecinos y esféricos y los adultos rojizos y de color mate, pueden encontrarse a menudo ácaros depredadores, que en el caso de la foto pertenecen a la especie *Ph. persimilis* caracterizada por su coloración anaranjada y forma abultada. Se distingue una hembra y numerosos huevos de *T. urticae* y dos hembras de *Ph. persimilis*.

dor, que es específico de *T. urticae*, y pensamos que ello fue debido a que las poblaciones de *T. urticae* fueron muy bajas en dichas parcelas (Figs. 4c) y d)).

En la Fig. 5 se representa la distribución de los estados de desarrollo para cada especie en el conjunto de todos los muestreos realizados. Dentro de cada especie la proporción es muy similar en las cinco parcelas por lo que éstas se han representado conjuntamente. Se observan diferencias muy acusadas entre las especies. En tetránquidos sólo una pequeña parte de la población está compuesta por formas móviles (en *T. urticae* aproximadamente un 30 % y en *P. citri* menos del 20 %). Aunque el porcentaje de formas móviles parece bajo

en esta última especie, es una proporción normal en otros cultivos: en cítricos, planta huésped habitual, las formas móviles apenas alcanzan el 12 % del total de la población (MICO, 1990). Por el contrario, en los fitoseidos predominan las formas móviles sobre los huevos: en *A. californicus* constituyen aproximadamente el 70 % del total de la población y en *Ph. persimilis* cerca del 60 %.

Parámetros de agregación de las poblaciones

A fin de estudiar y cuantificar el grado de agregación de las poblaciones de ácaros

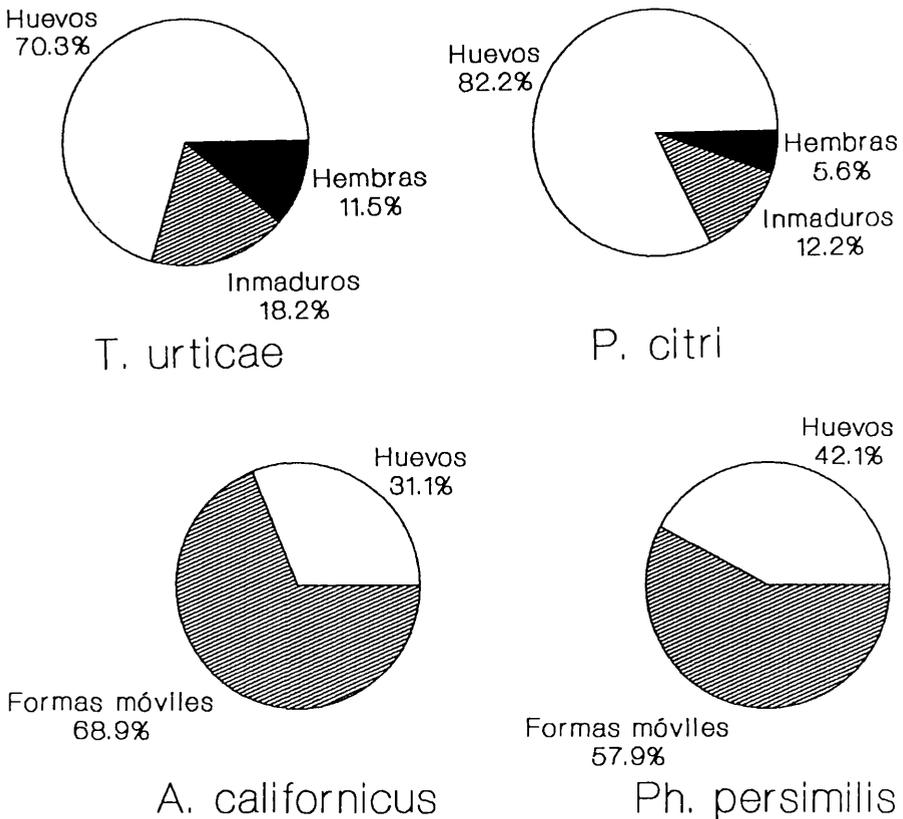


Fig. 5.—Proporción media de estados de desarrollo en las poblaciones de los ácaros *Tetranychus urticae*, *Panonychus citri*, *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis* en hojas de fresón.

Cuadro 2.—Valores de los índices de agregación de Taylor para los ácaros *Tetranychus urticae*, *Panonychus citri*, *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*, según el estado de desarrollo del ácaro y en cada una de las parcelas muestreadas

Especie	Parcela y estado de desarrollo	N	Índices de Taylor				
			a	b	Intervalo de confianza de b	r	
<i>T. urticae</i>	1 - huevos	80	13,86	1,51	1,44 - 1,58	0,98	
	2 - huevos	36	9,72	1,59	1,49 - 1,69	0,98	
	3 - huevos	41	17,44	1,73	1,60 - 1,86	0,97	
	4 - huevos	14	21,31	1,93	1,79 - 2,06	0,99	
	5 - huevos	10	24,07	1,75	1,48 - 2,02	0,98	
	1 - inmad.	63	8,83	1,51	1,43 - 1,58	0,98	
	2 - inmad.	32	7,87	1,65	1,52 - 1,78	0,98	
	3 - inmad.	35	17,93	1,84	1,74 - 1,94	0,99	
	4 - inmad.	11	19,35	1,87	1,62 - 2,12	0,98	
	5 - inmad.	8	13,47	1,62	1,11 - 2,12	0,95	
	1 - hembras	75	5,24	1,47	1,41 - 1,53	0,98	
	2 - hembras	36	2,20	1,23	1,08 - 1,39	0,94	
	3 - hembras	45	6,30	1,56	1,44 - 1,68	0,97	
	4 - hembras	13	9,57	1,61	1,40 - 1,82	0,98	
	5 - hembras	9	6,38	1,50	1,26 - 1,74	0,98	
<i>P. citri</i>	3 - huevos	39	9,08	1,54	1,42 - 1,65	0,98	
	4 - huevos	18	6,54	1,53	1,34 - 1,72	0,97	
	5 - huevos	13	9,65	1,57	1,32 - 1,83	0,97	
	3 - inmad.	26	5,72	1,48	1,29 - 1,68	0,95	
	4 - inmad.	15	3,72	1,42	1,18 - 1,66	0,96	
	5 - inmad.	6	8,12	1,56	1,17 - 1,95	0,98	
	3 - hembras	24	2,79	1,30	1,17 - 1,44	0,97	
	4 - hembras	13	1,55	1,15	1,00 - 1,29	0,98	
	5 - hembras	6	1,15	1,04	0,84 - 1,24	0,99	
	3 - huevos	30	5,53	1,45	1,34 - 1,55	0,98	
<i>A. californicus</i>	4 - huevos	6	15,41	1,75	1,13 - 2,37	0,96	
	5 - huevos	4	16,73	1,90	0,78 - 3,01	0,96	
	1 - for. mo.	23	1,70	1,12	0,98 - 1,26	0,96	
	2 - for. mo.	36	1,84	1,16	1,07 - 1,26	0,97	
	3 - for. mo.	40	3,59	1,41	1,31 - 1,52	0,98	
	4 - for. mo.	15	2,87	1,31	1,08 - 1,54	0,96	
	5 - for. mo.	13	7,67	1,60	1,34 - 1,86	0,97	
	<i>Ph. persimilis</i>	1 - huevos	11	4,79	1,41	1,20 - 1,62	0,98
		2 - huevos	4	9,60	1,65	1,21 - 2,10	0,99
		3 - huevos	15	4,90	1,39	1,22 - 1,57	0,98
1 - for. mo.		13	2,73	1,28	0,95 - 1,60	0,93	
2 - for. mo.		7	2,05	1,19	1,02 - 1,36	0,99	
3 - for. mo.		27	3,94	1,42	1,28 - 1,55	0,97	

en las hojas de fresón se han calculado los índices de Taylor y de Iwao separadamente para cada parcela, para cada especie de ácaro y dentro de éstos para cada estado de desarrollo, obteniéndose así un total de 38 índices de Taylor y otros tantos de Iwao. Hemos comprobado que en todos los casos el coeficiente de correlación de Taylor ha sido superior y casi siempre muy superior al coeficiente de correlación de Iwao (los coeficientes de correlación de Taylor varían entre 0,93 y 0,99 mientras que para Iwao están entre 0,70 y 0,90 e incluso con algunos valores inferiores a 0,70), por lo que en el Cuadro 2 se han expuesto sólo los parámetros de agregación de Taylor.

Se pone de manifiesto en dicho Cuadro 2 un amplio solape del intervalo de confianza para el índice «b» de Taylor en prácticamente todos los casos entre las cinco parcelas muestreadas, aunque excepcionalmente en algunos estados de desarrollo aparecen ligeras diferencias entre parcelas. Los valores encontrados sugieren que se

pueden encontrar índices globales independientes de la parcela y del año en muestreo. Al mismo tiempo se constata el elevado coeficiente de correlación obtenido con estos índices de agregación. Como consecuencia, en el Cuadro 3 se han representado conjuntamente todas las parcelas para cada estado de desarrollo y especie, observándose que la mayor agregación se da en *T. urticae* ($b = 1,62$) respecto a las otras tres especies, en las cuales el índice «b» oscila entre 1,43 y 1,49 para el conjunto de todas las formas de desarrollo.

Dentro de cada especie, huevos e inmaduros aparecen siempre más agregados que las hembras, especialmente en *P. citri* donde las hembras muestran una distribución cercana al azar ($b = 1,21$). Las hembras de *T. urticae* aparecen claramente más agrupadas que las de *P. citri*, lo que refleja la acusada tendencia de la primera especie a vivir formando colonias en las hojas.

Los valores encontrados de índices de Taylor son similares a los calculados por

Cuadro 3.—Valores de los índices de agregación de Taylor obtenidos para el conjunto de las cinco parcelas en los ácaros *Tetranychus urticae*, *Panonychus citri*, *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis* según su estado de desarrollo

Especie	Estado de desarrollo	N	Índices de Taylor			
			a	b	Intervalo de confianza de b	r
<i>T. urticae</i>	Huevos	181	13,55	1,59	1,54 - 1,64	0,98
	Inmaduros	149	9,85	1,61	1,56 - 1,67	0,98
	Hembras	177	4,75	1,47	1,42 - 1,52	0,97
	Formas móv.	184	8,03	1,59	1,55 - 1,64	0,98
	Total	192	12,42	1,62	1,57 - 1,67	0,98
<i>P. citri</i>	Huevos	70	8,00	1,50	1,42 - 1,58	0,98
	Inmaduros	47	4,84	1,44	1,31 - 1,57	0,96
	Hembras	43	2,03	1,21	1,12 - 1,31	0,97
	Formas móv.	59	3,90	1,40	1,30 - 1,50	0,97
	Total	73	7,35	1,49	1,41 - 1,56	0,98
<i>A. californicus</i>	Huevos	40	5,83	1,46	1,36 - 1,56	0,98
	Formas móv.	127	2,58	1,28	1,22 - 1,34	0,97
	Total	69	4,59	1,48	1,38 - 1,57	0,97
<i>P. persimilis</i>	Huevos	30	5,56	1,45	1,33 - 1,56	0,98
	Formas móv.	47	3,18	1,34	1,23 - 1,45	0,96
	Total	50	4,46	1,43	1,33 - 1,53	0,97

otros autores. JONES (1990b) hace una revisión bibliográfica de los distintos valores de los índices de Taylor en los géneros *Tetranychus* y *Panonychus* en diversas plantas cultivadas intentando encontrar valores comunes en ambos grupos. Este autor da un valor de $b = 1,49 \pm 0,10$ para formas móviles del género *Tetranychus* en todo tipo de cultivos, algo inferior al encontrado para formas móviles en nuestro estudio ($b = 1,59 \pm 0,05$).

En el caso concreto del cultivo del fresón otros autores encuentran resultados de «b» para *T. urticae* más cercanos a los obtenidos en este artículo: TRUMBLE (1985) obtiene valores entre 1,60 y 1,95 (en formas móviles) variando en función de los tratamientos; RAWORTH (1986) da el valor de $b = 1,64 \pm 0,04$ para formas móviles; CROSS (1984) encuentra para «b» el valor de $1,50 \pm 0,12$ para el total de formas, incluyendo huevos.

En *P. citri* los valores encontrados en la revisión bibliográfica de JONES (1990b) ($b = 1,32 \pm 0,08$ en formas móviles) son semejantes a los encontrados en este trabajo ($b = 1,40 \pm 0,10$ en formas móviles) y también a los que encuentran otros autores: MICO (1990) da para «b» el valor de $1,36 \pm 0,10$ en formas móviles de esta especie muestreando hojas de cítricos valencianos.

En cuanto a los parámetros de agregación encontrados en las dos especies de ácaros fitoseidos, tanto *A. californicus* como *Ph. persimilis* presentan una distribución más dispersa en forma móviles ($b = 1,28$ y $b = 1,34$ respectivamente) que en huevos ($b = 1,45$ y $b = 1,46$). Estos valores corresponden a un moderado grado de agregación en las hojas, inferior al encontrado en las dos especies de ácaros fitófagos.

Los índices de agregación que hemos calculado en ácaros depredadores son similares a los que se encuentran en la bibliografía referentes a ácaros fitoseidos en diversos cultivos, aunque los índices que se dan suelen ser bastante variables. Así, CROSS (1984) da para *Ph. persimilis* en fresón un

valor de $b = 1,59 \pm 0,19$ en total de formas, WILSON *et al.* (1984) para *Typhlodromus occidentalis* en almendro obtiene para «b» el valor de 1,24 en el total de formas, JONES (1990a) para el mismo fitoseido y en cerezos obtiene $b = 1,24$ en formas móviles, ZALOM *et al.* (1985) cita el valor de $b = 1,16$ para las formas móviles de *Euseius tularensis* en cítricos y FERRAGUT (1986) da para «b» el valor de 1,36 en formas móviles de *Euseius stipulatus* en los cítricos valencianos.

Los valores del índice «a» de Taylor muestran una pauta similar a los de «b», elevados para *T. urticae*, algo más bajos para *P. citri* y aún más bajos para los fitoseidos. Asimismo y dentro de cada especie «a» alcanza los valores más altos para huevos y más bajos para hembras, con los inmaduros ocupando una posición intermedia. El valor de «a» muestra mayores diferencias entre especies y dentro de estados de desarrollo que «b», y es especialmente elevado en huevos de tetraníquidos.

Asociación entre especies

Se ha estudiado la presencia conjunta de las distintas especies de artrópodos en las mismas hojas a fin de determinar la posible asociación entre las especies consideradas como depredadoras de ácaros (*A. californicus*, *Ph. persimilis* y *Frankliniella occidentalis*) y las especies de ácaros fitófagos (*T. urticae* y *P. citri*). Un primer paso ha sido verificar la existencia o no de independencia entre las especies fitófagas y las depredadoras. Esto se ha realizado mediante la aplicación del test χ^2 de Pearson para tablas de contingencia 2×2 a un determinado nivel de probabilidad.

Los valores del test χ^2 (Cuadro 4) ponen de manifiesto la relación altamente significativa existente entre *T. urticae* y las tres especies depredadoras. Por el contrario, la presencia de *P. citri* en las hojas de fresón parece ser prácticamente independiente de la aparición de depredadores.

El test χ^2 nos dice simplemente si las especies consideradas son o no independien-

Cuadro 4.—Índices de asociación entre los ácaros fitófagos *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri* y sus depredadores *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* y *Frankliniella occidentalis* en hojas de fresón

Especies	χ^2	I.O.	I.D.	I.J.	I.K.
<i>T. urticae</i> - <i>Ph. persimilis</i>	96,73 **	0,36	0,26	0,15	0,49
<i>T. urticae</i> - <i>A. californicus</i>	550,05 **	0,55	0,54	0,37	0,55
<i>T. urticae</i> - <i>F. occidentalis</i>	27,43 **	0,19	0,14	0,07	0,25
<i>P. citri</i> - <i>Ph. persimilis</i>	3,05	0,15	0,13	0,07	0,16
<i>P. citri</i> - <i>A. californicus</i>	3,55	0,20	0,20	0,11	0,19
<i>P. citri</i> - <i>F. occidentalis</i>	4,05 *	0,06	0,05	0,02	0,08

** = significativo con $P < 0,01$.

* = significativo con $P < 0,05$, en asociación negativa.

I.O. = Índice de Ochiai $[a \cdot (a+b)^{-1/2} \cdot (a+c)^{-1/2}]$

I.D. = Índice de Dice $[2a \cdot (2a+b+c)^{-1}]$

I.J. = Índice de Jaccard $[a \cdot (a+b+c)^{-1}]$

I.K. = Índice de Kulczynski, $\frac{1}{2} \left(\frac{a}{a+b} + \frac{a}{a+c} \right)$

tes, pero no nos sirve para poder cuantificar el grado de asociación entre éstas; es por ello que se han aplicado a los datos diversos índices que pueden medir dicha asociación. JANSON y VEGELIUS (1981) y HUBÁLEK (1982) han realizado un exhaustivo análisis de los índices usados para medir el grado de asociación entre dos especies con el fin de encontrar los más apropiados en diversas aplicaciones; en todos los casos estos índices varían entre «0» (las dos especies nunca se encuentran juntas) y «1» (ambas especies siempre aparecen juntas). En este artículo se han calculado los valores para cuatro índices recomendados por dichos autores: los de Ochiai, Dice, Jaccard y Kulczynski (Cuadro 4).

En cuanto a los ácaros tetraníquidos todos los índices ponen de manifiesto una elevada asociación entre *T. urticae* y *A. californicus*, y también, aunque en menor medida, con *Ph. persimilis*. Con *P. citri* los índices de asociación toman valores más bajos, lo que indica una relación presa-depredador muy débil o inexistente entre ellos. De los dos ácaros fitoseidos *A. californicus* es el que muestra mayor grado de asociación, aunque débil. Este fitoseido es común en cítricos alimentándose del ácaro rojo

cuando sus poblaciones son elevadas. Valores semejantes para estos índices de asociación aparecen en JONES (1990a) para *T. urticae* y *T. occidentalis*, aunque con cierta variabilidad entre parcelas; el mismo autor cita datos mostrando valores para $\chi^2 > 1.000$ y para los índices de asociación superiores o iguales a 0,5 entre el tetraníquido *Tetranychus McDanieli* y el fitoseido *T. occidentalis* en melocotonero.

En relación con la posible actividad depredadora del trips de las flores *F. occidentalis*, que ha sido citado en algunos cultivos alimentándose de huevos de *T. urticae* (TRICHILO *et al.*, 1986), los índices de asociación encontrados con *T. urticae*, aunque bajos, resultan sistemáticamente superiores a los encontrados con *P. citri*, lo que parece indicar la existencia de una cierta relación trófica, si bien débil, entre ambas especies, y plantea la posibilidad de un desplazamiento competitivo entre ambas en primavera. Las dos son consideradas importantes plagas del cultivo del fresón en la zona; la primera, *T. urticae*, por los daños en las hojas y la segunda, *F. occidentalis*, de reciente introducción, por los daños en las flores. En cualquier caso, en el cultivo del fresón casi toda la población de trips se

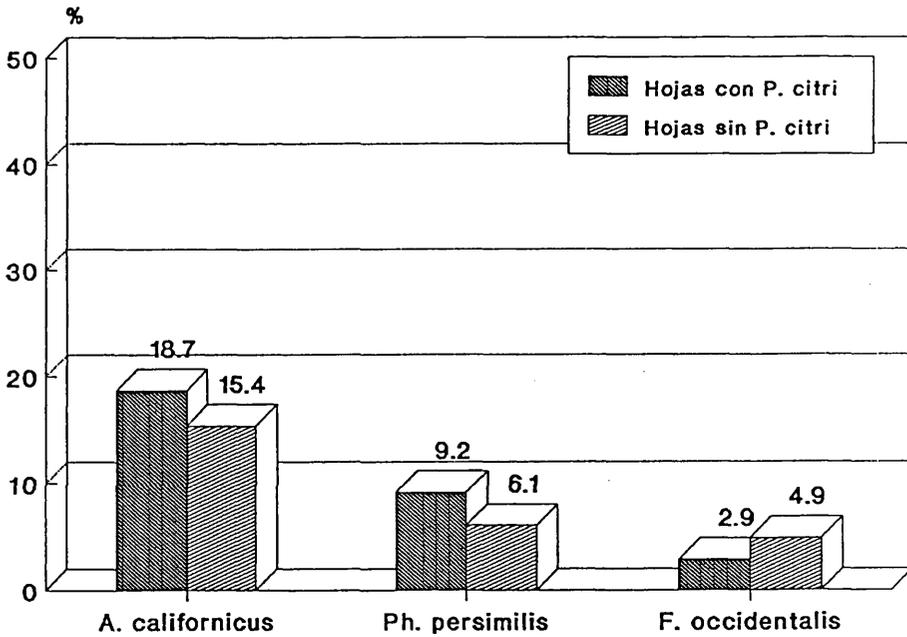
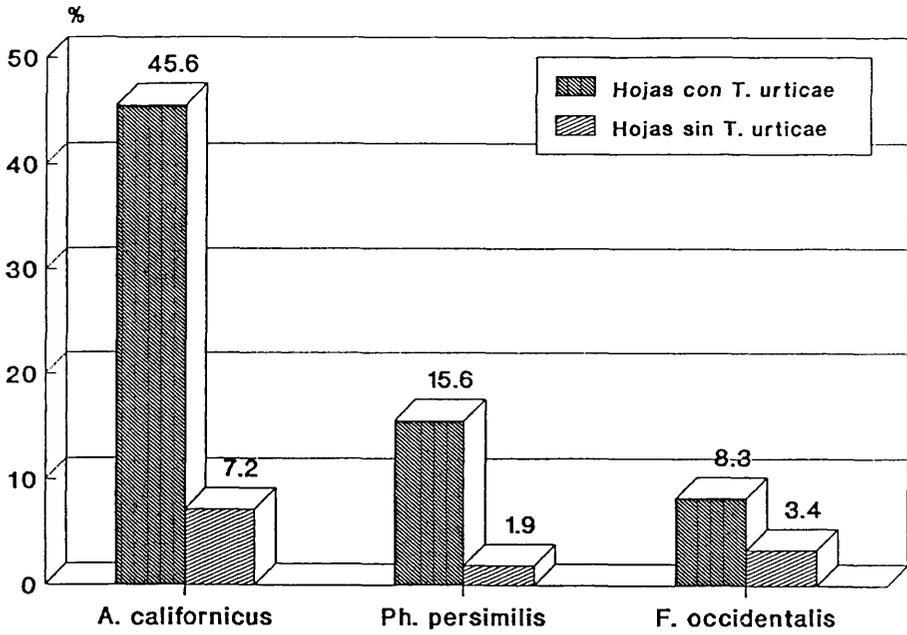


Fig. 6.—Proporción de hojas en que se encuentran las especies de depredadores *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* y *Frankliniella occidentalis* en función de la presencia o ausencia en dichas hojas de los ácaros fitófagos *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri*.

encuentra en las flores mientras que la araña roja vive siempre en las hojas, por lo que la influencia entre ambas poblaciones no parece que pueda ser decisiva.

Otra forma de representar tanto la posible asociación entre especies depredadoras y fitófagas como la abundancia relativa de las diversas especies es la que aparece en la Fig. 6. En dicha figura se muestra la probabilidad de que los tres artrópodos depredadores (*A. californicus*, *Ph. persimilis* y *F. occidentalis*) se encuentren en hojas con y sin *T. urticae* (parte superior de la figura) y con y sin *P. citri* (parte inferior). Destaca la elevada probabilidad de encontrar a *A. californicus* en hojas con *T. urticae* (en el 46 % de las hojas con araña roja apareció también este fitoseido mientras que sólo se encontró en el 7 % de las hojas en que no había araña roja).

Ph. persimilis muestra una pauta parecida, aunque las proporciones son inferiores por ser mucho menos abundante: se encuentra aproximadamente en el 16 % de hojas con *T. urticae*, frente al 2 % de las hojas en que no existe esta presa. Con *F. occidentalis* las probabilidades están más igualadas en ambos casos.

En el caso de *P. citri* las probabilidades de encontrar a los depredadores en hojas con o sin fitófago son aproximadamente las mismas, lo que confirma la ausencia de relación ya encontrada con los índices de asociación.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se ha realizado gracias al apoyo económico de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) en su proyecto AGR88-0175 y del Servicio de Protección de Vegetales de la Consellería de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana. Asimismo agradecemos la beca concedida por la Consellería de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana al segundo autor. Deseamos expresar también nuestro agradecimiento a la Cooperativa Agrícola de Alginet y en particular a su técnico D. Salvador García por la cesión de una de sus parcelas de ensayo y por el apoyo obtenido y por último a los Sres. Espert, Zurriaga (padre e hijo) y Quijal por la confianza demostrada al cedernos una parte de sus parcelas.

ABSTRACT

F. GARCÍA MARI; J. E. GONZÁLEZ ZAMORA; S. ORENGA ROYO; J. SAQUES FERNÁNDEZ; R. LABORDA CENJOR; A. SOTO SÁNCHEZ y A. RIBES KONINCKX, 1991: Distribución espacial y asociación entre especies de ácaros fitófagos (Tetranychidae) y depredadores (Phytoseiidae) en hojas de fresa. *Bol. San. Veg. Plagas*: 17 (3): 401-405.

A study has been made on the identity, aggregation patterns and association between mite species living on the leaves in five strawberries orchards from La Ribera Alta (Valencia). The main species identified were the phytophagous *Tetranychus urticae* Koch and the predator *Amblyseius californicus* (McGregor). *Panonychus citri* (McGregor) has also been found on strawberry orchards located near citrus plantations, and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot was recovered after being released from artificial rearing units. Most of the phytophagous population were eggs, whereas most of the predator forms were motile forms. The estimations of the aggregation patterns on the leaves by means of the index of Taylor shows that *T. urticae* populations are the most clumped ($b = 1,62 \pm 0,05$), being the other three mite species slightly less aggregated, with «b» values ranging from 1,43 to 1,49 for all the developing stages. Within each species, eggs and immatures appear always more clumped than adult females. The association on the leaves between phytophagous and predatory species was detected and calculated using four association indices. A positive association was found between *T. urticae* and the three predatory species identified, *A. californicus*, *Ph. persimilis* and *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera, Thripidae). On the contrary, the association between *P. citri* and the predators were low or lacking.

Key words: Dispersion, association, Tetranychids, Phytoseids, strawberry.

REFERENCIAS

- CROFT, B. A.; WELCH, S. M.; DOVER, M. J., 1976: Dispersion statistics and sample size estimates for population of the mite species *Panonychus ulmi* and *Amblyseius fallacis* on apple. *Environ. Entomol.*, **5**: 227-234.
- CROSS, J. V., 1984: Biological control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by *Phytoseiulus persimilis* on strawberries grown in «walk in» plastic tunnels, and a simplified method of spider mite population assessment. *Plant Pathology*, **33**: 417-423.
- CHARLES, J. G.; WHITE, V.; LOFROTH, B., 1987: Early season control of two-spotted mite in strawberry production beds. *Proc. 40th. N.Z. Weed and Pest Control Conf.*: 99-103.
- CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M., 1981a: Efeito do acaró *Tetranychus (T.) urticae* (Koch, 1836) Boudreaux y Dosse 1963 (Acari: Tetranychidae) no desenvolvimento vegetativo do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv «Campinas». *Anais da SEB*, **10**: 73-87.
- CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M., 1981b: Efeito do acaró *Tetranychus (T.) urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse 1963 (Acari: Tetranychidae) na produção do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv «Campinas». *Científica, Sao Paulo*, **9**: 257-266.
- FERRAGUT, F., 1986: Evaluación de la eficacia de *Euseius stipulatus* (A. H.) y *Typhlodromus phialatus* A. H. (Acari: Phytoseiidae) como depredadores del ácaro rojo *Panonychus citri* (McGr.) (Acari: tetranychidae) en los cítricos españoles. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- FERRAGUT, P.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; GARCÍA MARI, F., 1990: Distribución del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y de fitoseidos depredadores (Acari: Phytoseiidae) en plantas cultivadas y espontáneas de la provincia de Valencia. Primer Symposium Internacional sobre *Frankliniella occidentalis* (Perg.). *Cuadernos Phytoma-España*, Abril 1990: 41-45.
- HOLLINGSWORTH, C. S.; BERRY, R. E., 1982: Regression sampling plan for twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in oregon peppermint. *J. Econ. Entomol.*, **75**: 497-500.
- HUBÁLEK, Z., 1982: Coefficients of association and similarity, based on binary (presence-absence) data: an evaluation. *Biol. Rev.*, **57**: 669-689.
- JANSON, S.; VEGELIUS, J., 1981: Measures of ecological association. *Oecologia*, **49**: 371-376.
- JONES, V. P.; PARRELLA, M. P., 1984: Dispersion indices and sequential sampling plans for the citrus red mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.*, **77**: 75-79.
- JONES, V. P., 1990a: Sampling and dispersion of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and the western orchard predatory mite (Acari: Phytoseiidae) on tart cherry. *J. Econ. Entomol.*, **83**: 1376-1380.
- JONES, V. P., 1990b: Developing sampling plans for spider mites (Acari: Tetranychidae): those who don't remember the past may have to repeat it. *J. Econ. Entomol.*, **83**: 1656-1664.
- MARGOLIES, J. A.; LAMPERT, E. P.; KENNEDY, G. G., 1984: Sampling program for the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in peanut. *J. Econ. Entomol.*, **77**: 1024-1028.
- McMURTRY, J. A.; OATMAN, E. R.; FLESCNER, C. A., 1971: Phytoseiid mites on some tree and row crops and adjacent wild plants in southern California. *J. Econ. Entomol.*, **64**: 405-408.
- MICO, V., 1990: Acción de varios acaricidas sobre el ácaro rojo de los cítricos y desarrollo de un programa de muestreo. Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Valencia.
- MOLLET, J. A.; TRUMBLE, J. T.; WALKER, G. P.; SEVACHERIAN, V., 1984a: Sampling scheme for determining population intensity of *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) in cotton. *Environ. Entomol.*, **13**: 1015-1017.
- MOLLET, J. A.; TRUMBLE, J. T.; SEVACHERIAN, V., 1984b: Comparison of dispersion and regression indices for *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) populations in cotton. *Environ. Entomol.*, **13**: 1511-1514.
- NUCIFORA, A.; SGARLATA, G.; CALABRO, M., 1989: Sviluppo naturale di popolazioni «selvage» di *Phytoseiulus persimilis* A. H. su fagiolo e loro successiva utilizzazione nell'ambito dell'azienda. *Informatore Fitopatologico*, **39**(7/8): 49-53.
- OATMAN, E. R.; McMURTRY, J. A., 1966: Biological control of the twospotted spider mite on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.*, **59**: 433-439.
- OATMAN, E. R.; McMURTRY, J. A.; SHOREY, H. H.; VOTH, V., 1967: Studies on integrating *Phytoseiulus persimilis*, chemical applications, cultural manipulations and natural predation for control of the two-spotted mite on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.*, **60**: 1344-1351.
- OATMAN, E. R.; VOTH, V., 1972: An ecological study of the two-spotted spider mite on strawberry in southern California. *Environ. Entomol.*, **1**: 34-39.
- RAWORTH, D. A., 1986: Sampling statistics and a sampling scheme for the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberries. *Can. ent.*, **118**: 807-814.
- SANCES, F. V.; TOSCANO, N. C.; LAPRÉ, L. F.; OATMAN, E. R.; JOHNSON, M. V., 1982: Spider mite can reduce strawberry yields. *California Agriculture*, **36**(1/2): 14-16.
- SIMMONDS, S. P., 1971: Observations on the possible control of *Tetranychus urticae* on strawberries by *Phytoseiulus persimilis*. *Plant Pathology*, **20**: 117-119.
- SOUTHWOOD, T. R. E., 1978: *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall. London.
- TRICHILO, P. J.; LEIGH, T. F., 1986: Predation on spider mite eggs by the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), an opportunist in a cotton agroecosystem. *Environ. Entomol.*, **15**: 821-825.
- TRUMBLE, J. T., 1985: Implications of changes in arthropod distribution following chemical application. *Res. Popul. Ecol.*, **27**: 277-285.
- VARGAS, R. R., 1988: Disposición espacial de *Panony-*

- chus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) y determinación del número de muestras en manzano (*Malus silvestris* Mill) cv Gala. *Agricultura Técnica*, **48**: 152-157.
- WAITE, G. K., 1988: Integrated control of *Tetranychus urticae* in strawberry in South-East Queensland. *Experimental & Applied Acarology*, **5**: 23-32.
- WILSON, L. T.; GONZALEZ, D.; LEIGH, T. T.; MAGGI, V.; FORISTIERI, C.; GOODELL, P., 1983: Within-plant distribution of spider mite (Acari: Tetranychidae) on cotton: a developing implementable monitoring program. *Environ. Entomol.*, **12**: 128-134.
- WILSON, L. T.; HOY, M. A.; ZALOM, F. G.; SMILANICK, J. M., 1984: Sampling mites in almonds: I. Within-tree distribution and clumping pattern of mites with comments on predatory-prey interactions. *Hilgardia*, **5**: 1-13.
- WYMAN, J. A.; OATMAN, E. R.; VOTH, V., 1979: Effects of varying twospotted spider mite infestation levels on strawberry yield. *J. Econ. Entomol.*, **72**: 747-753.
- ZALOM, F. G.; KENNETH, Ch. E.; O'CONNEL, N. V.; FLAHERTY, D.; MORSE, J. G.; WILSON, L. T., 1985: Distribution of *Panonychus citri* (McGregor) and *Euseius tularensis* Congdon on central California orange trees with implications for binomial samplings. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **14**: 119-129.

(Aceptado para su publicación: 31 mayo 1991).