

## Evolución de los residuos de tres insecticidas en la lucha contra el barrenador de la alcachofa

V. BELTRÁN, R. COSCOLLÁ, M. GAMÓN, R. PELEGRÍ, V. BADÍA

Se ha estudiado la curva de disipación de los residuos de tres plaguicidas, que se han utilizado en la lucha contra el barrenador de la alcachofa *Gorthyna xantenes* Germ.: diazinon, deltametrin y monocrotofos.

Los resultados obtenidos se han comparado con los «límites máximos de residuos» (LMRs) de distintos países europeos y como consecuencia de ello se sugieren unos plazos mínimos de seguridad que van de trece a diecisiete-veinte días para el diazinon, de tres a siete-ocho días para el deltametrin y el no uso del monocrotofos por la larga persistencia de sus residuos en relación con los LMRs.

V. BELTRÁN, R. COSCOLLÁ y V. BADÍA. Servicio de Protección de Vegetales de la Generalitat Valenciana.

M. GAMÓN, R. PELEGRÍ. Laboratorio Agrario de la Generalitat Valenciana.

**Palabras clave:** residuos, alcachofa, barrenador, diazinon, deltametrin, monocrotofos.

### INTRODUCCION

El barrenador de la alcachofa (*Gorthyna xantenes* Germ.) es la principal plaga de los alcachofares valencianos.

Este lepidóptero tiene una generación al año. El adulto sólo vive unos 10 días y aparece en nuestra zona durante octubre, poniendo los huevos en las grietas de los tallos, tocones, etc.

El período de incubación de huevos dura unos 60 días, por lo que la eclosión se inicia a finales de diciembre y se escalona durante unos tres meses aproximadamente (Fig. 1).

La larva recién nacida penetra muy pronto en la planta; entre la eclosión del huevo y la penetración de la larva pasan unas 8 horas.

Estas larvas causan importantes daños al perforar los tallos y formar galerías, ascendiendo y dañando incluso los capítulos.

Al final del verano, cuando la larva alcanza su máximo desarrollo, se dirige por el interior del tallo, hacia el suelo para crisalidar en los tocones.

En la lucha contra esta importante plaga es fundamental determinar la oportunidad de los tratamientos. Como por la movilidad de las mariposas, costumbres nocturnas, etc., no resulta eficaz la lucha contra los adultos, la estrategia se basa en combatir las larvas, tras la eclosión de los huevos, pero antes de que penetren en la planta.

Los motivos de determinar este momento son muy claros: el insecto en forma de larva neonata tiene la máxima sensibilidad a los insecticidas, está perfectamente localizado en la planta, no ha efectuado daño todavía y puede determinarse bien la evolución de la eclosión y por lo tanto el período de tratamiento.

Ahora bien, hay que tener en cuenta que este período se prolonga unos tres meses y

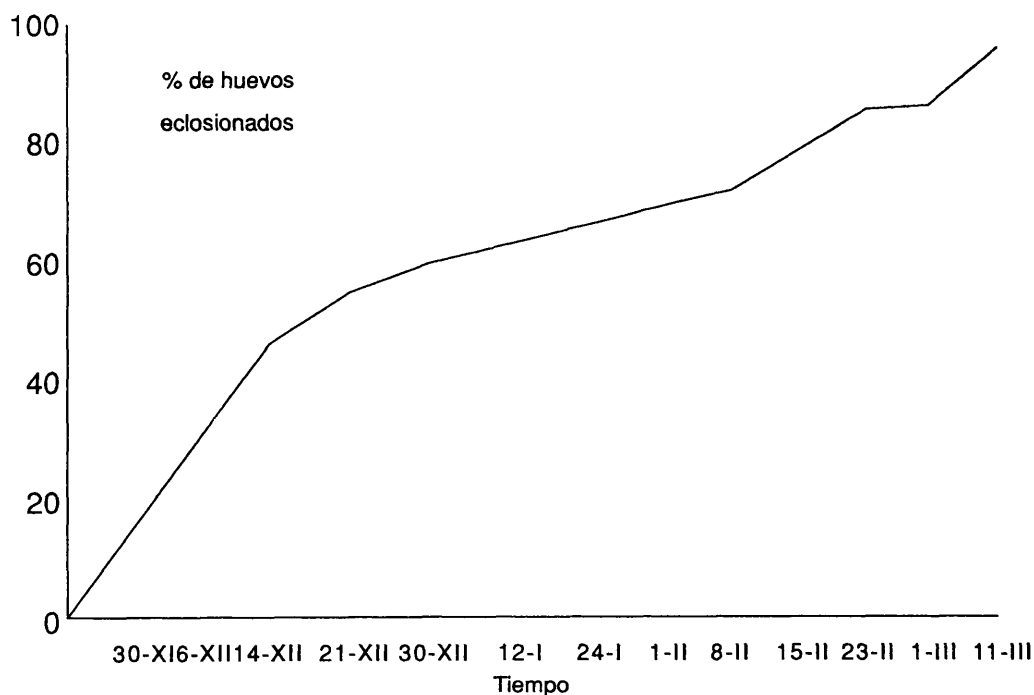


Fig. 1.—Evolución de la eclosión de huevos en una campaña tipo.

las plantas tienen que estar perfectamente protegidas, pues las larvas neónatas están pocas horas en el exterior, que es donde pueden entrar en contacto con el insecticida. Esto quiere decir que, en nuestra zona, los tratamientos se han de iniciar a finales de diciembre o principios de enero y prolongarse, normalmente, hasta principios de marzo. Cada año, la Estación de Avisos indica las fechas más adecuadas de inicio y fin de las aplicaciones, en función de la curva de eclosión de huevos.

Como se comprende, se requieren varias aplicaciones para cubrir ese período, adecuadamente espaciadas según el período de persistencia de la actividad biológica de insecticida empleado.

Ahora bien, el período de aplicaciones coincide con el período de recolección de la alcachofa, que se extiende normalmente de noviembre a mayo. Teniendo en cuenta esta recolección escalonada (se hacen pasas cada pocos días), en época de aplicaciones,

se comprende la posibilidad de que aparezcan problemas de residuos de los plaguicidas empleados. Máxime cuando la estructura del capítulo favorece el depósito y retención del plaguicida.

Aunque se están efectuando estudios de eficacia a base de biopreparados, como formulaciones de *Bacillus thuringiensis*, que soslayarían este problema, de momento, la terapéutica se basa en la utilización de plaguicidas químicos.

Son varios los productos recomendados por los Servicios de Protección de los Vegetales. Básicamente han sido fosforados y actualmente están ganando terreno los piretroides por su corto plazo de seguridad (Cuadro 1).

Con el fin de iniciar el estudio de la problemática de residuos que el empleo de insecticidas podría provocar en período de recolección, hemos considerado interesante estudiar la curva de disipación de algunos

Cuadro 1.—Productos recomendados en la lucha contra el barrenador de la alcachofa (M.A.P.A., 1990)

Grupo	Producto	Plazo de seguridad (días)
Fosforados	clorpirifos	21
	diazinon	20
	fenitrotion	15
	profenofos	20
Piretroides	alfacipermetrin	2
	bifentrin	3
	ciflutrin	3 (n.a)
	cipermetrin	4-21
	deltametrin	2-3
	lambda-cihalotrin	3
	permetrin	7

de los productos ampliamente empleados. Hemos elegido un fosforado, el diazinon y un piretroide, el deltametrin. También hemos estudiado la curva de disipación de otro insecticida que, no estando autorizado en alcachofa, ha sido utilizado por su acción contundente, el monocrotofos.

## MATERIAL Y METODOS

Los tres insecticidas fueron ensayados en dos campañas (1985 y 1987 para diazinon y monocrotofos y 1988 y 1989 para el delta-

metrin). En todos los casos se hicieron repeticiones, con un mínimo de 3.

Los ensayos se efectuaron en L'Alcudia en los años 1985, 1987 y 1988 y en Llíria en 1989. En todos los períodos se efectuaron sobre la variedad Monqueli. En todos los períodos de duración de los ensayos se anotaron las temperaturas máximas y mínimas, las precipitaciones y la insolación diariamente.

El tamaño de la parcela elemental fue de 90 m<sup>2</sup>. Las aplicaciones se realizaron con pulverizador de mochila, mojando hasta goteo. Las dosis de plaguicidas empleadas y sus características fueron las siguientes:

Producto	Form.	Riqueza (%)	Dosis (%)	Consumo caldo (l/ha)	g·m·a/ha	Nombre comercial
Diazinon (1985)	LE	60	0,1	1.600	960	Diaziben
				2.300	1.380	
Diazinon (1987)	LE	60	0,12	2.100	1.500	Basudin 60E
Deltametrin	LE	2,5	0,03	1.600	12,5	Decis
			0,02	2.100		
Monocrotofos (1985)	LE	40	0,1	1.700	680	Azodrin 40SC
				2.300	920	
Monocrotofos (1987)	LE	40	0,07	1.550	434	Azodrin 40SC

Los residuos se determinaron tras una sola aplicación.

Se tomaron muestras inmediatamente antes de la aplicación (T - 0), inmediatamente después (T + 0), así como a los 3, 7, 14 y 21 días tras la aplicación.

En 1985 el muestreo fue más irregular, pues en algunos casos se tomaron muestras a los 2, 4, 5, 10, 13, 14, 16 y 24 días tras la aplicación.

Cada muestra fue de unos 2 kg de capítulos aproximadamente, buscándose la máxima representatividad en el muestreo. Tras efectuar la toma de muestras en campos, éstas se llevaban inmediatamente al laboratorio, realizándose la determinación de sus residuos mediante los siguientes métodos analíticos:

### Deltametrin

Se pesan 100 g de la muestra triturada y bien homogeneizada y se añaden 150 ml de acetona. Se agita durante 15 minutos en un agitador rotatorio y se filtra al vacío a través de un papel de filtro whatman número 1.

Se añaden 150 ml de cloruro sódico al 5 % al extracto filtrado en un embudo de decantación.

Se realizan dos particiones con 30 ml de hexano, recogiendo la fase orgánica y pasándola a través de sulfato sódico anhidro, evaporando el hexano a sequedad con un rotovapor a 40 °C en un baño de agua.

El residuo se disuelve con isooctano y se inyecta en un cromatógrafo de gases Perkin Elmer, modelo F-17 equipado con un detector de captura de electrones ECD.

La columna utilizada es del 3 % OV-101 sobre chromosorb WHP 100/120 mallas, de 1 m de longitud y 1/4 de pulgada de diámetro. La temperatura del horno es de 230 °C y la del inyector y del detector de 300 °C. El tiempo de retención es de 9,3 minutos.

La recuperación es superior al 90 %.

### Diazinon y monocrotofos

Se pesan 100 g de muestra triturada y se añaden 200 ml de acetato de etilo y 40 g de sulfato sódico anhidro. Se agita en un Ultrawax durante dos minutos y después se fil-

Cuadro 2.—Residuos de diazinon (mg/kg)

	1985				1987					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
T-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T+0	1,75	3,32	3,74	1,38	3,4	3,05	3,40	...	3,37	5,12
T+2	1,10	...	2,63	0,40	...	...	...	...	...	...
T+3	...	0,73	...	...	1,7	1,70	2,70	2,70	2,70	1,90
T+4	0,95	0,46	2,13	0,17	...	...	...	...	...	...
T+7	0,83	0,34	0,65	0,08	0,96	1,02	1,28	0,63	0,52	1,70
T+10	0,36	0,27	0,45	0,007	...	...	...	...	...	...
T+13	...	0,25	...	t	...	...	...	...	...	...
T+14	0,28	...	...	...	0,50	0,76	0,48	0,44	0,15	0,10
T+16	...	...	0,09	...	...	...	...	...	...	...
T+21	...	0,01	...	...	0,30	0,21	0,18	0,10	0,06	0,08

tra a vacío con un embudo Buchner a través de un filtro whatman número 1.

El extracto filtrado se evapora a sequedad con un rotovapor a 40 °C en un baño de agua.

El residuo se redissuelve en acetado de etilo y se inyecta en un cromatógrafo de gases con un detector NPD.

La columna utilizada es semicapilar de fenil metil silicona de 15 m y 530 mm. La temperatura del horno es de 180 °C y la del inyector y del detector de 270 °C.

Los tiempos de retención son para el monocrotofos de 2,3 minutos y para el diazinón de 3,5 minutos.

Las recuperaciones son mayores del 85 %.

## RESULTADOS

En los cuadros 2, 3 y 4 y en las figuras 2, 3 y 4 se exponen los resultados analíticos obtenidos.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos para el *diazinon* no discrepan considerablemente de los recopilados por BARTSCH (1974), que sobre frutos y uvas obtuvo depósitos de 1 a 5 ppm aproximadamente, decreciendo en un 50 % a los 4 días. Sobre hortalizas de hoja los residuos iniciales fueron mayores aunque se-

Cuadro 3.—Residuos de *deltametrin* (mg/kg)

	1988			1989		
	A	B	C	D	E	F
T-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T+0	0,16	0,08	0,36	0,07	0,10	0,14
T+3	0,12	0,02	0,06	0,02	0,04	0,04
T+7	0,05	0,04	0,05	n.d.	0,01	0,01
T+14	0,03	0,03	0,03	n.d.	n.d.	n.d.
T+21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Cuadro 4.—Residuos de monocrotofos (mg/kg)

	1985			1987		
	A	B	C	E	F	G
T-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
T+0	5,68	6,10	1,35	3,5	4,2	4,3
T+2	...	2,27	0,80	...	...	...
T+3	2,96	..	...	2,3	2,7	2,3
T+4	2,67	...	0,41	...	...	...
T+7	2,42	1,70	0,23	1,38	2,5	1,7
T+10	1,38	1,12	0,16	...	...	...
T+13	0,87	...	...	...	...	...
T+14	...	...	0,10	0,72	1,3	1,4
T+16	...	060	...	...	...	...
T+21	0,57	...	...	0,42	0,35	0,34

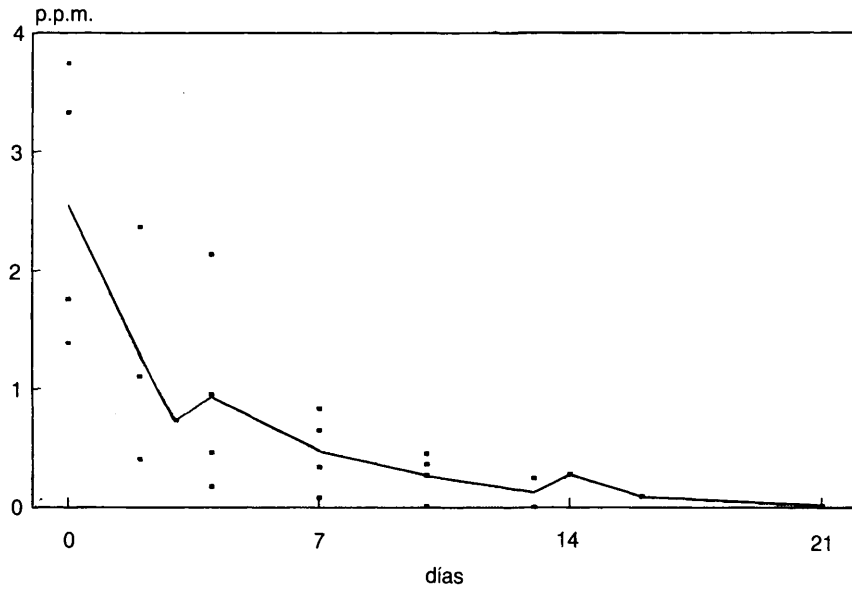
ñaló vidas medias más cortas. Sobre otras hortalizas (no estudió las alcachofas) los residuos iniciales fueron menores. AL-SAMARIEE *et al.* (1988) trabajando en pimientos encontraron residuos de 0,5 ppm transcurridos 13 días tras la aplicación.

Respecto al *deltametrin* los bajos residuos encontrados son bastante coincidentes con los obtenidos por la casa fabricante ROUSSEL-UCLAF (1983) que con dosis de 12,5 g ma/Ha, encontró 0,06 ppm a los 4 días de la aplicación. También PAITIER (1985) señala depósitos en cantidades trazas en alcachofas tras la aplicación.

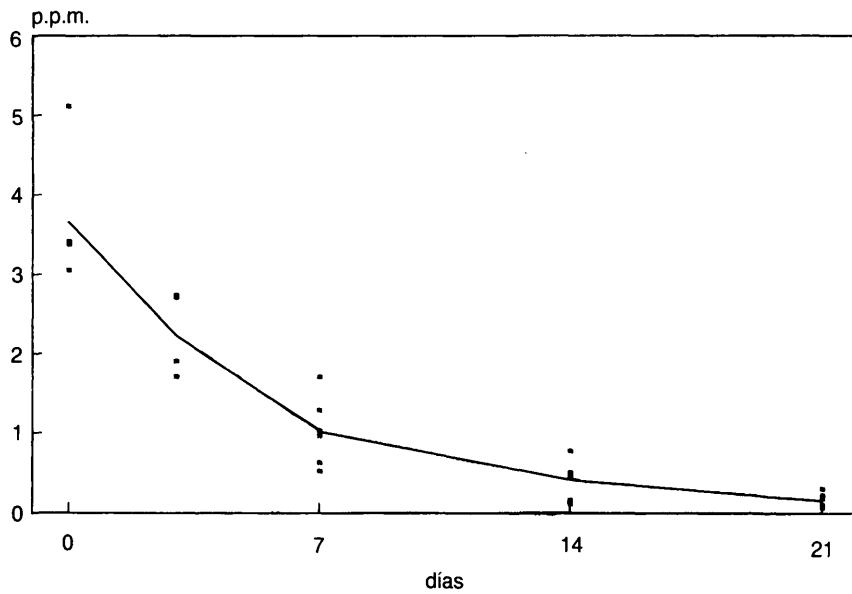
Por último, respecto al *monocrotofos* difieren algo, de los señalados por RAO *et al.* (1987) sobre pimientos que, para dosis similares obtuvieron depósitos de unas 8 ppm, o los señalados sobre ciertas leguminosas por SINGH *et al.* (1988) del orden de unas 11 ppm (aunque a los 15 días eran sólo de 1,33 ppm) o por MISHRA *et al.* (1988) que eran de unas 2,5 ppm. No hemos encontrado estudios sobre alcachofas.

Al relacionar los valores de los logaritmos de las cantidades de residuos hallados,

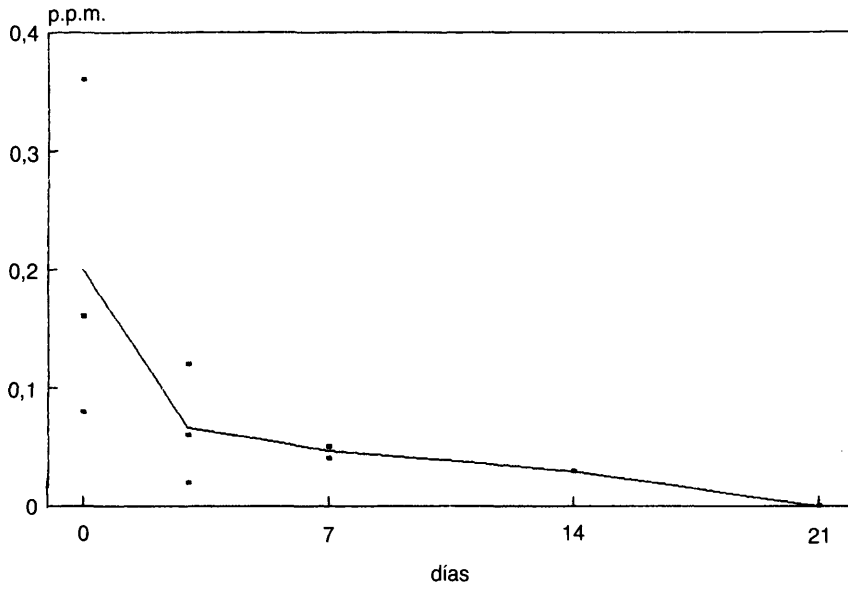
### RESIDUOS DIAZINON 1985 ALCACHOFA



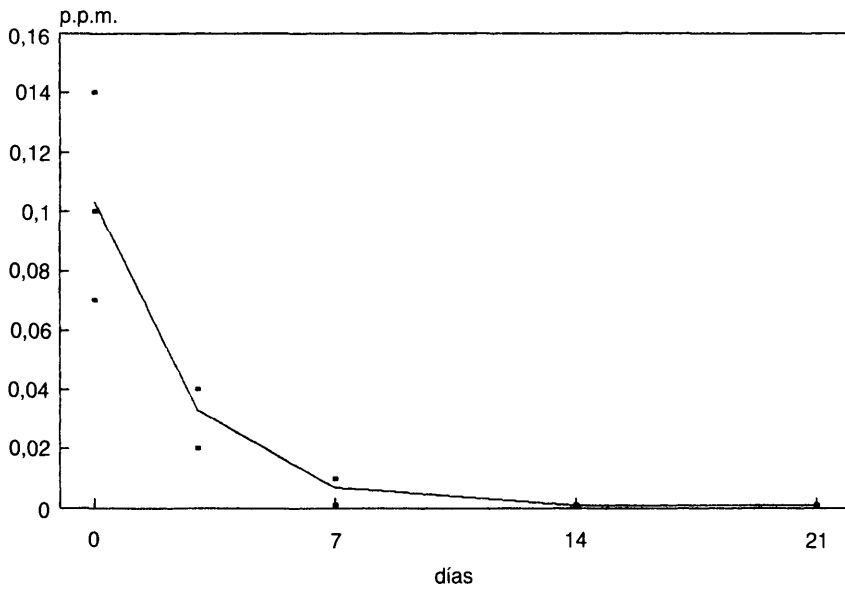
### RESIDUOS DIAZINON 1987 ALCACHOFA



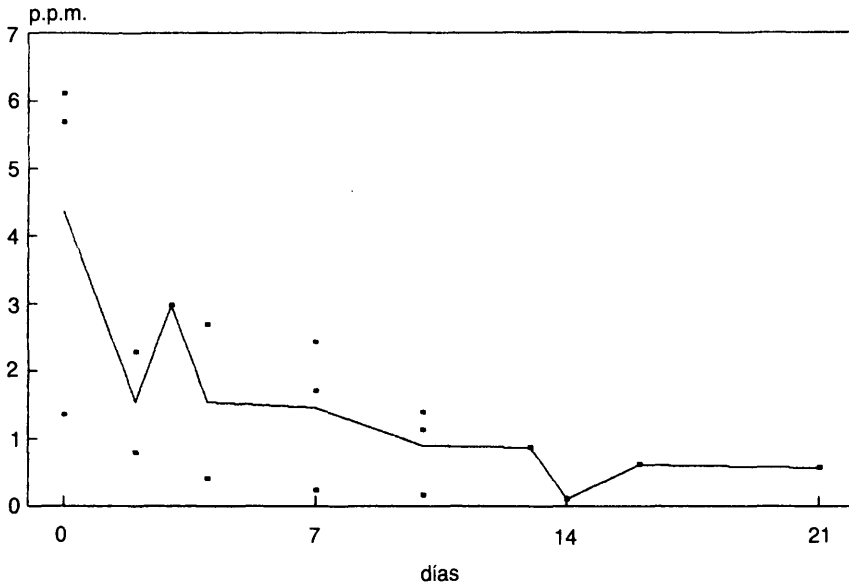
### RESIDUOS DELTAMETRIN 1988 ALCACHOFA



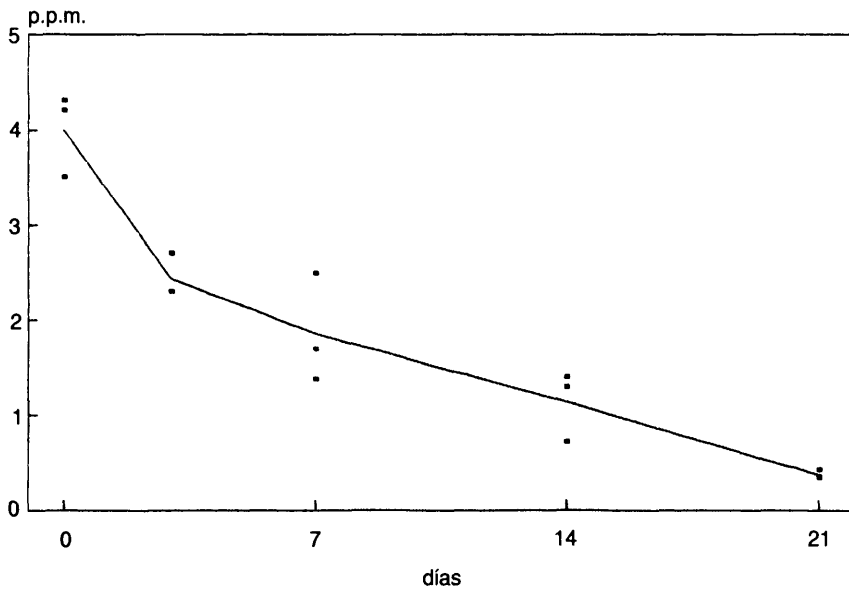
### RESIDUOS DELTAMETRIN 1989 ALCACHOFA



**RESIDUOS MONOCROTOFOS 1985  
ALCACHOFA**



**RESIDUOS MONOCROTOFOS 1987  
ALCACHOFA**





Cuadro 5.—Ajuste por regresión lineal semilogarítmica de la evolución de los residuos (y) con el tiempo (x) a la expresión  $\log. y = a + bx$ 

Plaguicida	Año	Coef. correlación	a	b
Diazinón	1985	0,71	0,2714	-0,1043
	1987	0,88	0,4856	-0,0614
Deltametrín	1988	0,69	-0,9556	-0,0454
	1989	0,95	-1,0273	-0,1429
Monocrotofos	1985	0,62	0,4545	-0,0633
	1987	0,96	0,5800	-0,0456

Cuadro 6.—Límites máximos de residuos

País	diazinon	deltametrin	monocrotofos
Alemania	0,5	0,05	0,05
Bélgica	0,5	0,20	0,10
Dinamarca	0,5	0,10	0,20
España	0,5	0,20	0,02
Finlandia	0,5	0,50	0,10
Francia	0,5	0,20	—
Holanda	0,5	0,05	0* (0,02)
Italia	0,5	0,5	0,05
Reino Unido	0,5	(0,05)	—
Suecia	0,3	—	0,10
Suiza	0,5	0,05	—

en función del tiempo transcurrido desde la aplicación, obtenemos una regresión lineal semilogarítmica (TIMME y FRESHE, 1980). Los parámetros obtenidos al ajustar los valores de residuos y de tiempo a la ecuación semilogarítmica  $\log. y = a + bx$ ; (en donde y es el residuo, al cabo de un tiempo de x días y en cuanto al significado de los parámetros a representa el logaritmo de depósito o residuo inicial y b la pendiente de la recta de regresión), sus valores aparecen indicados en el cuadro 5.

## CONCLUSIONES

Si comparamos los resultados obtenidos con los «límites máximos de residuos» (LMRs) fijados para estos plaguicidas en diferentes países europeos (Cuadro 6), en

las condiciones específicas de este ensayo llegamos a las siguientes conclusiones:

1) En general los resultados ofrecen una gran variabilidad. Esta variabilidad, en todos los casos, ha sido mayor en el primer año de ensayo, con coeficientes de correlación más bajos, pero normalmente, la amplitud de los intervalos de resultados para un mismo día tras la aplicación es grande. Esto indica que hemos de interpretar con prudencia estos resultados.

2) En lo que respecta al *diazinon*, teniendo en cuenta que el LMR para la mayoría de los países es de 0,5 mg/kg, aplicando las anteriores ecuaciones, hubiera sido necesario esperar sólo unos 13 días para recolectar, tras el tratamiento. Si consideramos el LMR de un país más exigente (Suecia, 0,3 mg/kg), hubiera sido necesario esperar unos 17 días (matizarlo con variabili-

dad del Cuadro 2). Como el plazo de seguridad es 20 días, si éste se respeta, no deben existir problemas de residuos, teniendo en cuenta las condiciones de este ensayo. Otra cuestión es la dificultad de respetar este plazo de seguridad en período de recolección.

3) Respecto al *deltametrin* los bajos niveles obtenidos son lógicos teniendo en cuenta las bajas dosis utilizadas; sin embargo los LMRs son muy variables. Con el bajo plazo de seguridad que tiene (tres días) hubiera sido suficiente respetarlo para no tener problemas de residuos en nuestro país y en países con LMRs similares (Francia, Bélgica, Italia, Finlandia). Para países con LMRs más bajos, como Alemania, Holanda y Suiza, hubiera sido necesario esperar 7-8 días entre el último tratamiento y la recolección.

4) Respecto al *monocrotophos*, éste tiene LMRs muy variables según el país, pero en general son muy bajos. Teniendo en cuenta esto y aplicando las anteriores ecua-

ciones hubiera sido necesario esperar entre 28 y 50 días (según países) tras la aplicación, lo que le convierte en inviable para este fin. Máxime teniendo en cuenta la variabilidad añadida de resultados. Por otra parte se trata de un producto no autorizado y que, por lo tanto, no debe emplearse en alcachofa.

5) Por último, no hay que olvidar, que los anteriores resultados son los obtenidos en capítulos que van directamente del campo al laboratorio. En la realidad, suele haber un período desde la recolección hasta el consumo, en el cual disminuye el contenido en residuos. Y sobre todo, el tratamiento doméstico a que se someten las alcachofas (lavado, cocinado, etc...) pueden reducir considerablemente las cantidades de residuos presentes, tanto el diazinon (BARTSCH, 1974) como, en menor medida, del deltrametrin (ROUSSEL-UCLAF, 1983). Por lo tanto, conviene tener en cuenta esta matización a la hora de considerar la incidencia real de estos residuos sobre el consumidor.

#### ABSTRACT

BELTRÁN, V., COSCOLLA, R., GAMÓN, M., PELEGRI, R., y BADIA, V. (1992): Evolución de los residuos de tres insecticidas en la lucha contra el barrenador de la alcachofa. *Bol. San. Veg. Plagas*, 18 (2): 337-346.

Residue dissipation has been studied for three pesticides which have been used against artichoke-plant borer *Gorthyna xantenes* Germ.: diazinon, deltamethrin and monocrotophos.

Results obtained have been compared with MRL of different European countries, and as result «waiting times» PHI are suggested for these three pesticides, 13 to 17-20 days for diazinon, 3 to 7-8 days for deltamethrin and no use at all of monocrotophos because its long residue persistence in relation with MRL.

**Key words:** artichoke-plant, diazinon, deltamethrin, monocrotophos.

#### REFERENCIAS

- AL-SAMARIEE, A. I. *et al.*, 1988: Residue levels of three organophosphorus insecticides in sweet pepper grown in commercial green houses. *Pest. Sci.*, 22(3): 189-194.
- BARTSCH, E., 1974: Diazinon II: residues in plants, soil, and water. *Residue Rev.*, 51: 37-68.
- MAPA, 1990: *Manual de productos fitosanitarios*. DG de la Producción Agraria, Madrid.
- MINISTRY OF WELFARE, HEALTH AND CULTURAL AFFAIRS, 1988: *Analytical Methods for Residues of Pesticides in Foodstuffs*. pp. 53-71.
- MISHRA, P. N.; SAXENA, M. P.: Persistence of monocrotophos in chickpea *Cicer arietinum* (referenciado en *Rev. Appl. Ent.*, 1988, número 3422).
- PAITIER, G., 1985: Analyses de résidus de produits phytosanitaires dans le cadre de l'experimentation. *Phytoma*, noviembre 1985, pp. 38-43.
- RAO, B. N.; SUBBAIAH, K. R., 1987: Dissipation of monocrotophos and carbaryl in green and ripe fruits of chilli and removal of the insecticides by different processing procedures (referenciado en *Rev. Appl. Ent.*, 1989, número 4813).
- ROUSSEL-UCLAF, 1983: *Deltametrin* (monografía). p. 299.
- SINGH, F. *et al.*, 1988: Dissipation of fenitrothion and monocrotophos on pods of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Indian J. Agr. Sci.*, 58(10): 787-788.
- ZWEIG, G.; SHERMA, J., 1984: *Analytical Methods for Pesticide and Plant growth Regulators*. Vol. XIII. pp. 53-79.