

Umbral económico de *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) sobre pimiento en invernadero comercial

M. LA SPINA, A. HERMOSO DE MENDOZA, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS

En los invernaderos de pimiento del Campo de Cartagena (Región de Murcia) y la Vega Baja (Comunidad Valenciana), *Myzus persicae* (Sulzer) es uno de los áfidos que produce daños de cierta importancia.

Para determinar los umbrales de tratamiento se realizó un ensayo en un invernadero comercial de la variedad Orlando. Para ello se infestaron a distintos niveles varias plantas con *M. persicae* y se siguió la evolución de éste a lo largo de la campaña 2004-2005, junto a la recolección y caracterización de los pimientos.

Se correlacionaron la cantidad máxima de *M. persicae* y la pérdida de producción, para obtener una función matemática a partir de la cual se pudiese obtener el nivel de daño económico y los umbrales derivados.

Con los valores actuales de precio, producción, coste y eficacia del tratamiento químico, se obtienen unos umbrales tan bajos que implicarían un tratamiento inmediato del áfido.

M. LA SPINA, A. HERMOSO DE MENDOZA, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS. Institut Valencià d'Investigacions Agràries, Apartat Oficial. 46113 Montcada (València). E-mail: miclasp@aaa.upv.es.

Palabras clave: Control Integrado de plagas, cultivo protegido, áfidos.

INTRODUCCIÓN

En las comarcas del Campo de Cartagena en la Región de Murcia y de la Vega Baja en la Comunidad Valenciana, el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) tiene una gran importancia económica, produciendo cada año 155.000 t en alrededor de 1.800 ha de superficie protegida de invernaderos (LACASA *et al.*, 2001; LÓPEZ, 2002).

Myzus persicae (Sulzer, 1776) es un pulgón mundialmente distribuido; en la actualidad ha sido observado en más de cuarenta familias botánicas, causando daños en muchas de ellas (BLACKMAN y EASTOP, 2000) como es el caso del cultivo de pimiento, en el que junto a otros áfidos como *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843) ha sido principal fuente de preocupación de los agri-

cultores y técnicos. Además de los daños directos debido a las picaduras, es capaz de transmitir algunos virus de tipo persistente y no persistente, como el Potato Leaf Roll (PLRV), el virus Y de la patata (PVY) y el mosaico del pepino (CMV) (KENNEDY *et al.*, 1962).

En los últimos años el control de plagas usando métodos de lucha biológica ha ido cobrando protagonismo. SÁNCHEZ y LACASA (2006) afirman que en alrededor de un 90 % de la superficie protegida de pimiento es común el empleo de diferentes especies de parasitoides y depredadores que distribuyen las distintas casas comerciales. Sin embargo, en determinados momentos del ciclo del cultivo, es necesario emplear alguno de los plaguicidas autorizados, debido al aumento de su presencia.

En los sistemas de lucha integrada reducir el número de tratamientos por ciclo es de suma importancia, tanto por el ahorro económico como por el beneficio ambiental, para lo cual debemos conocer cuándo una plaga produce daño económico, es decir, conocer sus umbrales de tratamiento. Según STERN *et al.* (1959) existen dos tipos de umbrales, el nivel de daño económico [EIL], que es la densidad de plaga en la que el daño que causa iguala al coste del tratamiento, y el umbral económico [ET], que es la densidad de plaga en la que se toma la decisión de tratar con tiempo suficiente para no sobrepasar el nivel de daño económico (p.e., un día antes de alcanzar el EIL). Además hay dos umbrales derivados de los anteriores en los que se tiene en cuenta un posible daño ecológico en el ecosistema del cultivo por la aplicación de los plaguicidas; éstos son el nivel de daño económico ambiental [EEIL] y el umbral económico ambiental [EET], que surgen de la aplicación a los primeros de unos coeficientes determinados.

El cálculo de estos umbrales se realiza a partir de unos parámetros del cultivo (precio del fruto, coste y eficacia del tratamiento) y de la pérdida de producción, función dependiente de la densidad de plaga (HIGLEY y PEDIGO, 1996).

El presente trabajo se realizó con el principal objetivo de obtener la función de pérdida de producción para el áfido *M. persicae*, para así en un segundo lugar determinar los umbrales económicos para su aplicación práctica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la temporada 2004-2005 en un invernadero comercial de 1.150 m² de la localidad del Pilar de la Horadada (Alicante), de la comarca de la Vega Baja, con la variedad de pimiento Orlando, que fue plantada el 20 de diciembre de 2004. Para su realización se delimitó un área de 10,35 x 5,45 m, con 125 plantas repartidas en cinco filas. Las 125 plantas se distribuyeron en 25 grupos de 5 plantas con-

tiguas, tal como ya se hizo para *Aulacorthum solani* durante la precedente campaña (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2006b). El 23 de marzo de 2005, el 13 de abril y el 27 de abril se introdujeron individuos de *Myzus persicae* en cinco de los 25 grupos de plantas; estos pulgones provenían de una cría sobre habas (*Vicia faba*) mantenida en una cámara climatizada del IVIA de Montcada (Valencia).

A partir de la primera suelta en el invernadero se siguió semanalmente la evolución de los pulgones en el área delimitada. Cada semana se muestreó cada una de las 125 plantas en cuatro niveles: la primera hoja del ápice, la primera hoja verdadera, una hoja de la tercera cruz desde el ápice, y una hoja de la quinta cruz; su valor medio representa el número medio de pulgones por hoja de la planta. El muestreo semanal se interrumpió el 22 de junio de 2005, ya que la semana anterior se llegó al nivel máximo y a partir de ese momento aparecieron diversos enemigos naturales que redujeron las poblaciones; se hizo entonces un tratamiento con pirimicarb. Todos los grupos tuvieron *M. persicae* en distintos niveles menos uno, el control, que se mantuvo próximo a cero pulgones tratándolo periódicamente con el mismo insecticida. Dos de los 25 grupos de plantas no se consideraron finalmente por haberse infestado de otras plagas.

Desde el 27 de abril hasta el 17 de agosto (fin de campaña 2005) se recolectaron los pimientos semanalmente, para cada uno de los 25 grupos por separado, y de cada fruto se midió su peso, altura y calibre y se clasificó su calidad en una escala del 1 al 4 de mayor a menor calidad.

El porcentaje de pérdida de producción de cada grupo de plantas se obtuvo de sustraer la producción obtenida por ese grupo de la producción del grupo que se mantuvo a un nivel de plaga próximo a cero, y de calcular el porcentaje de la resta con respecto a esta última producción. Una vez obtenido el porcentaje de pérdida de producción se relacionó con el número máximo de áfidos por hoja de cada grupo, utilizando una regresión no

lineal sobre la fórmula de la hipérbola rectangular que COUSENS (1985) desarrolló para malas hierbas y que después HERMOSO DE MENDOZA *et al.* (2001 y 2006a) adaptaron para *Aphis gossypii* Glover, 1877 y *Aphis spiraecola* Patch, 1914 en clementino (*Citrus clementina*):

$$y = \frac{I(x - B)}{1 + \frac{I(x - B)}{A}} \quad [1]$$

En ella, y es el porcentaje de pérdida de producción, x la densidad de plaga (aquí, el número máximo anual de *M. persicae* por hoja), B es el número de áfidos por hoja al que se puede mantener el grupo de plantas control (la mínima infestación de áfidos detectable antes de tratarlo para mantenerlo próximo a cero pulgones), A es el valor de y cuando x tiende a infinito (la asíntota horizontal), e I es el valor de $y/(x-B)$ cuando $x-B$ tiende a 0, o lo que es lo mismo, la pendiente de la recta $y=I(x-B)$.

Para el cálculo del EIL, hay que igualar el valor de las pérdidas con el coste del tratamiento (HIGLEY y PEDIGO, 1996; HIGLEY y WINTERSTEEN, 1996):

$$C = V \cdot D' \cdot K \quad [2]$$

donde se iguala el coste de tratamiento por ha (C : coste del producto más coste de la aplicación) al producto del precio por Kg de fruto (V) por la eficacia del producto en tanto por uno (K) y por la pérdida de producción por unidad de plaga (D'), siendo $D' = y \cdot (P_o / 100)$, en donde P_o es la producción por ha de un cultivo con nivel de plaga mínimo. Sabiendo esto último, podemos sustituir aquí la fórmula de y dada por la ecuación [1] y la fórmula resultante de D' aplicarla a la ecuación [2]; despejando la x en la ecuación así obtenida, nos dará el EIL (nivel de daño económico) en número de *M. persicae* por hoja:

$$EIL = \frac{A \cdot B \cdot V \cdot P_o \cdot K + 100 \cdot C \cdot \frac{A - B \cdot I}{I}}{A \cdot V \cdot P_o \cdot K - 100 \cdot C} \quad [3]$$

Para conocer si el precio del fruto (V) era constante o bien se veía influenciado por la cantidad de áfidos presentes en la hoja, se analizó, por regresión lineal, la relación entre el número máximo de *M. persicae* por hoja de cada grupo con cada una de las variables medidas que podrían influir en el precio (peso, altura, calibre y calidad del fruto).

Para el cálculo del umbral económico se considera éste como la densidad de plaga el día anterior a alcanzar el EIL, para poder programar un tratamiento con una antelación razonable de 24 horas. En primer lugar se calculó la función que relaciona el tiempo en días (x) y el número medio (entre todas las plantas) de pulgones por hoja (y), según la distribución normal definida por la fórmula:

$$y = \frac{4 \cdot a \cdot e^{\frac{b-x}{c}}}{\left(1 + e^{\frac{b-x}{c}}\right)^2} \quad [4]$$

Los umbrales ambientales se deducen aplicando a los obtenidos con anterioridad unos coeficientes, según la aproximación experimental obtenida por HIGLEY y WINTERSTEEN (1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como se observa en el Cuadro 1, el único parámetro donde el número de *M. persicae* por hoja puede influir es el calibre, y con poco peso específico, por lo que podemos decir que el precio del fruto (V) es prácticamente constante con respecto al número de áfidos.

En la Fig. 1 se representan los valores de producción anual por planta y de número máximo de áfidos por hoja correspondientes a los 23 grupos que quedaron al final de la experiencia. El mínimo de plaga se obtuvo en el grupo b-1, cuyo valor (0,05 áfidos/hoja) se utilizó como control para el cálculo de los umbrales, según lo explicado en el apartado anterior.

Al realizar la regresión no lineal para la fórmula [1] se fijó previamente como valor

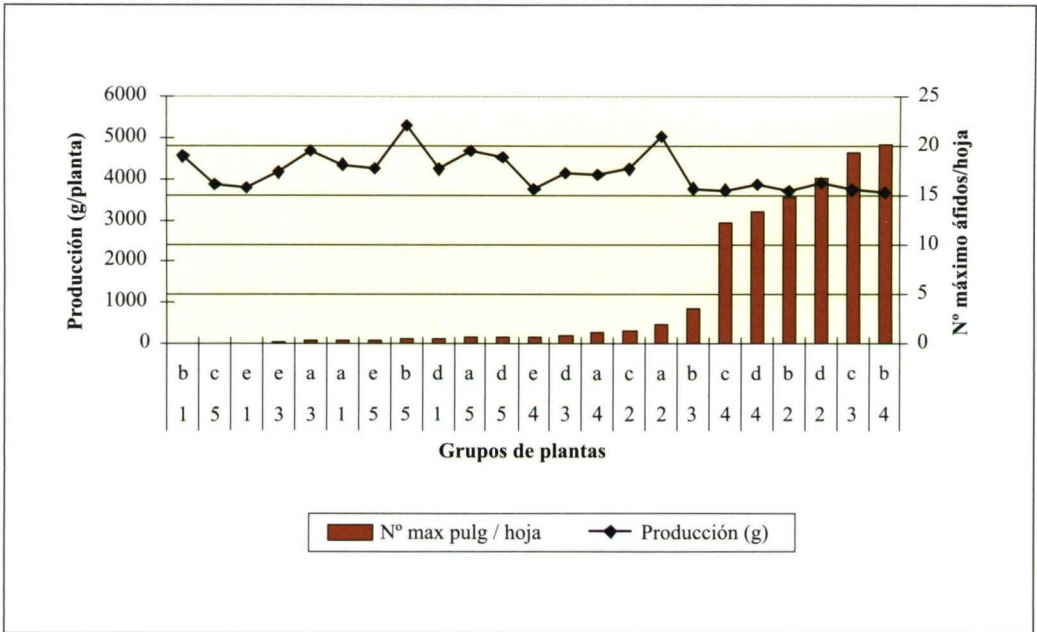


Figura 1. Número máximo de *Myzus persicae* por hoja, y producción por planta, de cada grupo de plantas de pimiento.

Cuadro 1. Regresión entre el número máximo de *Myzus persicae* por hoja (x) y el peso, dimensiones y calidad (y) del fruto de pimiento: $y = ax + b$ (\pm error típico)

Parámetro del fruto	Fórmula	Valor de p (a)
Peso (g)	$y_1 = 173,97^{(1)} (\pm 2,77)$	0,1511
Altura (cm)	$y_2 = 9,32^{(1)} (\pm 0,07)$	0,7927
Calibre (cm)	$y_3 = 82,72^{(1)} (\pm 0,49) - 0,10 (\pm 0,04) x$	0,0370 ⁽²⁾
Calidad (1-4)	$y_4 = 2,41^{(1)} (\pm 0,04)$	0,2708

⁽¹⁾ Valor de p (b) < 0,0001

⁽²⁾ Significativo a un 95 %

de B el correspondiente al grupo control b-1 (0,05), y después se obtuvieron los demás parámetros. Los valores fueron $I = 5,84$ y $A = 21,05$, con un valor de p de 0,0002, que indica un buen ajuste. De este modo la función pérdida de producción [1] queda del siguiente modo para *M. persicae* en pimiento de invernadero:

$$y = \frac{5,84 \cdot (x - 0,05)}{1 + \frac{5,84 \cdot (x - 0,05)}{21,05}} \quad [5]$$

La representación gráfica de esta función sobre los puntos observados se puede ver en la Fig. 2.

Sustituyendo los valores obtenidos de I, A, B en la ecuación [3], tendremos la fórmula del nivel de daño económico (en número de áfidos por hoja) para *M. persicae* en pimiento de invernadero:

$$EIL = \frac{1,05 \cdot V \cdot P_o \cdot K + 359,79 \cdot C}{21,05 \cdot V \cdot P_o \cdot K - 100 \cdot C} \quad [6]$$

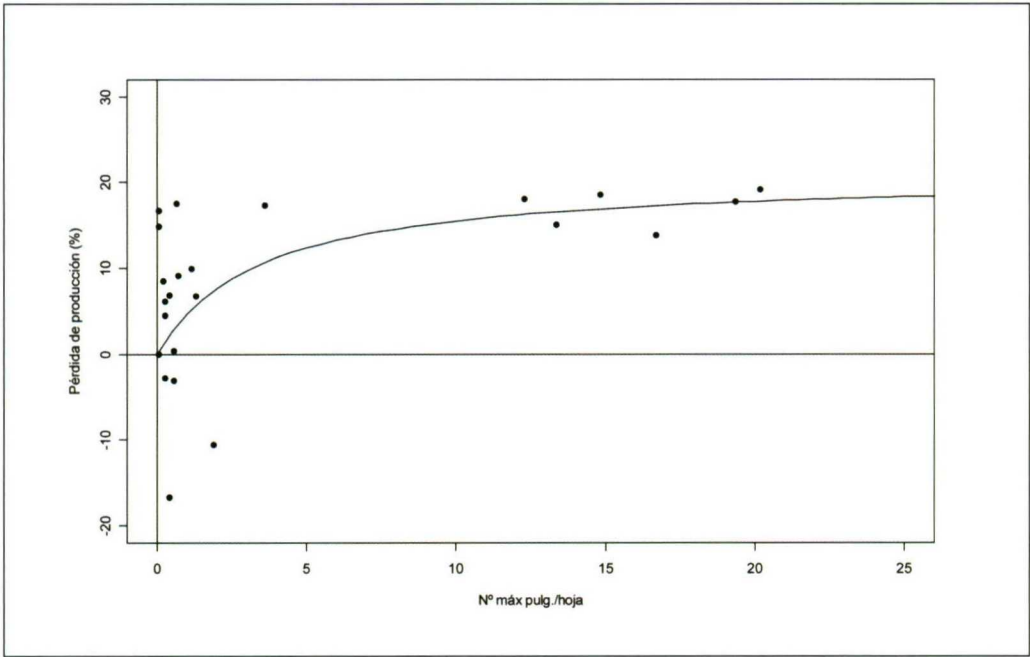


Figura 2. Representación de la función que relaciona el porcentaje de pérdida de producción y el número máximo anual de *Myzus persicae* por hoja, sobre los valores observados.

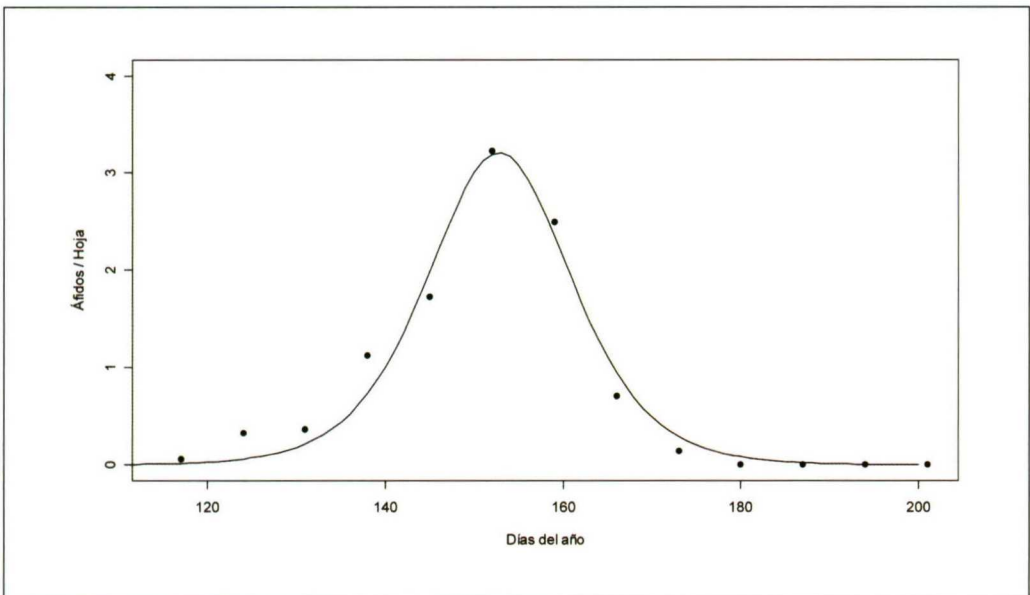


Figura 3. Gráfica teórica de la evolución en el tiempo del número medio de *Myzus persicae* por hoja de pimiento, sobre los valores observados.

Utilizando en la ecuación [6] los valores de precio ($V = 0,60 \text{ €/Kg}$), coste de tratamiento ($C = 85,35 \text{ €/Ha}$), eficacia del pirimicarb ($K = 1$) y producción ($P_o = 100.000 \text{ Kg/Ha}$), ya empleados para pimiento por HERMOSO DE MENDOZA *et al.* (2006b), obtenemos que el EIL es de 0,074 áfidos por hoja. Con estos valores, tal y como pasaba para *A. solani* en el trabajo citado, en cuanto se detecte la presencia de *M. persicae* hay que realizar un tratamiento. Sin embargo, hay que decir que si las circunstancias económicas y productivas cambiasen esta fórmula seguiría siendo de utilidad, y en previsión de ello hemos determinado también los otros umbrales para su posible uso en un futuro.

En primer lugar se han calculado los parámetros de la fórmula [4] de la evolución de *M. persicae* por hoja a lo largo del año (seguidos por el error típico): $a = 3,21 (\pm 0,14)$, $b = 152,80 (\pm 0,40)$, $c = 5,39 (\pm 0,28)$, con un valor de p menor de 0,0001, siendo por lo tanto un buen ajuste que se representa en la Fig. 3. En esta fórmula se despeja x para $y = \text{EIL} = 0,074$, resultando 125,05 días, y para un día antes ($x-1$) obtenemos un valor

de $y = 0,061$ áfidos por hoja, que es el umbral de tratamiento (ET).

Por último, los umbrales ambientales corresponden a $\text{EEIL} \approx 1,66 \cdot \text{EIL}$ y $\text{EET} \approx 1,66 \cdot \text{ET}$, que en este caso serán respectivamente 0,123 y 0,101 áfidos por hoja. Estos umbrales, como los anteriores, siguen siendo muy bajos, por lo que nuestra conclusión continúa siendo que en las condiciones actuales el tratamiento a recomendar es prácticamente inmediato a la aparición del áfido en la planta de pimiento. Sin embargo, insistimos en la utilidad de las fórmulas, ya que no varían con el tiempo sino que son válidas ante cualquier posible cambio en las condiciones económicas del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro reconocimiento a la cooperativa Surinver del Pilar de la Horadada (Alicante) por su ayuda en la localización del invernadero para realizar la experiencia, así como a Ginés Vera Casas, propietario de éste, y a sus recolectores por la colaboración prestada. Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto RTA03-101-C2-1, financiado por el INIA.

ABSTRACT

LA SPINA, M., A. HERMOSO DE MENDOZA, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS. 2008. Economic thresholds of *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) on commercial greenhouse sweet pepper. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 485-491.

In Campo de Cartagena (Murcian Region) and Vega Baja (Valencian Community) greenhouses, *Myzus persicae* (Sulzer) is one of the sweet pepper aphids that produce damage.

To define the treatment thresholds, an assay in a commercial greenhouse of Orlando sweet pepper was carried out. Several plants were infested by different levels of *M. persicae* and its evolution was followed throughout 2004-2005 season, and harvest was characterized.

Maximum quantity of *M. persicae* and yield loss were correlated to obtain a mathematical function able to get the economic injury level and derived thresholds.

Using current values of price, production, cost and chemical treatment efficiency, very low thresholds were obtained; it implies an instantaneous treatment against the aphid.

Key words: Integrated Pest Management, protected crop, aphid.

REFERENCIAS

- BLACKMAN, R. L., EASTOP, V. F. 2000: *Aphids on the world's Crops: An Identification and Information Guide*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Chichester, 466 pp.
- COUSENS, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.* **107**: 239-252.
- HERMOSO DE MENDOZA, A., AROUNI, R., BELLIORE, B.; CARBONELL, E.A., PÉREZ-PANADÉS, J. 2006a. Intervention thresholds for *Aphis spiraeicola* (Hemiptera, Aphididae) on *Citrus clementina*. *Journal of Economic Entomology*, **99** (4): 1273-1279.
- HERMOSO DE MENDOZA, A., BELLIORE, B., CARBONELL, E. A., REAL, V. 2001. Economic thresholds for *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on *Citrus clementina*. *Journal of Economic Entomology*, **94** (2): 439-444.
- HERMOSO DE MENDOZA, A., LA SPINA, M., MARCO, F., TABANERA, S., VINACHES, P., CARBONELL, E.A., PÉREZ-PANADÉS, J. 2006b. Nivel de daño económico para *Aulacorthum solani* (Hemiptera, Aphididae) sobre pimiento en invernadero comercial. *Bol. San.d Veget., Plagas*, **32**: 181-187.
- HIGLEY, L. G., PEDIGO, L. P. 1996. The EIL concept, pp. 9-21. In Higley, L.G., and L.P. Pedigo (eds.). *Economic thresholds for integrated pest management*. University of Nebraska Press. Lincoln.
- HIGLEY, L. G., WINTERSTEEN, W. K. 1996. Thresholds and environmental quality, pp. 249-274. In Higley, L.G., and L.P. Pedigo (eds.). *Economic thresholds for integrated pest management*. University of Nebraska Press. Lincoln.
- KENNEDY, J. S., DAY, M. F., EASTOP, V. F. 1962. *A conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses*. Commonwealth Institute of Entomology, London, 114 pp.
- LACASA, A., GUERRERO, M. M., GONZÁLEZ, A., ROS, C., BELLO, A., LÓPEZ, J. A. 2001. El injerto: comportamiento de patrones frente a hongos y nematodos. II Jornadas sobre alternativas al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. San Javier (Murcia), 26 y 27 de junio.
- LÓPEZ, M. 2002. El cultivo de pimiento del Campo de Cartagena será reconocido con IGP. *Valencia fruits*, **40**.
- SÁNCHEZ, J. A., LACASA, A. 2006. A biological pest control story. *Bulletin OILB/SROP*, **29**:19-24.
- STERN, V. M., SMITH, R. F., VAN DEN BOSCH, R., HAGEN, K. S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, **29**: 81-101.

(Recepción: 4 marzo 2008)

(Aceptación: 7 agosto 2008)