

Control biológico de *Panonychus ulmi* (Koch) mediante ácaros fitoseidos en plantaciones de control integrado de manzano en Cataluña

M. VILAJELIU, D. BOSCH, P. LLORET, M. J. SARASÚA, J. COSTA-COMELLES y J. AVILLA

Se ha aplicado el Control Integrado de Plagas en unas 40 parcelas comerciales de manzano de Girona y de Lleida desde 1991 a 1993 con el objetivo de controlar biológicamente la araña roja (*P. ulmi*) mediante ácaros Phytoseiidae. Así mismo, se ha evaluado la estrategia de control de esta plaga, se han evaluado los factores principales que pueden influir en el éxito del control biológico y se ha diseñado una estrategia de defensa sencilla.

En la mayoría de los casos, el control biológico se ha debido a la acción de *Amblyseius andersoni* o a la acción combinada de *A. andersoni* y *A. californicus*. *A. andersoni* impide el desarrollo de poblaciones elevadas de araña roja y la aparición de daños por decoloración. En las parcelas de Girona se ha producido la sustitución paulatina de *A. californicus* por *A. andersoni*.

Los factores determinantes del éxito del control biológico fueron el nivel de actividad de *P. ulmi* y la presencia de *A. andersoni*, lo que plantea nuevas cuestiones relativas a cómo se puede favorecer la implantación de esta especie en parcelas comerciales.

Finalmente, se propone una estrategia de defensa sencilla, basada en la época de aparición de la plaga y de los fitoseidos y en la relación que se establece entre ambas poblaciones durante el ciclo vegetativo.

M. VILAJELIU y P. LLORET. Fundació Mas Badía. Canet de la Tallada. 17134 La Tallada (Girona).

D. BOSCH, M. J. SARASÚA y J. AVILLA. Area de Protección de Cultivos. Centro UdL-IRTA de I + D de Lleida. Rovira Roure, 177. 25006 Lleida.

J. COSTA-COMELLES. Laboratorio de Entomología Agrícola. Departamento de Producción Vegetal. ETS Ingenieros Agrónomos de Valencia. Camino de Vera, 14. 46020 Valencia.

Palabras clave: *Panonychus ulmi*, Phytoseiidae, control biológico, manzano, toma de decisiones

INTRODUCCION

La araña roja o ácaro rojo de los frutales (*Panonychus ulmi* [Koch] Prostigmata: Tetranychidae) es una plaga frecuente del manzano en muchos países. En España, sus ataques han sido especialmente importantes a partir de los años 70, por lo que se han dedicado varios trabajos al estudio de su biología, daños y métodos de control. Una revisión actualizada puede encontrarse en COSTA-COMELLES y AVILLA (1992).

Se ha demostrado en varias ocasiones que *P. ulmi* es una plaga inducida, causada por el propio uso de productos fitosanitarios (MCMURTRY *et al.*, 1970). El método de control más extendido es el uso de acaricidas; sin embargo, la dificultad de su control exclusivamente por métodos químicos y la detección de poblaciones resistentes (RIEDL *et al.*, 1992) han propiciado el desarrollo de métodos de control biológico, basados principalmente en el uso de ácaros de la familia Phytoseiidae.

Las primeras determinaciones sistemáticas de la presencia de ácaros depredadores

de *P. ulmi* en Cataluña, en la Comunidad Valenciana y, de una forma menos sistemática, en el resto de España se han realizado a partir de 1984. Se han identificado 23 especies de la familia Phytoseiidae (Mesostigmata), entre las cuales la más frecuente en la zona frutera de Lleida ha sido *Amblyseius andersoni* (Chant) (= *A. potentillae* [Garman]) (COSTA-COMELLES *et al.*, 1986b) y en la zona frutera de Girona, *A. californicus* McGregor (ROST *et al.*, 1987). En el marco general del control integrado de plagas del manzano se ha diseñado posteriormente una estrategia de control biológico de *P. ulmi* basada en el muestreo binomial de *P. ulmi* y de *Amblyseius* spp., en la definición del Umbral de Tolerancia en función del número de ácaros*día acumulados (ADA) y de la época del año, y en el empleo de productos fitosanitarios selectivos para *Amblyseius* spp. o en momentos de aplicación selectivos (COSTA-COMELLES *et al.*, 1991).

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar la bondad de la estrategia de control biológico de *P. ulmi* basada en el empleo de ácaros fitoseidos del género *Amblyseius* y modificarla en caso necesario.
2. Identificar los factores principales que pueden influir en el éxito del control biológico.
3. Diseñar una estrategia de defensa más sencilla, utilizable por técnicos y fruticultores en fincas comerciales de producción.

MATERIAL Y METODOS

Manejo de las parcelas

La aplicación del programa de control integrado se ha llevado a cabo en las áreas de producción de Lleida y Girona durante el periodo 1991-93 (Cuadro 1), en plantaciones comerciales de manzano de las variedades Golden Delicious en su mayor parte (70 %) y de los grupos Red Delicious y Spur. Los sistemas de conducción, abonado, riego, edad de los árboles y otras caracterís-

ticas de manejo eran variables, pero comunes en cada zona de producción.

Defensa de enfermedades

La defensa de patógenos, como moteado, oidio y enfermedades de frigoconservación, se efectuó de una manera eminentemente preventiva, tal y como se procede en las parcelas convencionales. En el caso del moteado (*Venturia inaequalis* Wint), los tratamientos se realizaron en base a las condiciones de infección que se obtenían de la red de aparatos electrónicos Biometron instalada a este fin.

Defensa de plagas

En cuanto a las plagas, los tratamientos con productos fitosanitarios se limitaron a los casos en los que se superaron los umbrales de tolerancia. En estos casos, se utilizaron los productos más idóneos por su especificidad para la plaga y por su selectividad para los auxiliares más importantes.

Mediante controles en laboratorio sobre muestras de madera de invierno y controles en campo durante la vegetación, se determinó periódicamente el grado de presencia y/o ataque de cada uno de los fitófagos de las plantaciones y, tomando en consideración la información obtenida, se decidió la necesidad de intervención, previa comparación con los umbrales de tolerancia de referencia (Cuadro 2). Se dispuso de trampa de feromona de carpocapsa (*Cydia pomonella* (L.)), pandemis (*Pandemis heparana* [DENIS & SCHIFFERMÜLLER]), capua (*Adoxophyes orana* [FISCHER VON ROESLERS-TAMM]), piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* [COMSTOCK]), cemiostoma (*Leucoptera malifoliella* [COSTA]), mosca de la fruta (*Ceratitidis capitata* [WIEDEMANN]) y zeuzera (*Zeuzera pyrina* [L.]), esta última en fase experimental. Para los demás fitófagos como los áfidos, (*Dysaphis plantaginea* [PASSERINI], *Aphis pomi* [DEGEER] y *Eriosoma lanigerum* [HAUSMANN])

Cuadro 1.-Número de parcelas comerciales de Lleida y Girona que han participado en el programa de control integrado de plagas entre los años 1991 y 1993

Año	Lleida	Girona	Total
1991	22	24	46
1992	20	23	43
1993	18	21	39

Cuadro 2.-Umbrales de tolerancia utilizados en las parcelas de control integrado de plagas en Lleida y Girona, en el período 1991-93

Plaga	Umbral de Tolerancia		Observaciones
	Con feromona (nº trampa/ semana)	Por control visual	
<i>C. pomonella</i>	2-3		1-2 para 1.ª generación
<i>P. heparana</i>	10-15	Presencia de larvas invernantes en pre y/o postfloración	Información adicional: Presencia y/o daños en la cosecha anterior
<i>A. orana</i>	10-15	Presencia de larvas invernantes en pre y/o postfloración	Información adicional: Presencia y/o daños en la cosecha anterior
<i>Q. perniciosus</i>	> 100 Para 1.ª generación	Presencia en madera de invierno	Información adicional: Presencia y/o daños en la cosecha anterior
<i>L. malifoliella</i>	> 100 Para 1.ª generación	Presencia de una o más minas en la mayoría de los árboles	
<i>C. capitata</i>	Presencia	Detección de daños en frutos	Información adicional: Presión de la plaga en otras especies de fruta
<i>D. plantaginea</i>		Presencia en prefloración y hasta el tamaño de una nuez del fruto	Tratamientos localizados donde sea posible
<i>A. pomi</i>		Peligro de melaza sobre los frutos	Apreciación global de la parcela
<i>E. lanigerum</i>		Peligro de melaza sobre los frutos	Apreciación global de la parcela. Tratamientos localizados donde sea posible
<i>Z. pyrina</i>	Sin determinar	Plantaciones jóvenes y presencia en 2 % o más de los árboles en parcelas adultas	Control con los tratamientos contra carpocapsa
<i>P. ulmi</i>		Niveles del 70-80 % de hojas ocupadas, en ausencia de fitoseídos	Ver la estrategia de control de araña roja en esta misma publicación

y araña roja (*P. ulmi*), el nivel de presencia y/o ataque se determinó por observación directa de órganos vegetativos o de árboles (BAGGIOLINI *et al.*, 1990).

Evaluación de la bondad de la estrategia

Se evaluaron tres aspectos de la estrategia: el método de muestreo binomial, el Umbral de Tolerancia y el éxito del control biológico.

Para estimar la precisión del método de muestreo binomial, se calcularon los ADA a partir del conteo del número de ácaros por hoja en 65 casos (diferentes años, parcelas y fechas de muestreo) y a partir del porcentaje de hojas ocupadas por ácaros (COSTA-COMELLES *et al.*, 1991).

Para estimar la bondad del Umbral de Tolerancia, se realizó en 50 árboles por parcela un muestreo de la decoloración de las hojas al final del período vegetativo, utilizando

una escala de 0 (color verde normal) a 5 (decoloración muy acusada) y se relacionó el grado medio de decoloración con el número de ADA.

En función de la presión ejercida por la araña roja y del grado de actividad y/o control que han ejercido los ácaros fitoseidos se han agrupado las fincas en los siguientes comportamientos tipo: parcelas donde se ha obtenido control biológico de araña roja con bajo y con alto nivel de plaga, parcelas en las que ha sido necesario aplicar uno o varios acaricidas y, finalmente, parcelas cuyo comportamiento no puede catalogarse en ninguno de los tipos precedentes y que se pueden denominar como de comportamiento irregular. A efectos de agrupación de las parcelas se han considerado FINCAS OBJETIVO las parcelas de control biológico de la araña roja que no han recibido ningún tratamiento acaricida y que, a la vez, presentaban un nivel bajo de decoloración de las hojas (valor igual o inferior a 2 en la escala anteriormente citada) en proximidad de cosecha de los frutos. Asimismo se determinaron las especies de ácaros fitoseidos que predominaban en las fincas y su relación con la dinámica poblacional de ácaros fitófagos y auxiliares.

Identificación de los factores más importantes que influyen en el éxito del control biológico

Se han analizado de forma conjunta y para cada zona frutícola, todos los factores que referidos a tratamientos realizados con productos de defensa sanitaria y a niveles de araña roja y principales auxiliares, tienen influencia en el desarrollo de *P. ulmi* (COSTA-COMELLES *et al.*, 1986a; BAILLOD, 1984, BAILLOD y GUIGNARD, 1985).

Los parámetros estudiados y relacionados entre sí han sido:

– Referente a los tratamientos realizados: tratamiento invernal (parcelas tratadas con aceite amarillo, con aceite de verano, con aceite de verano más insecticida o con un acarici-

da ovicida), tratamientos con azufre mojable (kg/ha aplicados por año), tratamientos fungicidas (número de fungicidas aplicados, separando los que contienen zinc en su composición de los demás orgánicos más los sistémicos), tratamientos insecticidas (número y tipos de insecticidas aplicados en función de la toxicidad para los fitoseidos, clasificando separadamente los selectivos [reguladores de crecimiento] de los fosforados comunes [medianamente tóxicos] y los piretroides [tóxicos])

– Referente a la araña roja: puesta invernal de araña roja (expresada en número medio de huevos observado en dos obstáculos de la unidad muestral de invierno), fecha de detección del inicio de la actividad de la araña roja y fechas de superación del 10 %, del 50 % y del 80 % de hojas ocupadas.

– Referente a los ácaros fitoseidos: fecha de detección del inicio de la actividad y fechas de superación del 10 % y del 50 % de hojas ocupadas .

– Referente a la dinámica conjunta de especies de ácaros: ratios cada 10 días entre el porcentaje de ocupación de hojas por fitoseidos y por araña roja entre el 30 de mayo y el 20 de agosto.

– Referente a la presión de plaga soportada por la parcela: número de ácaros*día acumulados por araña roja en las fechas 1 de julio, 1 de agosto y 1 de septiembre y grado de decoloración de las hojas de los árboles de las parcelas comerciales en septiembre.

– Referente al grado de actividad de los fitoseidos: número de ácaros*día acumulados por fitoseidos en las fechas 1 de julio, 1 de agosto y 1 de septiembre.

El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS, mediante el procedimiento de análisis de componentes principales. Mediante este método, la variabilidad total de los factores de producción se expresa en un menor número de nuevas variables, constituidas por las variables originales de mayor importancia. El método permite agrupar gráficamente las parcelas en función de estas nuevas variables. El análisis se realizó por zonas (Girona y Lleida) y con-

siderando, de una manera global, las parcelas de estudio de los años 1991, 92 y 93.

RESULTADOS Y DISCUSION

Especies de fitoseidos encontradas y su relación con el éxito del control biológico

Los Cuadros 3 y 4 recogen el porcentaje de parcelas en las que se ha producido control biológico cada año en Lleida (Cuadro 3) y en Girona (Cuadro 4), así como las especies de fitoseidos predominantes en cada parcela y la causa de exclusión de las parcelas de control biológico (grado de decoloración final superior a 2 o necesidad de realizar un tratamiento acaricida por superar el Umbral de Tolerancia). Se aprecia que en Lleida se ha conseguido control biológico todos los años en

más de un 50% de las fincas y que en Girona, el porcentaje de fincas donde la araña roja ha sido controlada por los fitoseidos ha aumentado cada año (de un 17 a un 70 %).

En Lleida, en la mayoría de los casos el control biológico ha sido debido a la presencia predominante de *A. andersoni* (Cuadro 3). En Girona, cabe destacar que en 1991 un 75% de los éxitos de control biológico fue debido a *A. californicus*, mientras que en 1993, el 71% de los éxitos se debió a *A. andersoni*. y no hubo ninguna finca en la que hubiese control biológico por la acción exclusiva de *A. californicus* (Cuadro 4). Por lo tanto, se ha producido en Girona la sustitución de *A. californicus* por *A. andersoni*, que ha favorecido una mejor y más precoz relación araña roja-fitoseidos y ha tenido como consecuencia un incremento del número de fincas con control biológico.

Cuadro 3.—Porcentaje de parcelas con y sin control biológico, en función de la especie o especies de fitoseido, tratamientos acaricidas recibidos y grado de decoloración soportado en fincas de control integrado de Lleida 1991-93

Año	% Fincas control biológico				% Fincas sin control biológico					
	Amb. and.	Amb. cal.	and. + cal.	Total	Amb. and.		Amb. cal.		and. + cal.	
					DC	TR	DC	TR	DC	TR
1991	30	0	15	45	10	25	0	10	5	5
1992	55	5	10	65	0	15	0	15	0	0
1993	44	0	11	55	6	22	0	0	6	11

Amb. and. = *Amblyseius andersoni*, Amb. cal. = *Amblyseius californicus*; and. + cal. = *A. andersoni* + *A. californicus*; DC = Parcelas de control biológico con decoloración superior a 2. TR = Parcelas con tratamiento acaricida.

Cuadro 4.—Porcentaje de fincas con y sin control biológico, en función de la especie o especies de fitoseido, tratamientos acaricidas recibidos y grado de decoloración soportado en fincas de control integrado de Girona 1991-93

Año	% Fincas control biológico				% Fincas sin control biológico					
	Amb. and.	Amb. cal.	and. + cal.	Total	Amb. and.		Amb. cal.		and. + cal.	
					DC	TR	DC	TR	DC	TR
1991	4	13	0	17	0	8	0	71	0	4
1992	13	17	26	56	5	0	17	17	0	5
1993	50	0	20	70	5	0	5	10	10	0

Amb. and. = *Amblyseius andersoni*, Amb. cal. = *Amblyseius californicus*; and. + cal. = *A. andersoni* + *A. californicus*; DC = Parcelas de control biológico con decoloración superior a 2. TR = Parcelas con tratamiento acaricida.

Tipos básicos de comportamiento de la dinámica poblacional presa-depredador

Analizadas las parcelas en función de la presión que ha ejercido *P. ulmi* y el grado de control que han propiciado los fitoseidos, se pueden observar tres tipos de comportamiento:

1. Parcelas de control biológico con baja presión de plaga. En estas fincas el nivel de araña roja no superó el 60 % de hojas ocupadas y el control por parte de los fitoseidos fue absoluto, siendo lento el incremento de las poblaciones de la plaga y del depredador. Normalmente se trata de fincas en las cuales la especie dominante fue *A. andersoni*, que presenta un comportamiento de «mantenimiento» similar al de especies de fitoseidos de hábitat natural en países centroeuropeos (Cuadros 3 y 4 y Figura 1).

2. Parcelas de control biológico con fuerte presión de araña roja. En estos casos, a

pesar de observarse una fuerte presión de araña roja, se logró el control biológico con una moderada decoloración de las hojas (siempre inferior a 2). El incremento de la población de la araña roja fue más rápido y la respuesta de los fitoseidos fue paralela y proporcional a lo largo del verano. En este caso la especie dominante fue *A. californicus* que tiene un comportamiento de «limpieza» (FAUVEL *et al.*, 1989), o bien, en algunos casos, coexistieron poblaciones de *A. andersoni* y *A. californicus* (Cuadros 3 y 4 y Figura 2).

3. Parcelas en las que ha sido necesaria la aplicación de acaricidas específicos para reducir las poblaciones de plaga, debido a la temprana actividad del fitófago y a la baja o tardía actividad de los fitoseidos (no antes de mediados del verano) (Cuadros 3 y 4 y Figura 3).

El comportamiento de algunas parcelas no responde a ninguno de los tres tipos definidos.

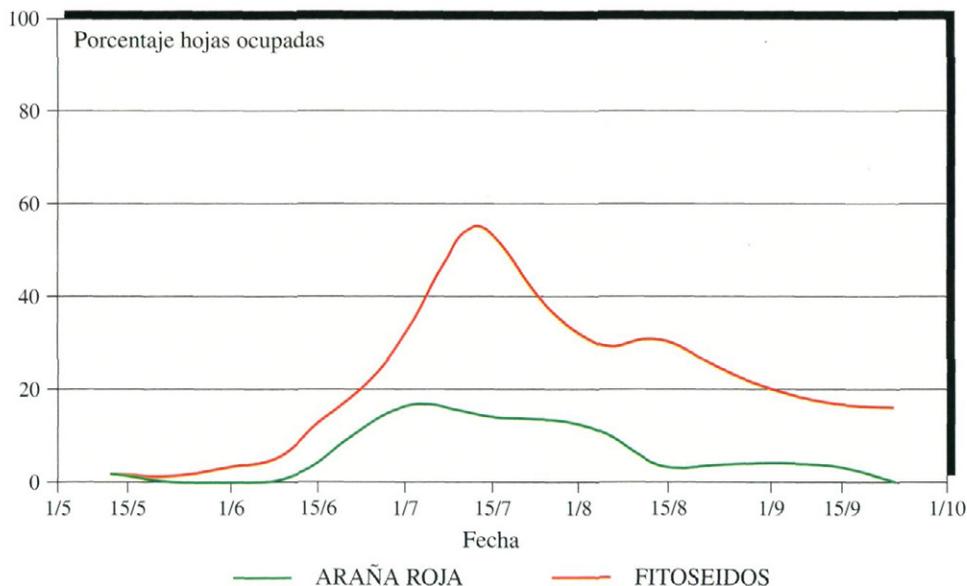


Fig. 1.—Dinámica poblacional de *P. ulmi* y fitoseidos en parcelas de control biológico de araña roja con baja presencia de plaga en parcelas de control integrado de plagas de manzano en Lleida y Girona, 1991-1993. Comportamiento de Tipo 1.

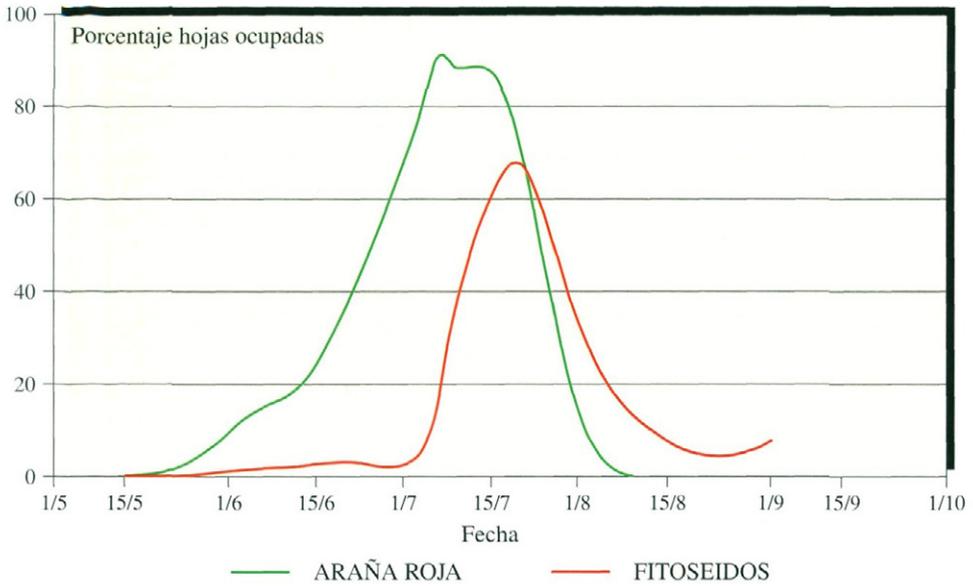


Fig. 2.—Dinámica poblacional de *P. ulmi* y fitoseidos en parcelas de control biológico de araña roja con alta presencia de plaga en parcelas de control integrado de plagas de manzano en Lleida y Girona, 1991-1993. Comportamiento de Tipo 2.

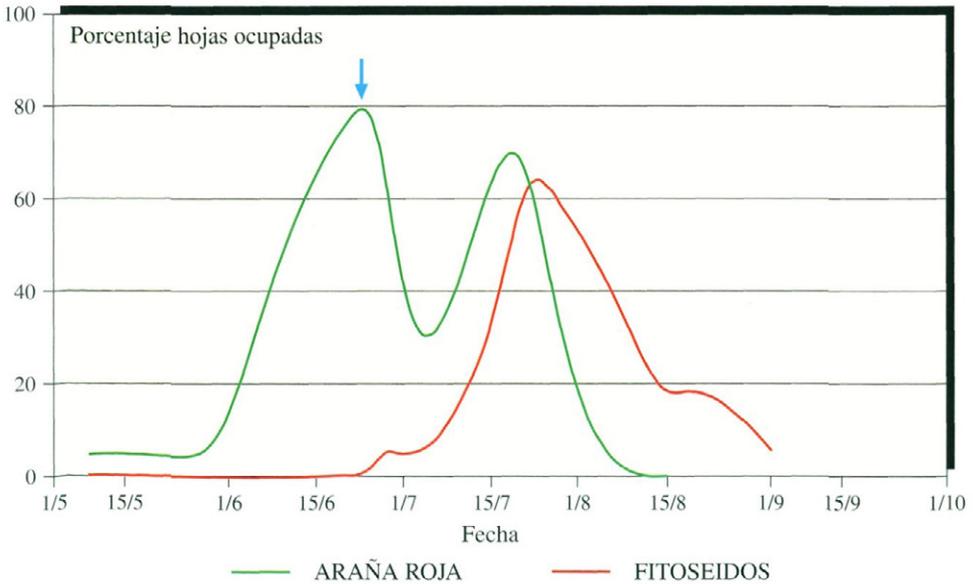


Fig. 3.—Dinámica poblacional de *P. ulmi* y fitoseidos en parcelas sin control biológico de araña roja en parcelas de control integrado de plagas de manzano en Lleida y Girona, 1991-1993. Comportamiento de Tipo 3.

Evaluación de la bondad de la estrategia

La Figura 4 muestra la relación entre el n.º de ADA calculado mediante el conteo de formas móviles de *P. ulmi* y el n.º de ADA calculado mediante el muestreo binomial. El n.º de ADA obtenido a partir del porcentaje de hojas ocupadas es inferior al obtenido mediante el número medio de formas móviles por hoja, que estima con más precisión la población soportada por la plantación. Hasta un nivel de aproximadamente unos 200 ADA la relación es lineal, perdiéndose la linealidad a partir de este valor.

Las fincas en las que se alcanza un ADA elevado son las fincas en las que se mantiene una población alta de araña roja durante bastantes días. En estos casos la población de ácaros aumenta progresivamente, mientras que a efecto del cálculo de los ADA a partir del muestreo binomial, a un mismo porcentaje de hojas ocupadas se le ha aplicado un mismo número de ácaros por hoja. Son dos las opciones que se pueden seguir en este

caso. Una es contar el número de formas móviles por hoja cuando se alcanza el 100 % de hojas ocupadas. La segunda, que se encuentra en fase de puesta a punto a partir de los resultados de 1991 a 1993, es calcular una transformación más válida para poblaciones superiores al 95 % de hojas ocupadas.

La Figura 5 muestra la relación entre la decoloración de la hoja y el n.º de ADA obtenido a partir del porcentaje de hojas ocupadas. Entre 150 y 200 ADA aproximadamente se llega a un nivel de decoloración de la hoja igual a dos, que es el umbral a partir del cual se ha considerado que en la parcela no se producía control biológico. Sin embargo, la nube de puntos es bastante dispersa y para un mismo n.º de ADA podemos encontrar distintos niveles de decoloración. Esto es atribuible a que la decoloración puede obedecer a otros motivos, tales como el estrés que haya podido sufrir el árbol (falta o retraso de algún riego) o la presencia de otros fitófagos (cicadélidos ...). Aunque es difícil apreciar el nivel de plaga a partir del

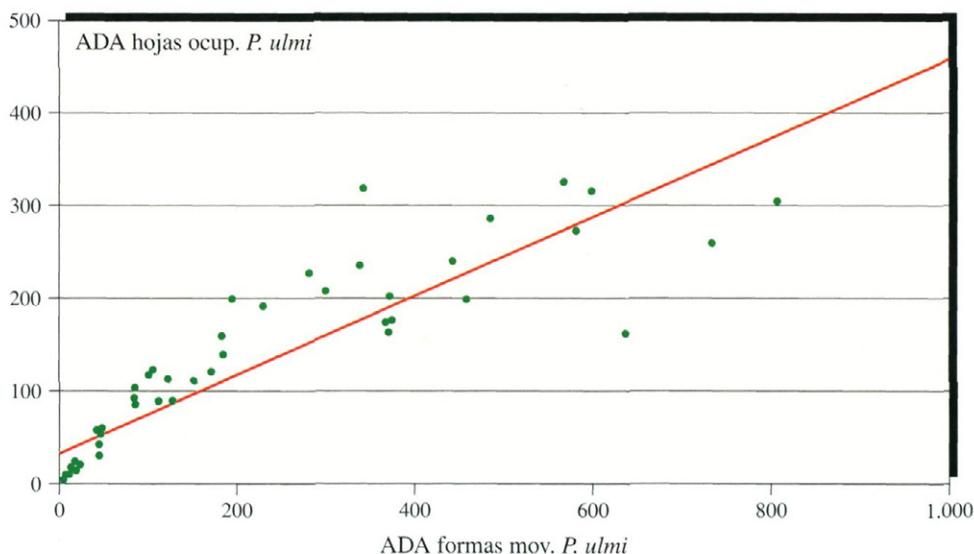


Fig. 4.—Relación entre el n.º de ácaros*día acumulados (ADA) calculado a partir del n.º medio de formas móviles de *P. ulmi* (abcisas) y a partir del muestreo binomial (ordenadas) ($R^2 = 0,81$).

cual se producen daños económicos, se ha estimado que un nivel de decoloración superior a 2 puede resultar perjudicial.

Identificación de los factores más importantes que influyen en el éxito del control biológico

El estudio estadístico del conjunto de factores de producción analizados ha agrupado las parcelas en función del comportamiento de las dinámicas poblacionales de ácaros.

La Figura 6 muestra el resultado del análisis de componentes principales de las parcelas de Lleida. Los parámetros que definen el eje de abscisas están constituidos por los factores determinantes del grado de presión de plaga soportado: superación del 50 % (-ARA50) y del 80% (-ARA80) de hojas ocupadas por la plaga, nivel de presión de plaga soportado en valores de ácaros*día acumulados (-ADAR2) y (-ADAR3), y ratio depredador/presa a finales de julio (+RATIO6) y (+RATIO7). Las

fincas con mayor presión de plaga no han cumplido las condiciones de las fincas objetivo (Tipo 1 y 2).

En la parte derecha del gráfico se han situado las fincas objetivo con menor presión de plaga. El hecho de que no se hayan superado niveles de plaga del 50 % de hojas ocupadas es característico de un depredador de mantenimiento (*A. andersoni*) (Tipo 1). Atendiendo a la distribución de las fincas objetivo en la gráfica, el número de fitoseidos (en ADA) no ha influido en la agrupación de estas fincas.

Los parámetros que definen el eje de ordenadas no han agrupado las fincas, ello indica que el control biológico se ha dado en las fincas independientemente de la fecha de aparición de la araña roja, y de los ácaros*día de fitoseidos acumulados a primeros de julio, agosto y septiembre. El conjunto de parámetros que constituyen las coordenadas explican el 33'5 % de la variabilidad total.

La Figura 7 muestra el resultado del análisis de componentes principales de las parcelas de Girona. Los parámetros que se en-

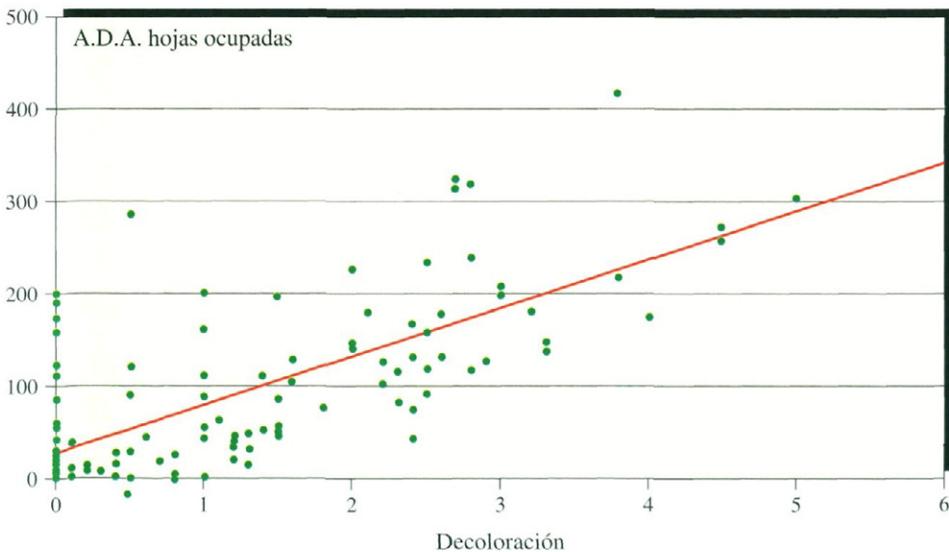


Fig. 5.-Relación entre la decoloración de la hoja en septiembre y el nº de ácaros*día acumulados (ADA) calculado mediante el muestreo binomial, en parcelas de control integrado de manzano en Lleida y Girona, 1991-1993 ($R^2 = 0,52$).

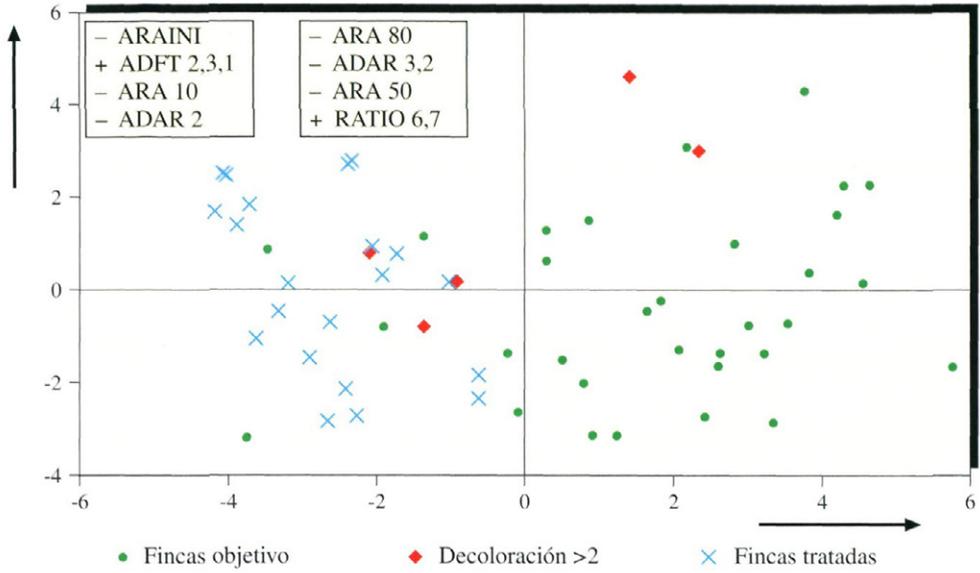


Fig. 6.-Gráfico de distribución de las parcelas de Lleida en función del grado de control biológico obtenido durante el período 1991-93.

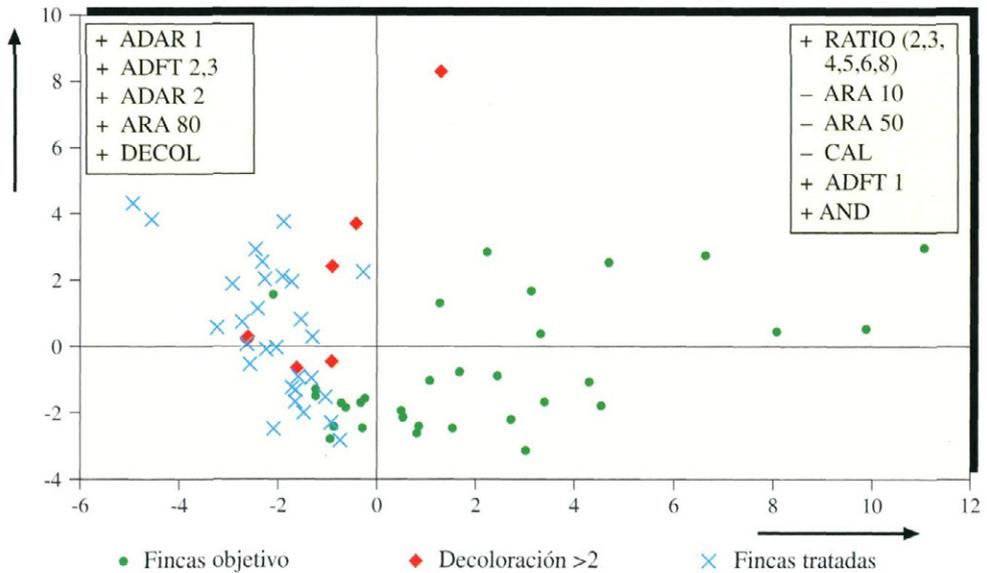


Fig. 7.-Gráfico de distribución de las parcelas de Girona en función del grado de control biológico obtenido durante el período 1991-93.

cuentran en el eje de abcisas hacen referencia a la presión de la araña roja y actúan en el siguiente sentido: mejores ratios depredador/presa a lo largo de la campaña (+RATIO2), (+RATIO3), (+RATIO4), (+RATIO5), (+RATIO6) y (+RATIO8); no superación del 10 (-ARA10) ni del 50 % (-ARA50) de hojas ocupadas por araña roja, no presencia de la especie de fitoseido *A. californicus*, (-CAL) mayor actividad acumulada de fitoseidos a 1 de julio (ADFT1) y presencia de la especie *A. andersoni* (+AND).

Las fincas objetivo se encuentran distribuidas según el eje de abcisas, en el sentido determinado por la menor presión de araña roja y por la presencia del fitoseido *A. andersoni*.

Los parámetros que forman el eje de ordenadas son los siguientes: presión de araña roja acumulada a 1 de julio (+ADAR1) y a 1 de agosto (+ADAR2), nivel de actividad acumulada de fitoseidos a 1 de agosto (+ADFT2) y a 1 de septiembre (+ADFT3), superación del 80 % de hojas ocupadas por araña roja (+ARA80) y nivel de decoloración (+DECOL). Los caracteres que deter-

minan este eje, no han agrupado las fincas de forma diferente. El conjunto de parámetros que constituyen las coordenadas explican el 40'5 % de la variabilidad total.

Las fincas situadas en la parte superior y junto al eje de ordenadas, son las que han tenido mayor y más larga actividad de plaga, proporción mayor de fincas con presencia de *A. californicus* y configuran el grupo con condiciones más distantes de las propias de las fincas objetivo.

Estrategia de toma de decisiones simplificada

Después de los resultados observados en el control biológico de *P. ulmi* mediante ácaros fitoseidos, se propone la estrategia de toma de decisiones del Cuadro 5. Esta estrategia es especialmente aplicable cuando se ha establecido de forma permanente el control biológico de *P. ulmi* en una parcela, si bien, asumiendo un riesgo mínimo se puede utilizar desde el principio en parcelas comerciales de producción.

Cuadro 5.-Estrategia simplificada para la toma de decisiones en el control biológico de *P. ulmi*.

FECHA MUESTREO	% H.O. FIT.	RECOMENDACION
HASTA MEDIADOS DE JUNIO	> 10	NO TRATAR
	< 10	SI % H.O. ARA > 70 TRATAR
DE MEDIADOS DE JUNIO	> 10	% H.O. FIT > 30 CONTROL BIOLÓGICO
		% H.O. FIT < 30 SI % H.O. FIT < 30 Y % H.O. ARA > 70 TRATAR
A		MUESTREAR A LOS 8 DIAS
FINALES DE JULIO		SI % H.O. FIT > 30 CONTROL BIOLÓGICO
	< 10	SI % H.O. ARA > 70 TRATAR
EN AGOSTO	> 10 %	CONTROL BIOLÓGICO
	NO	SI % H.O. ARA > 80 TRATAR

% H.O. = porcentaje de hojas ocupadas.
FIT. = fitoseidos.
ARA = araña roja.

CONCLUSIONES

1. Sobre la bondad de la estrategia

Mediante el muestreo binomial se estima adecuadamente el nº de ADA soportado por la plantación hasta un nivel de 200 ADA.

Cuando la población de *P. ulmi* se encuentra por encima del 95 % de hojas ocupadas durante 2 muestreos consecutivos o más, es necesario contar el número de formas móviles por hoja, ya que la estimación obtenida mediante el muestreo binomial no es suficiente.

2. Sobre el control biológico de la araña roja

De las dos especies de fitoseidos más abundantes en las áreas frutícolas de Lleida y Girona, *A. andersoni* posibilita un control biológico de la araña roja en mejores condiciones. Impide el desarrollo de altas poblaciones del ácaro fitófago y lo controla sin que aparezcan daños importantes por decoloración en las hojas.

A. californicus actúa sobre niveles altos de plaga, en algunos casos asociado a *A. andersoni*, y de acuerdo con la información obtenida, está siendo reemplazado por esta última especie de una forma progresiva.

3. Sobre los factores que influyen en el éxito del control biológico

De todas las variables estudiadas de los factores de producción y de la dinámica de la relación entre las poblaciones del fitófago y de los depredadores, los parámetros más importantes en la clasificación de las fincas

objetivo (Tipo 1 y 2) son los referentes al nivel de actividad de la plaga y la especie de fitoseido. Ninguno de los demás factores ha mostrado relación importante con las características de las fincas objetivo.

Para el área de producción de Lleida, donde *A. andersoni* (que es un ácaro de mantenimiento) es la especie más común, las posibilidades de lograr las condiciones objetivo (Tipo 1 y 2) vienen determinadas principalmente por el grado de presión de la plaga.

Para el área de producción de Girona, donde predominan las dos especies de fitoseidos *A. californicus* y *A. andersoni*, las posibilidades de control biológico vienen determinadas principalmente por la fecha de aparición de la plaga y también por la especie de fitoseido presente en la plantación.

El tratamiento de los datos obtenidos en las referidas parcelas comerciales de Lleida y Girona (1991-93), atendiendo al hecho de que *A. andersoni* es considerado el fitoseido más interesante, plantea nuevas preguntas relativas a como se puede favorecer la implantación de esta especie en un número mayor de parcelas comerciales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto nº 9080 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y del Proyecto nº 5609 de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Agradecemos a los técnicos de Agrupaciones de Defensa Vegetal de Girona y Lleida su colaboración, a los agricultores colaboradores su interés y a Joan Bonany su ayuda en la realización de los análisis estadísticos.

ABSTRACT

VILAJELIU, M.; BOSCH, D.; LLORET, P.; SARASÚA, M. J.; COSTA-COMELLES, J. y AVILLA, J., 1994: Biological control of *Panonychus ulmi* (Koch) by phytoseiid mites in IPM apple orchards in Catalonia (NE Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(1): 173-185.

An Integrated Pest Management program for apples has been applied in about 40 orchards of Girona and Lleida from 1991 to 1993 with the aim of achieve biological control of *Panonychus ulmi* by means of Phytoseiidae. A strategy for the control of this pest has been evaluated, the main factors responsible for the success of the biological control have been identified and a simple decision making table has been made.

Successful biological control has been achieved in most of the cases by *A. andersoni* or by both species simultaneously. *A. andersoni* prevents *P. ulmi* populations to grow and to produce damage and it is replacing *A. californicus* in IPM orchards in Girona.

A low level of *P. ulmi* activity and the presence of *A. andersoni* were the most important factors responsible for the success of biological control.

A simple strategy is proposed, based on the time of sampling, the percentage of leaves occupied by *P. ulmi* and the percentage of leaves occupied by phytoseiids.

Key words: *Panonychus ulmi*, Phytoseiidae, biological control, apple, decision Making

REFERENCIAS

- BAGGIOLINI, M.; KELLER, E.; MILAIRE, H. G.; y STEINER, H., 1990: *Control visual en el cultivo del manzano*. Oikos-tau. Barcelona.
- BAILLOD, M., 1984: Lutte biologique contre les acariens phytophages. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **16**(3): 137-142.
- BAILLOD, M. y Guignard, E., 1985: Typhlodromes, lutte biologique contre les acariens phytophages et programme de traitement. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **17**(1): 30-31.
- COSTA-COMELLES, J. y AVILLA, J., 1992: Estrategia de control biológico del ácaro rojo de los frutales (*Panonychus ulmi* (Koch)) en un programa de control integrado de plagas de manzano. *Phytoma España* **40**: 40-52.
- COSTA-COMELLES, J.; DEL RIVERO, J. M.; LABORDA, R.; FERRAGUT, F.; MARZAL, C. y GARCÍA-MARÍ, F., 1986a: Lucha integrada en manzano. Acción de los plaguicidas sobre el fitoseido *Amblyseius potentillae* (Garman) enemigo natural del ácaro rojo *Panonychus ulmi* Koch. *Cuadernos de fitopatología*, **6**: 16-23.
- COSTA-COMELLES, J.; FERRAGUT, F.; GARCÍA-MARÍ, F.; LABORDA, R. y MARZAL, C., 1986b: Abundancia y dinámica poblacional de las especies de ácaros que viven en los manzanos de Lleida. *Agrícola Vergel*, **51**: 176-191.
- COSTA-COMELLES, J., GARCÍA-MARÍ, F.; BOTARGUES, A.; CABISCOL, P.; MORENO, A.; PORTILLO, J. y TORNÉ, M., 1991: Estrategia para el control integrado del ácaro rojo *Panonychus ulmi* en manzano. *Fruticultura Profesional*, **38**: 77-86.
- FAUVEL, G. y REBOULET, J. N., 1989: Acarocénose faune auxiliaire acarophage et lutte contre les acariens phytophages. *L'arboriculture fruitière*, **420**: 49-56.
- MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. y VAN DE VRIE, M., 1970: Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychids enemies. Their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, **40** (11): 331-390.
- RIEDL, H.; BARNETT, W. W.; BEERS, E.; BRUNNER, J. F.; BURTS, E.; CROFT, A.; SHEARER, P. W. y WESTIGARD, P. H., 1992: Current status, monitoring and management of insecticide and miticide resistance of deciduous tree fruits in the Western United States. *Acta Phytopatol. Entomol. Hung.* **27**(1-4): 535-544.
- ROST, L.; SERRA, J. y VILAJELIU, M., 1987: Estudi de l'àcaro-fauna de pomeres a les comarques gironines i de la utilització dels àcars depredadors de la família Phytoseiidae per al control de l'aranya roja *Panonychus ulmi* Koch. *Monografies de l'Obra Agrícola de la Caixa de Pensions*. Tecnologia i Economia Agrària n.º 7. Fundació Caixa de Pensions.