

## Umbrales económicos de tratamiento contra *Aphis spiraecola* (Hemiptera, Aphididae) en clementinos

A. HERMOSO DE MENDOZA, R. AROUNI, B. BELLIURE, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS

Se han aislado clementinos en jaulas de malla para mantener en ellos al pulgón *Aphis spiraecola* Patch a distintas densidades, las cuales han repercutido en la producción: se ha obtenido la fórmula que relaciona el número de áfidos por m<sup>2</sup> de copa con la pérdida de producción. A partir de dicha fórmula se han hallado las que proporcionan los umbrales económicos de tratamiento contra *A. spiraecola*: nivel de daño económico, umbral económico, nivel de daño económico ambiental y umbral económico ambiental. Además se han obtenido las fórmulas que permiten expresar estos umbrales por medio de índices más sencillos de obtener en campo que el número de áfidos por m<sup>2</sup> de copa. Todas estas fórmulas se han comparado con las que en su día se obtuvieron para el pulgón *Aphis gossypii* Glover.

A. HERMOSO DE MENDOZA, R. AROUNI, B. BELLIURE, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS: Institut Valencià d'Investigacions Agràries. Carretera de Nàquera, Km 5. 46113 Montcada (València).

**Palabras clave:** *Aphis spiraecola*, *Citrus clementina*, nivel de daño económico, umbral económico.

### INTRODUCCIÓN

Para combatir a los pulgones de los cítricos, dentro de un sistema de Manejo Integrado de Plagas, se han venido utilizando varios índices como expresión del umbral de intervención: porcentaje de brotes atacados en aros de 0,25 m<sup>2</sup> que se colocan sobre la superficie de la copa del árbol (CAVALLORO y PROTA, 1983); número de brotes atacados por aro, índice de ataque y porcentaje de aros ocupados (RIPOLLÉS *et al.*, 1995); y número de áfidos capturados semanalmente en trampa amarilla de agua (MELIÀ, 1995).

En el caso de *Aphis spiraecola* en clementino, los umbrales utilizados han resultado diferentes según los autores y la época: Empleando siempre el índice del porcentaje de brotes atacados en aros, ORTU y PROTA (1980) establecieron el umbral entre el 10 y el 15%, pero unos años después CAVALLORO

y PROTA (1983) lo rebajaron al 5%, y finalmente las normas valencianas de producción integrada en cítricos (CONSELLERIA, 1997) lo dejaron en el 10%. Esta variabilidad en los umbrales de tratamiento utilizados se debe a que siempre se han fijado de manera aproximativa. Lo mismo pasaba con la especie *Aphis gossypii* hasta que se determinó con exactitud (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001) la función que relacionaba la densidad de plaga con la pérdida de producción (en clementino), basándose en la fórmula de COUSENS (1985) para malas hierbas. A partir de esa función se obtuvieron los umbrales de tratamiento contra *A. gossypii* en clementino (según los conceptos de STERN *et al.*, 1959): el nivel de daño económico (EIL: economic injury level) y el umbral económico (ET: economic threshold). En el cálculo de estos umbrales, además de la función pérdida de producción, intervienen una serie de pará-

metros (HIGLEY y PEDIGO, 1996): coste de los tratamientos, precio de la fruta y eficacia de los insecticidas. En relación con esos umbrales están el nivel de daño económico ambiental (environmental economic injury level: EEIL) y el umbral económico ambiental (environmental economic threshold: EET) (HIGLEY y WINTERSTEEN, 1996), en los que se contabiliza el coste ecológico que supone la aplicación de cada insecticida.

El primer objetivo de este trabajo es obtener la función "pérdida de producción/densidad de plaga" para *A. spiraeicola* en clementino y determinar su relación con la que se obtuvo para *A. gossypii*. Además se pretende ver si el precio unitario de la fruta (que es otro de los parámetros necesarios para obtener el EIL) es indiferente del número de pulgones que ha soportado el árbol, como en el caso de *A. gossypii*, o no lo es.

Una vez averiguado lo anterior se podrá calcular el nivel de daño económico, que es uno de los objetivos básicos del trabajo. El siguiente objetivo será la obtención del umbral económico a partir del EIL, y para ello será preciso comprobar la relación entre ambos umbrales a partir de las gráficas de evolución en el tiempo de *A. spiraeicola*, que habrá que calcular. Finalmente, se obtendrán los dos umbrales ambientales, EEIL y EET.

Todos estos umbrales así obtenidos vendrán expresados en número de pulgones por m<sup>2</sup> de copa de árbol, que es un índice muy preciso pero dificultoso de aplicar en el campo, así que el último objetivo del trabajo estará en relación con los índices simplificados citados al principio de esta introducción, que son más fáciles de utilizar: se verá si para *A. spiraeicola* las fórmulas que dan estos índices a partir del primero se corresponden o no con las que se obtuvieron para *A. gossypii*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en una parcela de Montcada (l'Horta, País Valenciano) con clementinos (variedad *Clemenules*) injerta-

dos sobre citrange Carrizo [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. × *Citrus sinensis* (L.) Osb.], plantados en 1985 con un marco de plantación de 6 × 4 m. Se seleccionaron veinticuatro árboles, cuyas cosechas se pesaron individualmente en 1998, para agruparlos de seis en seis, de manera que la producción anual de los cuatro grupos resultantes fuera semejante. Se rodeó cada uno de los veinticuatro clementinos con un armazón metálico y paralelepípedo de 3,75 × 3,45 m. de base y 3,65 m. de altura. Durante las primaveras de 1999, 2000, 2001 y 2002 se cubrió cada armazón con una malla de plástico, de 12 × 12 filamentos por cm<sup>2</sup>, que se cerraba de manera no hermética.

Al principio de la primavera de cada uno de estos cuatro años se depositaron diferentes cantidades de *A. spiraeicola* (procedentes de cría en cautividad o recogidos en otras parcelas) en tres de los cuatro grupos de árboles enjaulados. El cuarto grupo se mantuvo a un nivel de plaga próximo a cero, tratando con aficidas si se detectaba pulgón. Los grupos que recibían más o menos pulgones variaban de un año a otro, pero los árboles que componían cada grupo fueron siempre los mismos.

En cada uno de los veinticuatro árboles se realizaron semanalmente conteos de la forma siguiente. Se colocaba sobre la superficie de la copa del árbol, en cada uno de los cuatro puntos cardinales, un aro de 0,25 m<sup>2</sup>, y dentro de ese aro se contaba el número de brotes tiernos atacados y no atacados por pulgones, y el número medio de pulgones por brote atacado. A partir de estos datos se calcularon, para cada árbol y para cada grupo (como media de los valores de los seis árboles correspondientes), los índices siguientes: número de pulgones por m<sup>2</sup> de superficie de copa, porcentaje de brotes atacados respecto del total de brotes tiernos, número de brotes atacados por aro, índice de ataque (0, 1, 2, 3 según que el número de brotes atacados por aro fuese 0, 1-2, 3-6, >6), y porcentaje de aros ocupados (aquellos que tuviesen al menos un brote atacado).

Al final de cada año se pesó la cosecha de cada árbol y se tomó una muestra de 25 frutos por árbol, de los que se midió el peso, diámetro y altura; los resultados se promediaron para cada árbol y también entre los seis árboles de cada grupo. La producción anual de cada uno de los tres grupos con pulgones se restó de la del grupo con nivel de plaga próximo a cero y se calculó el porcentaje de esta resta respecto de la producción del grupo con nivel próximo a cero.

Después se calculó por regresión, de cuatro maneras distintas, la función que relaciona este porcentaje de pérdida de producción con el número máximo de pulgones por m<sup>2</sup> de copa (correspondiente a cada grupo), obtenido en los conteos semanales realizados a lo largo del año. De las cuatro maneras de calcular esa función, las tres primeras se basaron en la fórmula de la hipérbola rectangular que COUSENS (1985) desarrolló para malas hierbas:

$$y = \frac{I \cdot d}{1 + \frac{I \cdot d}{A}}$$

donde y = porcentaje de pérdida de producción; d = densidad de malas hierbas (plantas/m<sup>2</sup>); A = valor de y cuando d → ∞ = asíntota horizontal; I = valor de y/d cuando d → 0 = pendiente de la recta y = I · d

En estas tres primeras maneras de calcular la función se consideró d = x - B, donde x es el número máximo anual de áfidos por m<sup>2</sup> de copa y B es el número de pulgones por m<sup>2</sup> al que se han podido mantener los grupos de árboles con densidad de plaga mínima (o sea, la mínima infestación de áfidos detectable antes de tratarlos para mantenerlos a un nivel de plaga próximo a 0). Así pues:

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

Las tres diferentes maneras de ajustar los valores observados a esta última función fueron las siguientes: En la primera [1] de las fórmulas, todos los parámetros (I, A, B) se obtuvieron a partir del mejor ajuste. En la segunda [2], B se prefijó como la media de los valores de mínima densidad de plaga en los cuatro años de la experiencia, y se obtuvieron los otros dos parámetros (I, A). La tercera de las fórmulas a la que se ajustaron los valores observados fue la obtenida previamente para *A. gossypii* (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001):

$$y = \frac{0,024(x - 195)}{1 + \frac{0,024(x - 195)}{57,08}} \quad [3]$$

o sea, que en esta fórmula todos los parámetros estaban prefijados: I = 0,024; A = 57,08; B = 195.

Finalmente, la cuarta manera de calcular la función "porcentaje de pérdida de producción (y)/número máximo de pulgones por m<sup>2</sup> de copa (x)" fue ajustando los valores observados a una recta:

$$y = A + Bx \quad [4]$$

Por otro lado, se calcularon por regresión las fórmulas del peso, diámetro y altura del fruto en función del número máximo de pulgones por m<sup>2</sup> de copa de árbol.

Para calcular el EIL se igualó el valor de las pérdidas con el coste del tratamiento (HIGLEY y PEDIGO, 1996; HIGLEY y WINTERSTEEN, 1996):

$$C = V \cdot D' \cdot K \quad [5]$$

donde C = coste total por Ha de insecticida (= coste del producto + coste de aplicación); V = precio por Kg de la fruta; K = reducción de daño con el tratamiento (= eficacia del producto en tanto por uno); D' = pérdida de producción por unidad de plaga.

Para obtener el ET se consideró que su valor corresponde a la densidad de plaga del día anterior a aquél en que se alcanza el EIL (para poder programar el tratamiento con 24 horas de tiempo). Se calcularon,

por regresión, las fórmulas que relacionan el número de áfidos por m<sup>2</sup> (y) con el tiempo en días del año (x), en aquellos años y grupos de árboles con número suficiente de áfidos, utilizando una distribución de tipo normal definida por esta fórmula general:

$$y = \frac{4Ae^{\frac{B-x}{C}}}{\left[1 + e^{\frac{B-x}{C}}\right]^2} \quad [6]$$

A partir del EIL y el ET se obtuvieron los correspondientes umbrales ambientales.

Por último, se determinaron por regresión las fórmulas que relacionan el número de pulgones por m<sup>2</sup> de copa de árbol con cada uno de los otros índices simplificados (porcentaje de brotes atacados, número de brotes atacados por aro, índice de ataque y porcentaje de aros ocupados), para poder calcular por todos estos métodos los cuatro umbrales, y además se realizó el ajuste de los valores aquí obtenidos con *A. spiraecola* a las fórmulas correspondientes obtenidas previamente con *A. gossypii* para cada uno de esos índices simplificados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 figura, por años y grupos de árboles, la producción de clementinas junto con el número máximo de pulgones por m<sup>2</sup> de copa que ha soportado cada grupo, además de la pérdida de producción y su porcentaje respecto a la producción del grupo con menor nivel de plaga de cada año.

Aunque la inmensa mayoría de los pulgones contabilizados pertenecían a la especie *Aphis spiraecola*, un pequeño porcentaje de ellos eran de otras especies (*Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii* y *Macrosiphum euphorbiae*), pero en número tan reducido que su efecto se estima como despreciable.

En el año 2000 hubo una introducción no deseada de ciertas plagas (saltamontes y alguna cochinilla, principalmente) en algunos árboles de dos de los grupos ("a" y "d"), lo que se tradujo en anomalías en la cosecha, y por eso no se han contabilizado estos grupos durante ese año. Hechos similares se dieron en los años siguientes, lo que obligó a prolongar la experiencia hasta 2002 para obtener un número mínimo de puntos, cuando en circunstancias normales se habría concluido en 2001.

Se observa en este Cuadro 1 que la producción de 1998, año previo en que no hubo intro-

Cuadro 1.—Producción y número máximo de *Aphis spiraecola* para cada grupo de clementinos

Año	Grupo de árboles	Producción (Kg)	Pérdida de producción		N.º máximo áfidos/m <sup>2</sup>
			Kg	%	
1998	a	433,25			
	b	432			
	c	435			
	d	431,6			
1999	a	473,5	58,5	11	1.195
	b (1)	532	0	0	347
	c	509	23	4,32	494
	d	491	41	7,71	421
2000	b	112	58	34,12	4.324
	c (2)	170	0	0	69
2001	a	704	-6	-0,86	505
	b (3)	698	0	0	158
2002	c	288,5	75	20,63	2.249
	d (4)	363,5	0	0	308

(1) Nivel mínimo de plaga en 1999; (2) idem en 2000; (3) idem en 2001; (4) idem en 2002.

ducción de *A. spiraecola* y los árboles no soportaron distintos niveles de plaga, fue muy homogénea. En cambio, durante los cuatro años siguientes se dieron apreciables diferencias entre grupos de árboles según las distintas cantidades de pulgones que albergaron.

En el Cuadro 2 se indican los resultados de la correlación entre los valores del Cuadro 1 de número máximo de áfidos por m<sup>2</sup> y los de porcentaje de pérdida de producción, de las cuatro maneras distintas explicadas en la metodología. Para poder comparar estos cuatro tipos de ajuste se ha calculado en cada caso, y puesto en el Cuadro 2, el coeficiente R<sup>2</sup>, pero únicamente como referencia, puesto que carece de sentido si no se obtiene (como es el caso de los tres primeros tipos) como resultado de un ajuste lineal.

El tipo [1] es el del mejor ajuste con la fórmula de COUSENS (1985) modificada (introduciendo el parámetro B, el nivel mínimo de plaga), y da el mejor R<sup>2</sup> de todos, 0,955. En el tipo [2], la misma fórmula viene con B prefijado, 220 [la media de los cuatro niveles mínimos de plaga obtenidos en los cuatro años de la experiencia, indicados en el Cuadro (1)], y da un R<sup>2</sup> de 0,954, casi igual de bueno que el del tipo [1]. El tipo [3] utiliza también esta fórmula, pero con los parámetros que se obtuvieron para *A. gossypii* (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001), y da un R<sup>2</sup>, 0,858, que aunque bastante bueno resulta inferior a los demás. Por último, el tipo [4], ajustado a una recta, da un R<sup>2</sup> de 0,947, peor que los dos primeros aunque mejor que el tercero.

Así pues, los tipos [1] y [2] podrían utilizarse indistintamente por ser prácticamente igual de buenos y presentar fórmulas muy parecidas, y como el valor de B en el tipo [2] está obtenido a partir de valores reales, podría usarse esta fórmula para *Aphis spirae-*  
*cola*, o sea:

$$y = \frac{0,012(x - 220)}{1 + \frac{0,012(x - 220)}{108,2}} \quad [2]$$

Es frecuente que aparezcan mezclados *A. spiraecola* y *A. gossypii* en clementino. En este caso, habría que tener en cuenta que la fórmula [3], obtenida previamente para *A. gossypii*, es más conservadora que la de *A. spiraecola* (sea la [1] o la [2]), en el sentido de que el EIL que se obtiene usando la [3] es más bajo que el obtenido con la [1] o la [2]; es decir, que habría que tratar antes. O sea, que se debería utilizar la fórmula [3] para evitar que la población de *A. gossypii* causara daños que sobrepasaran el coste del tratamiento, aún cuando la población de *A. spiraecola* no hubiera llegado al nivel de daño económico según las fórmulas [1] o [2], teniendo en cuenta además que la fórmula [3] también es aplicable a *A. spirae-*  
*cola*, aunque con un ajuste no tan bueno. Si la proporción de *A. gossypii* fuera baja, podría despreciarse su efecto y usarse la fórmula de *A. spiraecola*.

Cuadro 2.—Correlación entre el número máximo anual (x) de pulgones (*Aphis spirae-*  
*cola*) por m<sup>2</sup> de copa de árbol y el porcentaje (y) de pérdida de producción de los clementinos

Fórmula	Tipo	Parámetros			CMR	R <sup>2</sup>
		I	A	B		
$y = \frac{I(x - B)}{1 + \frac{I(x - B)}{A}}$	[1]	0,012	120,4	178,5	7,692	0,955
Idem	[2]	0,012	108,2	<b>220</b>	6,892	0,954
Idem	[3]	<b>0,024</b>	<b>57,08</b>	<b>195</b>	—	0,858
y = A + Bx	[4]	—	-0,796	0,0084	7,958	0,947

[1] Mejor ajuste; [2] B prefijado; [3] Fórmula obtenida previamente para *Aphis gossypii*; [4] Mejor ajuste lineal. (En negrita, parámetros prefijados).

En la Figura 1 se representan las funciones [1], [2], [3] y [4] sobre los puntos observados para *Aphis spiraecola*, correspondientes al Cuadro 1.

En cuanto a la relación de peso, diámetro y altura del fruto con el número máximo anual de pulgones por m<sup>2</sup> de copa de árbol, viene reflejada en la Figura 2. En los tres casos se aprecia la tendencia de las gráficas a comportarse como líneas horizontales, y para confirmarlo se exponen en el Cuadro 3

los resultados de la regresión realizada con estos valores para la recta  $y = a + bx$ . Estos resultados indican que, efectivamente, tanto para el peso como para el diámetro es 0 el coeficiente b, luego y es una constante en la que no influye el valor de x: el peso y el diámetro de las clementinas son independientes de la cantidad de *Aphis spiraecola* que ha soportado el árbol.

En la altura del fruto, en cambio, sí que tiene repercusión la cantidad de pulgón, pero de

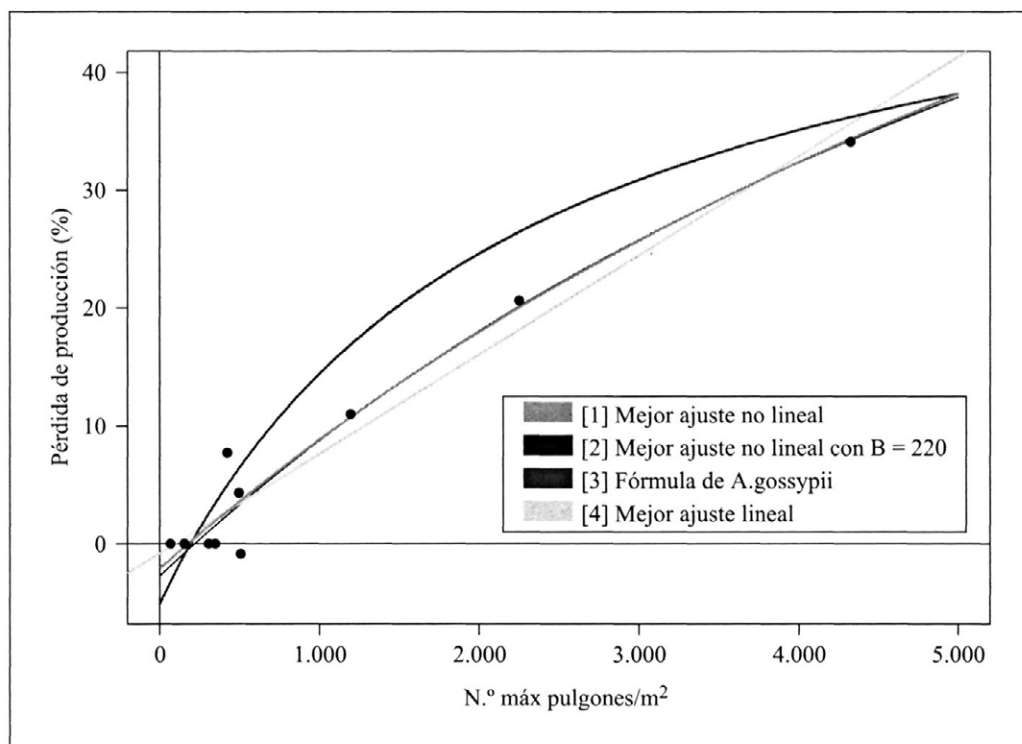


Figura 1: Representación de las funciones que relacionan porcentaje de pérdida de producción con número máximo anual de pulgones por m<sup>2</sup> de copa de clementino, sobre los valores observados para *Aphis spiraecola*.

Cuadro 3.—Regresión ( $y = a + bx$ ) entre el número máximo anual de *Aphis spiraecola* por m<sup>2</sup> (x) y el peso y dimensiones (y) de la clementina

y	p	Hipótesis aceptada	Fórmula
Peso (g)	0,28 > 0,05	b = 0	y = 101,67
Diámetro (mm)	0,54 > 0,05	b = 0	y = 60,67
Altura (mm)	0,03 < 0,05	b ≠ 0	y = 51,76 - 0,00069 x

manera inapreciable, ya que aunque  $b$  es distinto de 0 está muy próximo a él (-0,00069).

Así pues, la cantidad de *A. spiraecola* no influye prácticamente ni en el peso ni en las dimensiones de las clementinas, ni por tanto en su precio unitario. Estos resultados son análogos a los obtenidos en el trabajo previo con *A. gossypii* (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001).

Para calcular el EIL se parte de la fórmula [5]. En ella,  $D'$  es:

$$D' = \frac{P_o}{100} y$$

donde  $P_o$  = producción por Ha de un huerto con nivel mínimo de plaga,  $e$  y = función “% pérdida de producción/densidad de plaga”, para la que en el caso de *A. spiraecola* hemos decidido utilizar la fórmula [2]. O sea:

$$D' = \frac{P_o}{100} \cdot \frac{0,012(x-220)}{1 + \frac{0,012(x-220)}{108,2}} \quad [7]$$

Sustituyendo [7] en [5] y despejando  $x$  resulta que para *A. spiraecola*:

$$x = \frac{879666 \cdot C + 23804 \cdot V P_o K}{108,2 \cdot V P_o K - 100 \cdot C} = EIL (\text{áfidos} / m^2) \quad [8]$$

Utilizando el mismo ejemplo práctico que se usó con *A. gossypii*, es decir, unos valores de  $C = 122,43$  euros/Ha,  $V = 0,23$  euros/Kg,  $K = 1$  y  $P_o = 30.000$  Kg/Ha, resulta para *A. spiraecola*:

$$EIL = 370 \text{ áfidos}/m^2$$

(Con este ejemplo se había obtenido para *A. gossypii* un EIL de 271 áfidos/ $m^2$ )

Para obtener el ET se ha relacionado por regresión el número de pulgones por  $m^2$  con el

tiempo, para aquellos grupos de árboles y años con número suficiente de áfidos, utilizando la fórmula [6]: los resultados se exponen en el Cuadro 4, donde se ve que ha habido una significación muy alta ( $p$  siempre mucho menor de 0,05), y las gráficas correspondientes en la Figura 3. Si en cada una de las fórmulas obtenidas aplicamos el EIL de nuestro ejemplo ( $y = 370$ ) y despejamos la  $x$ , al valor de  $x-1$  le corresponderá un valor de  $y$  que será el ET. Las dos últimas columnas del Cuadro 4 contienen los valores así obtenidos del ET y del cociente ET/EIL para cada caso: el valor medio de la razón ET/EIL resulta ser de 0,87, ligeramente superior al obtenido por HERMOSO DE MENDOZA *et al.* (2001) con *A. gossypii* y al utilizado por HIGLEY y WINTERSTEEN (1996), que era de 0,8 en ambos casos. Así pues, en el ejemplo propuesto más arriba, para *A. spiraecola* resultará que, al ser  $ET = 0,87$  EIL:

$$ET = 322 \text{ áfidos}/m^2$$

Los citados HIGLEY y WINTERSTEEN (1996) obtienen el EEIL y el EET incrementando respectivamente el EIL y el ET con un coste ambiental, calculado a partir de encuestas realizadas a los agricultores, que representa un aumento de 2/3 por término medio en tratamientos foliares. Es decir, que a la espera de estudios más profundos, se pueden aproximar estos valores:  $EEIL \cong 1,66$  EIL;  $EET \cong 1,66$  ET  $\cong 1,44$  EIL. En nuestro ejemplo,  $EEIL \cong 614$ ;  $EET \cong 533$  áfidos/ $m^2$ .

Todos los umbrales los hemos expresado, hasta ahora, como número de pulgones por  $m^2$  de copa de árbol, ya que consideramos que es la manera más precisa de expresar la densidad de plaga. Sin embargo los distintos métodos simplificados, más fáciles de aplicar en el campo, utilizan otro tipo de unidades: los valores obtenidos para cada uno de ellos se han relacionado por regresión con los valores correspondientes, hasta 1.000, del número de pulgones por  $m^2$ , ya que hasta ese valor las funciones se comportan como rectas y ya hemos visto que los umbrales en nuestro caso no llegan a esa cantidad.

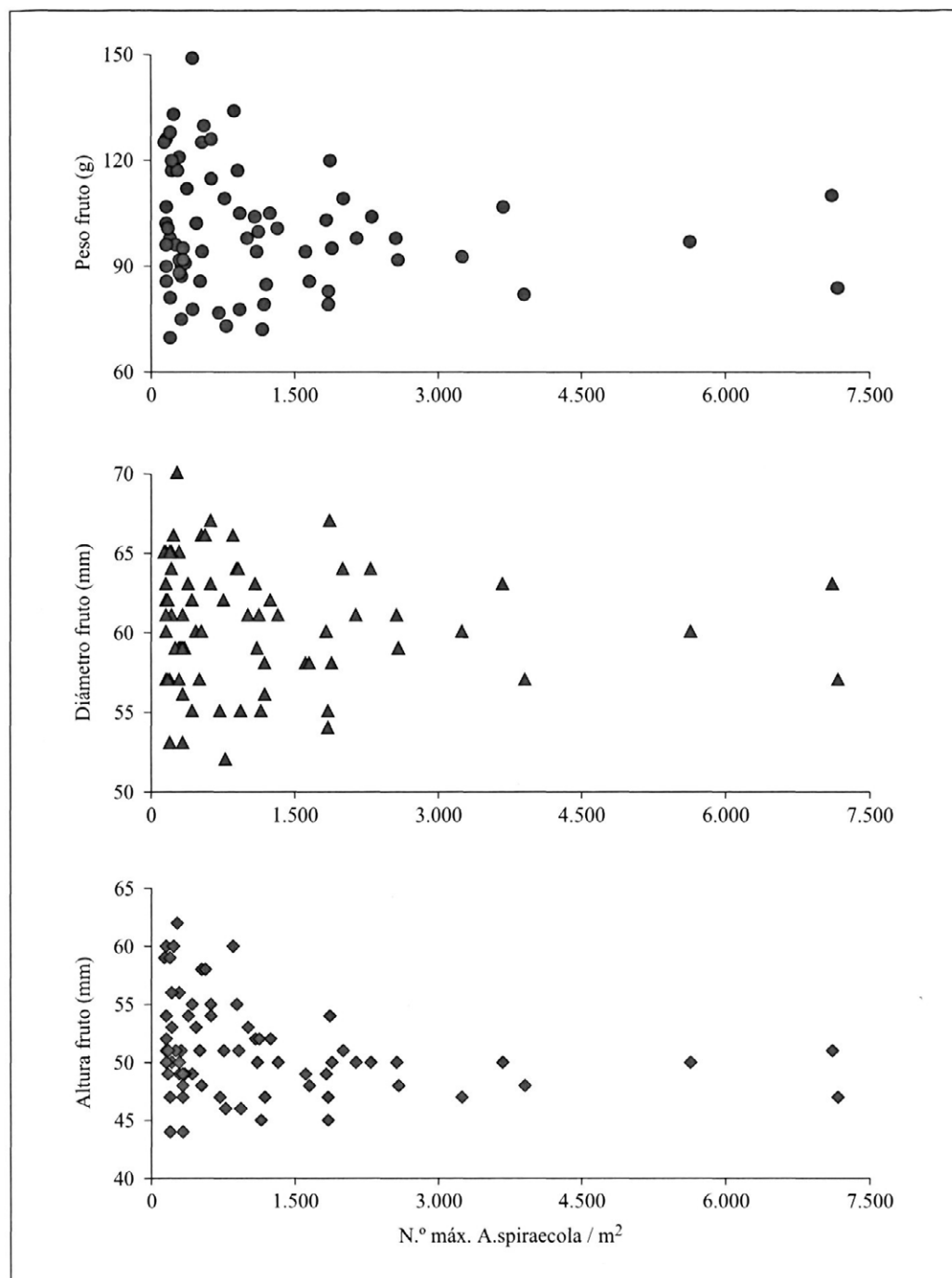


Figura 2: Relación del peso, diámetro y altura de la clementina con el número máximo anual de *Aphis spiraeicola* por m<sup>2</sup> que ha atacado cada árbol.



Cuadro 4.-Regresión \* entre el número de *Aphis spiraecola* por m<sup>2</sup> (y) y el día del año (x), y umbrales de tratamiento (ET) para un nivel de daño económico (EIL) de 370 áfidos/m<sup>2</sup>

Año	Grupo	Resultados regresión				Umbrales para EIL = 370	
		A	B	C	Valor de p	ET	ET/EIL
1999	A	1096,1	174,9	4,1622	0,0008	301	0,81
1999	C	392,1	190,5	6,648	0,0006	355	0,96
2000	B	4738,7	120,9	5,15	<0,0001	311	0,84
2001	A	506,5	125,8	7,985	0,0005	345	0,93
2002	C	3069,2	127,3	4,7859	<0,0001	302	0,82

\* Fórmula

$$y = \frac{4Ae^{\frac{B-x}{C}}}{\left[1 + e^{\frac{B-x}{C}}\right]^2}$$

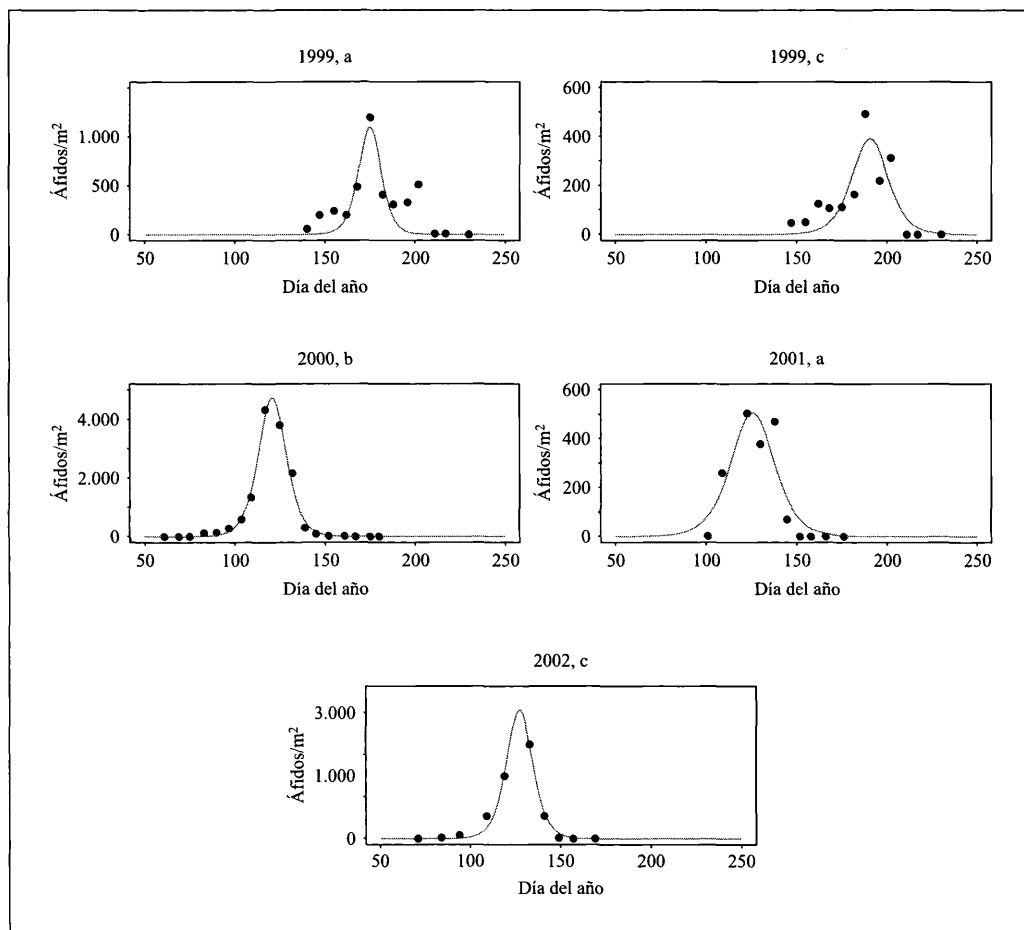


Figura 3: Gráficas teóricas de la evolución del número de *Aphis spiraecola* por m<sup>2</sup> de copa de clementino en el tiempo, sobre los datos reales.

Además, se ha realizado la correlación entre estos valores observados para *A. spiraeicola* con la fórmula obtenida previamente para *A. gossypii* (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001) correspondiente a cada uno de los índices simplificados.

En el Cuadro 5 se indican los resultados de estas correlaciones. Para el primer índice simplificado (el porcentaje de brotes atacados) la correlación del mejor ajuste y la de la fórmula previa para *A. gossypii* son muy semejantes, tanto en la fórmula obtenida como en la  $R^2$  (aunque esta última no es muy alta en ninguna de las dos correlaciones). En cambio, para los demás índices es mucho peor la  $R^2$  de la correlación con la fórmula previa de *A. gossypii* que la  $R^2$  del mejor ajuste, y las fórmulas obtenidas son bastante diferentes en ambos casos. En la Fig. 4 se representan las funciones obtenidas por el mejor ajuste, sobre los puntos observados.

Es decir, que a *A. spiraeicola* y a *A. gossypii* se les podría aplicar una misma fórmula para dar los umbrales como porcentaje de

brotes atacados, pero no para darlos como número de brotes atacados por aro, ni como índice de ataque ni como porcentaje de aros ocupados. La explicación de las diferencias entre las fórmulas obtenidas para cada especie en los tres últimos índices, los más sencillos de aplicar, debe ser que al ganar en simplicidad pierden necesariamente en precisión y aumenta la disparidad.

En el Cuadro 6 se exponen los cuatro umbrales (EIL, ET, EEIL y EET) obtenidos por cada uno de los distintos métodos (índices más o menos simplificados) para *A. spiraeicola*, en el ejemplo práctico propuesto más arriba.

Así pues, en el caso de *A. spiraeicola* el agricultor debería seguir los mismos pasos que se indicaron para *A. gossypii* en el cálculo del umbral económico ambiental (EET), que es el umbral indicado si lo que se quiere considerar es no sólo el coste económico del tratamiento sino también el coste ambiental: Aplicando a la fórmula [8] los valores propios de coste total del insecticida, precio de

Cuadro 5.—Correlación entre el número de *Aphis spiraeicola* por  $m^2$  de copa de clementino (x) y diversos índices simplificados (para  $x < 1.000$ )

Índice simplificado	Tipo de correlación			
	Mejor ajuste		Función previa obtenida para <i>Aphis gossypii</i>	
	Fórmula	$R^2$	Fórmula	$R^2$
$x_1$ ( brotes atacados)	$x/14,47$	0,65	$x/13,11$	0,64
$x_2$ (brotes atacados/aro)	$x/151,98$	0,78	$x/68,65$	-0,37
$x_3$ (índice de ataque)	$x/283,29$	0,74	$x/164,48$	0,35
$x_4$ ( aros ocupados)	$x/7,3$	0,69	$x/3,73$	0,05

Cuadro 6.—Umbrales económicos para *Aphis spiraeicola* en clementino obtenidos por diferentes métodos en un caso concreto (a)

Índice	Fórmula	EIL	EEIL (1,66 EIL)	ET (0,87 EIL)	EET (1,44 EIL)
Pulgones/ $m^2$	x	370	614	322	533
% brotes atacados	$x_1 = x/14,47$	25,6	42,4	22,3	36,8
Brotes atacados/aro	$x_2 = x/151,98$	2,43	4,04	2,12	3,51
Índice de ataque	$x_3 = x/283,29$	1,31	2,17	1,14	1,88
% aros ocupados	$x_4 = x/7,3$	50,7	84,1	44,1	73

(a) Coste del insecticida = 122,43 euros/Ha. Precio de la fruta = 0,23 euros/Kg.  
Eficacia del insecticida = 1. Producción con plaga mínima = 30.000 Kg/Ha.

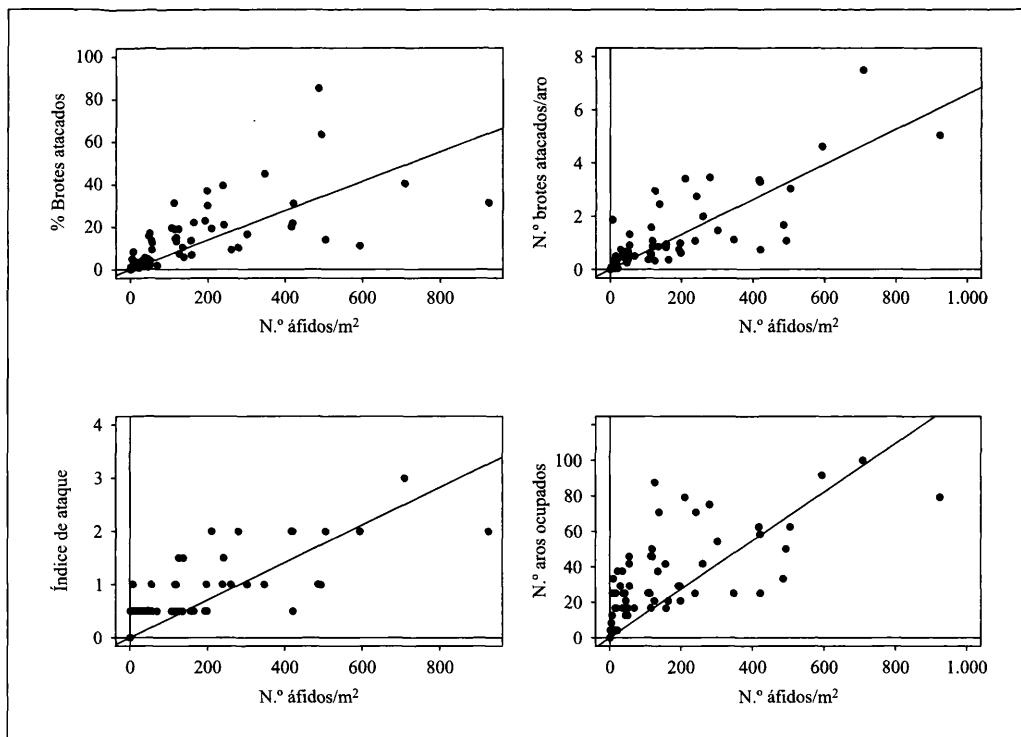


Figura 4: Regresión de cuatro índices simplificados con respecto al número de *Aphis spiraecola* por m<sup>2</sup> de copa de clementino (cuando ese número no pasa de 1.000).

la clementina, eficacia del producto y producción por Ha del huerto, obtendrá el EIL. Multiplicando este valor por 1,44 tendrá el EET, expresado como número de *A. spiraecola* por m<sup>2</sup> de copa. Si prefiere utilizar alguno de los métodos más sencillos, no tiene más que aplicar al valor del EET en pulgones/m<sup>2</sup> la fórmula del Cuadro 6 correspondiente al método elegido. En el momento en que la densidad de plaga alcance el EET, hay que tratar a las 24 horas.

Cuando en los árboles hubiese mezcla de *A. spiraecola* y *A. gossypii*, las fórmulas a utilizar serán las que se calcularon para *A.*

*gossypii* (HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Antonio Font Català, Antonio Gorris, Ramón Pardo y Juan José Cuñat su ayuda en el cultivo y recolección de los árboles, y a María Magdalena Vilchez por la mecanografía, así como al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria del MAPA por la financiación del trabajo (proyecto SC99-046).

## ABSTRACT

HERMOSO DE MENDOZA A., R. AROUNI, B. BELLIURE, E. A. CARBONELL, J. PÉREZ-PANADÉS. 2004. Treatment economic thresholds for *Aphis spiraecola* (Hemiptera, Aphididae) on clementine trees. *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 287-298

Clementine trees have been isolated in mesh cages to maintain on them *Aphis spiraecola* Patch at different densities, which have affected the production: the formula relating number of aphids per m<sup>2</sup> of canopy with yield loss has been obtained. Starting from this formula, those that provide the economic thresholds of treatment against *A. spiraecola* have been obtained: economic injury level, economic threshold, environmental economic injury level and environmental economic threshold. Formulas have also been obtained that allow to express these thresholds by means of simpler indexes of applying in field that the number of aphids per m<sup>2</sup> of canopy. All these formulas have been compared with those that were obtained for *Aphis gossypii* Glover.

**Key words:** *Aphis spiraecola*, *Citrus clementina*, economic injury level, economic threshold.

## REFERENCIAS

- CAVALLORO, R. y PROTA, R., 1983: *Integrated control in citrus orchards: sampling methodology and threshold for intervention against the principal phytophagous pests*. Comission of the European Communities, Brussels-Luxembourg, 64 pp.
- CONSELLERIA D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ, 1997: Normes per a la producció integrada en cítrics en l'àmbit de la Comunitat Valenciana. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* (28-8-1997), 3066: 13778-13815.
- COUSENS, R., 1985: A simple model relating yield loss to weed density: *Ann. Appl. Biol.*, 107: 239-252.
- HERMOSO DE MENDOZA, A.; BELLIURE, B.; CARBONELL, E.A. y REAL, V., 2001: Economic thresholds for *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on *Citrus clementina*. *Journal of Economic Entomology*, 94 (2): 439-444.
- HIGLEY, L.G. y PEDIGO, L.P., 1996: The EIL concept. In: HIGLEY, L.G. and L.P. PEDIGO (Ed.). *Economic thresholds for integrated pest management*. University of Nebraska Press. Lincoln, 9-21.
- HIGLEY, L.G. y WINTERSTEEN, W.K., 1966: Thresholds and environmental quality. In: HIGLEY, L.G., and L.P. PEDIGO (Ed.). *Economic thresholds for integrated pest management*. University of Nebraska Press. Lincoln, 249-274.
- MELIÀ, A., 1995: Muestreo de poblaciones y actividad de vuelo de *Aphis frangulae gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) y otros pulgones sobre cítricos en Castellón. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 601-610.
- ORTU, S. y PROTA, R., 1980: Validità dei metodi di campionamento e delle relative soglie di intervento per il controllo dei principali fitofagi della arancicoltura. En: CAVALLORO, R. y PROTA, R. (Ed.). *Standardisation de metodologies bio-techniques sur la lutte intégrée en agrumiculture*. S. Giuliano, Corse: 35-52.
- RIPOLLÉS, J.L., MARSÀ, M. y MARTÍNEZ, M., 1995: Desarrollo de un programa de control integrado de las plagas de los cítricos en las comarcas del Baix Ebre-Montsià. *Levante Agrícola*, 34 (332): 232-248.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R. y HAGEN, K.S., 1959: The integrated control concept. *Hilgardia*, 29 (2): 81-101.

(Recepción: 13 enero 2004)

(Aceptación: 19 abril 2004)