

Eficacia y persistencia de dos inhibidores de quitina y malatión sobre poblaciones larvarias de langosta mediterránea, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en pleno campo

A. ARIAS GIRALDA y J. JIMÉNEZ VIÑUELAS

La introducción de este artículo es una revisión bibliográfica del uso de insecticidas clorados, fosforados, carbamatos y piretroides contra langostas, de su modo de acción y sus principales repercusiones sobre el medio ambiente, así como de los insecticidas más recientes en la familia de los reguladores del crecimiento de los insectos (IGR), que se presentan como los candidatos más idóneos para sustituir a los anteriores.

Los resultados muestran en primer lugar la evolución larvaria de la langosta mediterránea, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en una parcela testigo con alta densidad de rodales de puesta, de una finca situada en la «zona permanente» de dicha langosta en la comarca de Trujillo (Cáceres).

Los avivamientos tuvieron lugar en los 25-30 días comprendidos entre finales de marzo y finales de abril, con un máximo en la primera década de abril. Los máximos de los sucesivos estados larvarios se produjeron con una cadencia de 8 a 10 días en función de la climatología.

En segundo lugar se hace un estudio de la variabilidad de las unidades muestrales, con el tipo de manga de barrido y la técnica de muestreo utilizadas. La variabilidad fue muy alta.

En tercer lugar se presentan la eficacia y persistencia de dos inhibidores de la síntesis de quitina, diflubenzurón y flufenoxurón, en comparación con el malatión como insecticida de referencia, aplicados desde el inicio de los avivamientos.

El malatión confirma su gran efecto de choque, pero fueron necesarias 3 aplicaciones para cubrir todo el período de avivamientos. Los inhibidores de quitina mostraron una acción lenta, pero su persistencia alcanzó las 3 semanas, con lo que 1 aplicación cubrió casi todo el avivamiento; su efecto sobre los artrópodos más comunes fue más débil que el del malatión.

Finalmente se discute el diseño del ensayo y se proponen otros para seguir conociendo el manejo de los inhibidores de quitina en la óptica de su empleo en las campañas oficiales preventivas contra la langosta mediterránea.

A. ARIAS GIRALDA y J. JIMÉNEZ VIÑUELAS. Servicio de Sanidad Vegetal. Junta de Extremadura. Plaza de la Soledad, 5, 1.º - 06001 Badajoz.

Palabras clave: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), fenología, diflubenzurón, flufenoxurón, malatión, eficacia, persistencia, diseño de ensayos, modo de acción en larvas.

INTRODUCCION

Las langostas han sido combatidas desde los años 50 y hasta muy recientemente, de modo predominante con insecticidas clorados. La «langosta del desierto», llamada también «langosta peregrina», (*Schistocerca*

gregaria Forskäl) es una de las plagas más espectaculares (KRALL y WILPS, 1994) y la especie de langosta más dañina, cuya área de dispersión se extiende desde el oeste de la India hasta la costa atlántica africana comprendida entre el Sahel y el Magreb, pasando por la Península arábiga. Contra ella se ha empleado el organoclorado dieldrín

durante unos 30 años, mediante la técnica de pulverizaciones en barrera contra las bandas de larvas migratorias; gracias a la gran persistencia de este insecticida, el tratamiento de sólo el 10%-20% de la superficie era suficiente para conseguir una gran eficacia (BRADER, 1988; LAUNOIS y RACHADI, 1993), por lo que parece haber evitado al menos un ciclo de invasión generalizada y por tanto de hambre para las poblaciones humanas afectadas (SAS, 1991).

Sin embargo, en la última gran explosión de esta especie, ocurrida entre los años 1986 y 1989, los países cooperantes, que ya habían prohibido la fabricación y venta de organoclorados, forzaron políticamente a los países afectados a no usar ni siquiera sus existencias de dieldrín por sus ya conocidos efectos ambientales, como su toxicidad, persistencia y bioacumulación, no totalmente aplicables al «hábitat» árido o semiárido de esta langosta (SAS, 1991), siendo reemplazado por insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, menos tóxicos y no bioacumulativos, pero con grandes inconvenientes, como su escasa persistencia, que obliga a aplicarlos varias veces y sobre toda la superficie, su menor eficacia media y su coste mucho mayor (entre 5 y 10 veces) y su período de conservación mucho más corto (BRADER, 1988; LAUNOIS y RACHADI, 1993).

En el área de distribución de la «langosta mediterránea», *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), el insecticida organoclorado usado sobre poblaciones larvianas, desde mediados de los años 50, fue el HCH (DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, 1965, LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992). En España, este insecticida se prohibió para uso general el año 1975 (Orden del MAPA de 4 de diciembre de 1975-BOE de 24 de diciembre), permitiéndose sólo en aplicaciones controladas oficialmente, por lo que siguió usándose en las campañas contra «langosta mediterránea», prohibiéndose definitivamente en 1985 (Orden del MAPA de 28 de febrero de 1986, BOE de 5 de marzo), siendo recogidas y eliminadas las existen-

cias oficiales en Extremadura, sustituyéndose por uno de los insecticidas fosforados usados contra langostas en el contexto mundial, el fenitrotión (ARIAS *et al.*, 1993), realizándose un ensayo para confirmar su eficacia (DEL MORAL, 1986).

Sin embargo, el empleo de los fosforados orgánicos y carbamatos en los países, en general más prósperos, del «hábitat» de la «langosta mediterránea», se inició en los años 60 contra adultos y últimos estados larvianos, cuando empezaron a encontrarse algunos de los inconvenientes de los clorados. Este uso, de menor toxicidad, pero también menor persistencia, continúa en la actualidad, no sólo contra langostas, sino también contra saltamontes, e incluso en los países más desarrollados (SYMMONS, P. M., 1984; EWEN, 1990; LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992).

En Estados Unidos, carbaril, malatión y acefato han sido seleccionados e incluidos en un programa de «Manejo Integrado de Plagas» (IPM), junto con el protozoo *Nosema locustae* y métodos de cultivo, que se inició en 1987 contra diversos saltamontes de los pastizales de 17 Estados del Oeste y parte de Alaska, en los que se trata una media anual de 1 millón de ha (USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, 1987).

Los piretroides se incorporaron en los años 80 a la lucha contra langostas y saltamontes, (JOHNSON *et al.*, 1986; PASTRE *et al.*, 1988), pero aunque también mejoraban la toxicidad en relación a los clorados, su persistencia era baja (algo mayor que fosforados y carbamatos) y su toxicidad alta frente a peces e invertebrados acuáticos; el esfuerzo del Registro Oficial español por rebajar esta última clasificación toxicológica a base de disminuir la dosis permitida por ha del cipermetrín, ocasionó una eficacia práctica inaceptable sobre la «langosta mediterránea» (GARCÍA CONCELLÓN *et al.*, 1990 y 1991).

En un Informe de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (1989), se resume así la toxicidad para orga-

nismos no-diana, de los 13 insecticidas clorados, fosforados, carbamatos y piretroides

de uso más extendido contra langostas y saltamontes:

Insecticida	Persistencia	Biocamulación	Aves	Mamíferos	Peces	Invertebrados acuáticos
Carbaril	B	B-M	B	B	B	B
Diacinón	M	M	M-A	B	M	A
Dieldrín	A	A	A	A	A	M
Fenitrotión	B	M	A	B	B	A
Lindano	M-A	A	M-A	M	M	M
Malatión	B	B	M	B-M	B	B
Propoxur	B-M	B-M	B-M	M	B	A
Acefato	B	B	B	B	B	B
Bendiocarb	M	M	M	M	M	M
Clorpirifos	M-A	M-A	-	M	B-M	A
Cipermetrín	M-A	A	-	B	A	A
Lambda cialotrín	M	A	B	A	A	A
Tralometrín	M	A	B	B	A	A

A = Alta. M = Media. B = Baja.

Una lista reciente de la FAO (1992), limita la lista de insecticidas aceptables contra la

«langosta del desierto», a los 6 siguientes (en orden alfabético):

Insecticida	Dosis (g ma/ha)	Familia
Bendiocarb	100	Carbamato
Clorpirifos	240	Organofosforado
Deltametrín	15	Piretroide
Fenitrotión	450	Organofosforado
Lambda cialotrín	20	Piretroide
Malatión	925	Organofosforado

La situación al finalizar los años 80, podría resumirse así: Existen materias activas con gran efecto de choque, formulaciones y medios de aplicación en ultrabajo volumen (UBV), que permiten una acción rápida contra los adultos y últimos estados larvarios de las especies de langostas, con un efecto sobre el ambiente menor que el de los insecticidas clorados (como es el caso del malatión en UBV, empleado en España desde finales de los años 60), pero que si se usan sobre larvas carecen de la suficiente persis-

tencia para cubrir el período de avivamiento o eliminar las reinvasiones, (como el fenitrotión 5% espolvoreo, usado en España).

Ante esta situación los caminos a seguir podían ser:

a) Experimentar los insecticidas de las nuevas familias de síntesis química que las industrias iban poniendo en el mercado, ó

b) Esperar a que la investigación obtuviera resultados prácticos de las múltiples líneas emprendidas para una actuación más respetuosa sobre el medio: los extractos ve-

getales del «neem» (*Azadirachta indica*) y de las *Melia* spp., el protozoo parásito *Nosema locustae*, las esporas de los hongos parásitos *Metarhizium* spp., *Sorosporella* sp. y *Beauveria bassiana*, nuevos patotipos de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, las feromonas de gregarización, oviposición y maduración o los análogos de la hormona juvenil (LOMER y PRIOR Eds., 1992, HUIS, 1992; KRALL y WILPS, Eds., 1994), y en España las investigaciones emprendidas en algunas de las líneas anteriores y también con un Entomopoxvirus B y el nematodo parásito de *D. maroccanus*, *Hexameris serenensis* sp. nov. (HERNÁNDEZ CRESPO, 1993).

Los organismos como el nuestro, cuya misión es la parte final de puesta a punto e integración en la práctica de los nuevos productos y métodos de manejo de plagas, se inclinaron lógicamente por trabajar con los insecticidas de la última generación, a los que se les ha denominado, no sin críticas, «Reguladores del Crecimiento de los Insectos» (IGR), y entre ellos las benzoil ureas o inhibidores de la síntesis de quitina. Aunque su mecanismo de acción aún se discute, constituyen en principio candidatos válidos para la lucha contra larvas de langostas por su modo de acción por ingestión, lo que les convierte en más selectivos, su persistencia de varias semanas o meses sobre la vegetación y, por contra, su degradación más rápida en el suelo (SAS, 1988; LECOQ *et al.*, 1988; HUIS, 1992; WOUTERS, 1993; WILPS y NASSEH, 1994).

El primero de estos inhibidores de quitina fue el diflubenzurón, ya conocido a mediados de los años 70 (BIJLOO, 1975) y activo por ingestión contra orugas de lepidópteros, dípteros y coleópteros (BUSSCHBACH, 1975).

En la actualidad el diflubenzurón puede considerarse un insecticida cuya acción sobre el medio es bastante conocida, habiéndose publicado una revisión sinóptica de sus riesgos para los peces, vida salvaje e invertebrados (EISLER, 1992). En medio acuático, las algas, moluscos, peces y anfibios son relativamente tolerantes, y por el contrario, los crustáceos son los organismos más sen-

sibles, seguidos por los insectos acuáticos. Las aves parecen comparativamente resistentes al diflubenzurón y en los bosques tratados contra insectos, las aves no parecen ser afectadas. En los estudios sobre animales domésticos y de laboratorio (vaca, conejo, perro, rata) no se detectan efectos observables y tampoco es mutagénico, teratogénico, ni carcinogénico (EISLER, 1992).

El análisis de una base de datos sobre el impacto de 5 insecticidas (clorpirifos, malatión, fenitrotión, deltametrín y diflubenzurón), muestra que este último es significativamente menos peligroso que los otros sobre los artrópodos entomófagos (MURPHY *et al.*, 1994).

El diflubenzurón ha sido ensayado en pleno campo (60 g ma/ha), en Marruecos, tanto sobre poblaciones solitarias, principalmente de *Dociostaurus maroccanus*, *Calliptamus* spp. y *Oedaleus decorus* (BOUAICHI *et al.*, 1994), como en tratamiento barrera contra cordones de larvas gregarias de *Dociostaurus maroccanus* (BOUAICHI *et al.*, 1992). Sobre la población solitaria el diflubenzurón confirmó su acción lenta (10 días) frente al efecto de choque del malatión y por el contrario su larga persistencia (al menos los 30 días del ensayo) ante la corta del malatión. El tratamiento en barrera de 50 m de profundidad en el sentido de la marcha, fue eficaz aplicado sobre cereales, pero no tanto sobre la vegetación natural, escasa, pues permitió el paso del cordón de langostas sin haber ingerido suficiente diflubenzurón.

Otros inhibidores de quitina han sido ensayados contra larvas y adultos de la «langosta del desierto»; la eficacia del teflubenzurón aplicado sobre la vegetación, consumida por larvas de 5.ª edad, fue total en 3 a 6 días, tanto en pleno campo como sobre larvas enjauladas, pero la eficacia fue menor sobre adultos (LECOQ *et al.*, 1988). Sobre larvas de 2.ª a 4.ª edad enjauladas y alimentadas con plantas del género *Schouwia* tratadas, el triflumurón ha necesitado entre 9 y 12 días para alcanzar una eficacia total y el teflubenzurón entre 10 y 14 días (NASSEH

et al., 1992); sobre adultos en las mismas condiciones se obtuvo un 70% de eficacia (WILPS *et al.*, 1992).

En nuestro Servicio, tras ensayos en aplicación aérea del diflubenzurón sobre *Doclostaurus maroccanus* (GARCÍA CONCELLÓN *et al.*, 1987 y 1988; ALVÉZ GÓMEZ *et al.*, 1989) se descartó su utilización contra adultos por su lentitud de acción; sin embargo, en los ensayos sobre larvas confinadas, se lograron altas eficacias, al cabo de 4 a 7 días según la edad, con diflubenzurón, teflubenzurón y flufenoxurón (SÁNCHEZ GARCÍA *et al.*, 1993). En este ensayo vuelven a usarse diflubenzurón y flufenoxurón, ya registrados oficialmente contra larvas de «langosta mediterránea» en España, aplicados en pleno campo al inicio de los avivamientos.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo se realizó en la finca «Valdelaguna», término municipal de La Cumbre (Cáceres), dehesa sin árboles ni arbustos, de 540 ha, dedicada al aprovechamiento de sus pastos naturales mediante ovejas (600) y vacas (15).

Durante junio del año 1993, época de puesta de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en la zona, se localizó una extensión de unas

3 ha donde la langosta tenía mayor densidad y sus hembras se reunían, durante la mañana, en los característicos rodales visibles, para construir las ootecas y oviponer en ellas (MORENO MÁRQUEZ, 1943; ARIAS *et al.*, 1994 y 1995). Estos rodales se marcaron a lo largo de los días, clavando una estaca en el centro aproximado de cada uno.

A comienzos de marzo de 1994 se eligieron tres parcelas, con una superficie individual de 4 a 5 mil metros cuadrados, donde la densidad de rodales de puesta marcados era mayor, y se cercaron con el fin de que las ovejas no pudieran penetrar (Figuras 1 y 2).

El día 28 de marzo, al inicio de los avivamientos, se sortearon las parcelas y en cada una se aplicó una materia activa, a la dosis del Registro Oficial para «langosta mediterránea», mediante barra pulverizadora de disco rotatorio en ultrabajo volumen, a excepción del dimilín oleoso, que por su viscosidad debió hacerse con motoatomizador (Cuadro 1).

El criterio utilizado fue que los inhibidores de la síntesis de quitina (flufenoxurón y diflubenzurón), volverían a aplicarse si la población evolucionaba a estados larvarios posteriores (L₂-L₃) en porcentaje similar, e incluso algo inferior, a la del testigo, o bien si la eficacia a medio plazo (7-14 días) fuese insuficiente. En cuanto al malatión, volvería a aplicarse cuando la eficacia a corto plazo (2-3 días) disminuyese.

Cuadro 1.—Materias activas y dosis ensayadas

Producto y casa comercial	Materia activa (ma) y riqueza	Dosis pc/ha (ma/ha)	Parcela				
			m ²	pc	ma	agua	Rodales de puesta
Cascade DC (Shell España, S.A.)	flufenoxurón 100 gr/l	250 cc/ha (25 g/ha) con 2,75 l agua/ha	4.286	107 cc	10,7 g	1,2 l	21
Dimilín oleoso (IQ Argos, S.A.)	diflubenzurón 9 g/l	6,25 l/ha (56,25 g/ha)	4.257	2,66 l	23,95 g	—	17
Fyfanón (Agrodán, S.A.)	malatión 118% p/v	0,75 l/ha (885 g/ha)	4.709	0,35 l	413 g	—	21

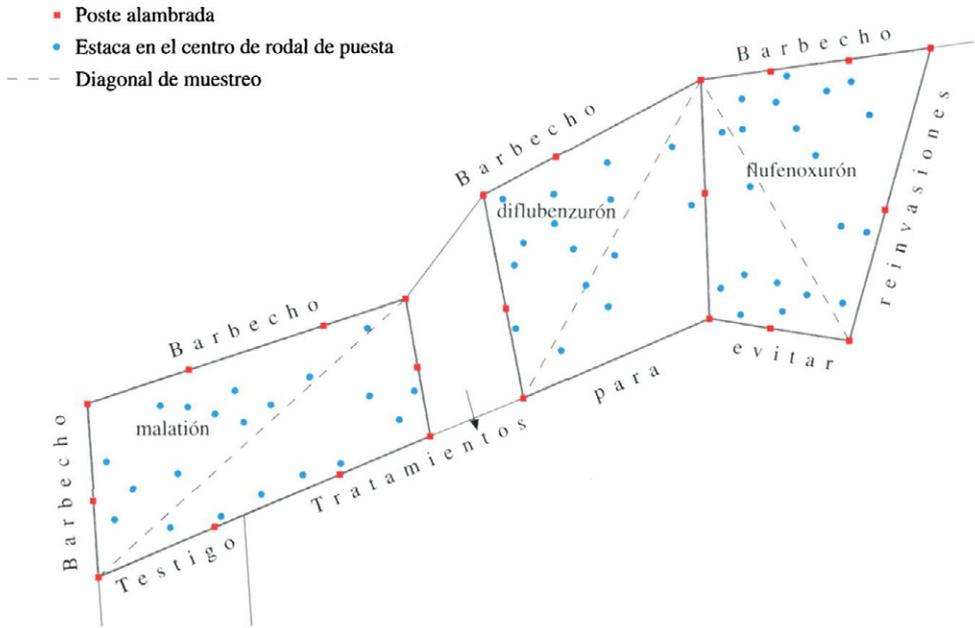


Fig. 1.-Parcelas del ensayo, rodales de puesta y diagonal de muestreo en cada una. Finca Valdelaguna, La Cumbre (Cáceres), año 1994.

Fig. 2.-Parcela cercada, con estacas señalando cada rodal de puesta; la vegetación corresponde a mediados de abril. (Foto: A. Arias)



Con los criterios anteriores, se hicieron las siguientes aplicaciones:

flufenoxurón: 1 aplicación (28/3)
diflubenzurón: 1 aplicación (28/3)
malatión: 4 aplicaciones (28/3-30/3-6/4 y 13/4).

Como testigo se utilizó la superficie no cercada próxima a la parcela de malatión. Para evitar desplazamientos de larvas desde el exterior de las parcelas, los días 28/3, 14/4 y 19/4, se pulverizó con malatión una banda de unos 10 m de ancha a su alrededor.

La población larvaria se muestreó mediante una sencilla manga, que emplean desde antiguo los pescadores del Guadiana cuando usan la langosta como cebo de los peces de río (Figura 3).

Consiste en un saco descosido por un costado y sujeto por el extremo ya cosido a la punta de una caña, que se empuña con la mano derecha junto con el otro extremo del saco, mientras la izquierda lo abre y barre el suelo, con un giro del cuerpo, en un sector circular de unos 180°, y lo cierra al terminarlo (Figura 4).

Dadas las dimensiones del saco, de los brazos y del tronco de quien manguaba, se recogían en cada golpe la mayoría de las

larvas sobre un sector circular con una superficie de 1,94 m², fácil de calcular.

En todos los conteos se recorrió cada parcela siguiendo la misma diagonal (Figura 1) y dando los mismos mangazos, por lo que cada muestra cubría la siguiente superficie en cada variable:

flufenoxurón: 22 mangazos × 1,94 m²/
mangazo = 42,68 m²

diflubenzurón: 30 mangazos × 1,94 m²/
mangazo = 58,20 m²

malatión: 40 mangazos × 1,94 m²/manga-
zo = 77,60 m²

Testigo: 30 mangazos × 1,94 m²/manga-
zo = 58,20 m²

Las muestras así recogidas se mataron, se clasificaron por edades y se contaron en el mismo campo (Figura 5); dado el trabajo que ello conlleva, no siempre pudieron hacerse las 4 parcelas en el mismo día.

Con objeto de conocer la distribución de la población larvaria en el suelo, en los primeros días se contaron los efectivos de cada mangazo en el testigo. También se hicieron observaciones sobre la acción de cada plaguicida en la entomofauna.

Los muestreos se realizaron durante los 45 días comprendidos entre el 28 de marzo

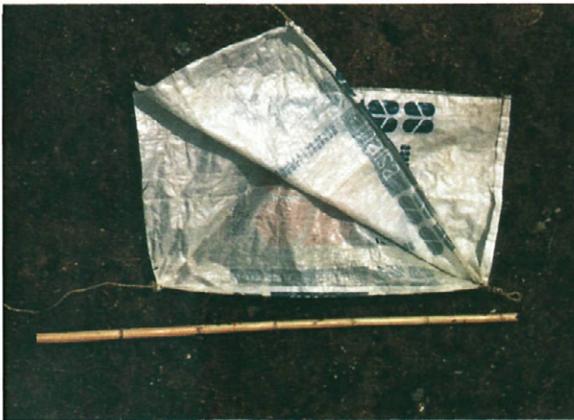


Fig. 3.—Manga usada por los pescadores de río para recoger langosta: saco, caña y cuerdas. (Foto: A. Arias)



Fig. 4.—Empleo de la manga. (Foto: A. Arias)



Fig. 5.—Clasificación de una muestra por edades larvaria. (Foto: A. Arias)

(conteo previo) y 12 de mayo (aparición de los primeros adultos); el 24 de mayo se realizó un último conteo sólo en el testigo. En el trabajo intervinieron 4 personas de media.

Los resultados se analizan integrando los datos climáticos, de suelo y vegetación con los muestreos; a partir de éstos se han obtenido las eficacias Abbott para la población que en cada fecha sobrepasa cada estado larvario.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo larvario en el testigo

Se analiza en primer lugar el desarrollo larvario en el testigo (Figura 6), para poder así comparar con él la acción de los inhibidores de quitina y del malatió.

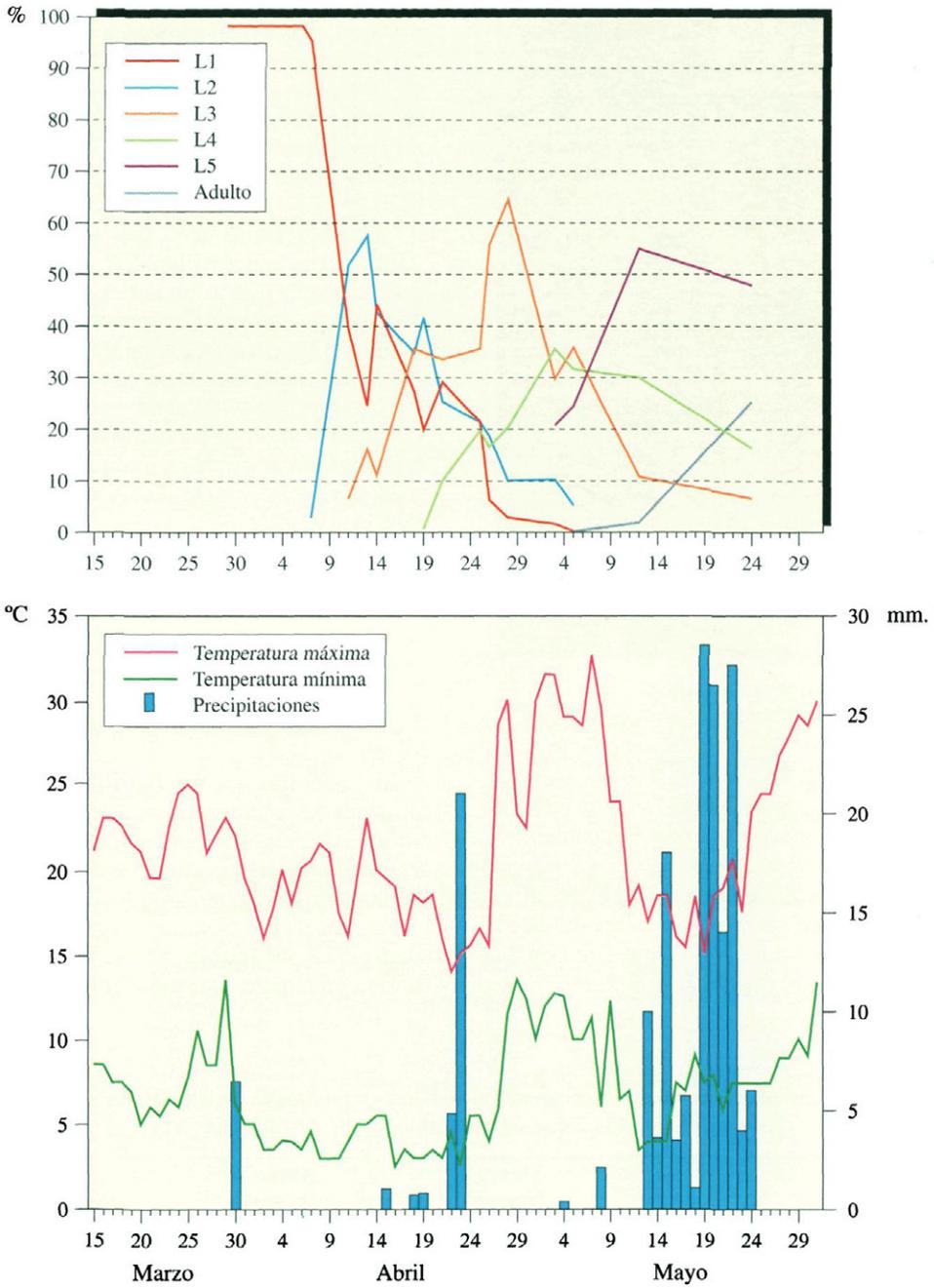
Las larvas de primera edad (L_1) predominaron en solitario desde el inicio de los conteos, el 28 de marzo, hasta el 7 de abril; su porcentaje disminuyó lentamente hasta el 25 de abril y fueron ya escasas desde esta fecha hasta el 5 de mayo. En total se vieron duran-

te unos 40 días, pudiéndose considerar que *los avivamientos fueron máximos en la primera decena de abril*, tras la lluvia del día 30 de marzo (Figura 7), y se prolongaron hasta el 20-25 de abril, es decir, que duraron de 25 a 30 días, algo más que en las observaciones precisas, pero puntuales, realizadas en años anteriores sobre una zona con menor densidad de pasto (SÁNCHEZ *et al.*, 1994).

Las de segunda edad (L_2) aparecieron en el conteo del 7 de abril, *predominaron entre el 11 y el 19* y fueron disminuyendo hasta el 5-10 de mayo; su presencia abarcó unos 30-35 días.

Las de tercera edad (L_3) empezaron a verse en el conteo del día 11 de abril, *fueron máximas entre el 21 y el 28* y decrecieron lentamente, de modo que el 24 de mayo aún las había; su presencia duró unos 45 días.

Las ninfas primeras (L_4) empezaron a encontrarse en el conteo del 19 de abril, *predominaron en los conteos de 3 y 5 de mayo* y aún eran abundantes en el del 24 de mayo, por lo que no se puede determinar el período de presencia total, que fue superior a un mes.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología - Centro Meteorológico Territorial de Extremadura.

Fig. 6.-Evolución porcentual de los estados de desarrollo de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en la parcela testigo. Temperaturas y precipitaciones en la estación meteorológica de Trujillo (Cáceres).



Fig. 7.—Estado de desarrollo de *Poa bulbosa* L. a finales de marzo. (Foto: A. Arias)

Las ninfas segundas (L_5) comenzaron a verse el 3 de mayo y fueron predominantes en los conteos del 12 y 24.

Los adultos hicieron su aparición en el conteo del 5 de mayo y se incrementaron en los del 12 y 24. La captura con este tipo de manga no permite estimar con facilidad su

abundancia relativa, pues al volar son capturados en menor medida que las larvas.

Las fechas del desarrollo larvario durante 1994 en esta finca de la comarca de Trujillo, son próximas a las obtenidas con carácter medio para el conjunto de fincas de Cáceres y Trujillo en el año 1992 (ARIAS *et al.*, 1993).

Climatológicamente el mes de marzo fue cálido y muy seco (Figura 6 y Cuadro 2), por lo que la ligera lluvia del día 30 debió contribuir a acelerar y concentrar los avivamientos. Abril fue relativamente seco, por lo que retrasó la evolución de las larvas L_1 y L_2 . Entre el día 27 de abril y el 10 de mayo (14 días) se produjo un fuerte incremento de temperaturas máximas y mínimas, con una media para el conjunto de 19,3 °C, que aceleró la evolución de L_3 y sobre todo de ninfas primeras. El resto de mayo se caracterizó por las fuertes lluvias, sobre todo entre los días 13 y 22, acompañadas de un nuevo descenso de temperaturas.

Variabilidad y tamaño de la muestra

Es conocido que la distribución de las ootecas de la langosta mediterránea en el suelo es agregada, concentrándose en las zonas donde han podido verse rodales de hembras ovipositando (ARIAS *et al.*, 1995).

En consecuencia existe una gran variabilidad en la población muestreada con la manga en la parcela testigo, con amplias os-

Cuadro 2.—Medias decenales de temperaturas máximas y mínimas y lluvias totales en marzo, abril y mayo de la Estación meteorológica de Trujillo (Cáceres)

	Marzo (decenas)			Abril (decenas)			Mayo (decenas)		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	1. ^a	2. ^a	3. ^a	1. ^a	2. ^a	3. ^a
Media de temperaturas máximas (°C)	19,1	20,8	22,1	19,0	18,8	19,7	29,0	17,5	25,6
Media de temperaturas mínimas (°C)	6,6	7,5	8,5	3,7	4,1	6,8	10,4	6,2	9,4
Media de temperaturas medias (°C)	12,9	14,2	15,3	11,4	11,5	13,3	19,7	11,9	17,5
Lluvia total (mm)	0,0	0,0	6,4	0,0	2,5	25,8	2,5	96,9	51,5

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología-Centro Meteorológico Territorial de Extremadura.

cilaciones en las capturas de unos mangazos a otros, por lo que son muy altos tanto los Indices de dispersión (I) como los Coeficientes de variabilidad (CV) (Cuadro 3).

El error estándar, expresado en porcentaje de la media, $\frac{E \cdot 100}{\bar{x}}$, para el tamaño de muestra utilizado en el testigo (n = 30), oscila entre el 32% y el 17%, disminuyendo a lo largo del tiempo.

Como estos valores se consideran altos, se ha calculado el tamaño de la muestra (N) que debería haberse tomado para reducir dicho error a otro admisible (e), de sólo un 5% de la media; el resultado indica que el tamaño, pese a ir decreciendo desde 1.235 a 367 mangazos, exigiría un trabajo excesivo, que habría que repetir en las demás parcelas, y para el que no se disponía de recursos, por lo que sólo se realizó lo ya indicado. Es necesario diseñar otra manga y emplear otro tipo de muestreo para reducir la variabilidad con menos trabajo.

Eficacias Abbott de cada insecticida

En la Figura 8 se recogen los tratamientos y las densidades de larvas en cada variable, en las Figuras 9 a 11 la evolución de los porcentajes larvarios de cada insecticida comparada con la del testigo, y en el Cuadro 4 las fechas de tratamiento y las eficacias Abbott de los 3 insecticidas para la población que en cada fecha sobrepasa cada estado larvario.

La densidad de larvas en la parcela testigo presenta un máximo entre los días 10 y 15 de abril, tras los mayores avivamientos (Figura 6), seguido de una caída prolongada, originada principalmente por dos fenómenos, la mortandad y la dispersión de las larvas al avanzar su desarrollo. El mínimo del día 21 de abril se debió, una vez descartadas las bajas temperaturas (Figura 6), a la deriva de un tratamiento con malatión realizado por el arrendatario de la finca en la proximidad de la parcela testigo; ello obligó a efectuar los conteos posteriores en una zona próxima menos influenciada.

Las eficacias Abbott se deben tomar con precaución, al menos por dos razones; la primera es la ya indicada del número relativamente bajo de mangazos en cada parcela para la gran variabilidad en la distribución de las larvas en el suelo; la segunda la constituye el hecho de no haber podido hacer repeticiones.

Pese a estas limitaciones, los resultados indican lo siguiente:

El malatión muestra una gran eficacia al día siguiente de cada aplicación, como puede observarse en los conteos del día 6 de abril y sobre todo del 13 de abril en coincidencia con el período de máximos avivamientos en el testigo.

No obstante, de las 4 aplicaciones no debió realizarse la segunda (30 de marzo), por no estar justificada. La persistencia de la tercera (6 de abril) fue de 5 a 6 días. A partir de la cuarta aplicación (13 de abril) su eficacia permaneció alta, lo que debe atribuirse a que no debieron ocurrir aviva-

Cuadro 3.-Parámetros estadísticos en los primeros muestreos de la población testigo

Fecha del muestreo	n	\bar{x}	Sn - 1	$I = \frac{S^2 n - 1}{\bar{x}}$	$C \cdot V = \frac{Sn - 1}{\bar{x}} \times 100$	$E = \frac{Sn - 1}{n}$	$\frac{E \times 100}{\bar{x}}$	$N = \frac{Sn - 1^2}{e \cdot \bar{x}}$
Marzo-29	30	33,0	58,0	102	176	10,6	32	1.235
Abril-2	30	88,4	115,0	149	130	21,0	24	677
Abril-5	30	150,3	174,5	203	116	31,9	21	539
Abril-6	30	186,1	206,8	230	111	37,8	20	494
Abril-11	30	183,9	176,0	169	96	32,1	17	367

Cuadro 4.-Tratamientos (T) y Eficacias Abbott (%EA) sobre la población existente por encima de cada estado larvario, de los insecticidas ensayados

Fechas	flufenoxurón				diflubenzurón				malatión						
	T	$\geq L_1$	$\geq L_2$	$\geq L_3$	$\geq L_4$	T	$\geq L_1$	$\geq L_2$	$\geq L_3$	$\geq L_4$	T	$\geq L_1$	$\geq L_2$	$\geq L_3$	$\geq L_4$
Marzo-28	1.º					1.º					1.º				
Marzo 29		42					99					94			
Marzo-30		-					-				2.º	-			
Abril-2		80					97					99			
Abril-6		82					96				3.º	84			
Abril-7		94	100				95	100				93	100		
Abril-11		97	100	100			96	100	100			94	99,1	100	
Abril-13		89	99,3	100			87	100	100		4.º	65	90	100	
Abril-14		94	99,7	100			92	99,7	100			98	100	100	
Abril-18		84	99,6	100			93	99,3	100			99	99,7	100	
Abril-19		67	98	100	100		81	98	100	100		98	99	100	100
Abril-25		61	98	99,7	100		73	96	99,5	100		99	99	100	100
Abril-26		31	93	99,5	100		62	98	99,7	100		91	99	99,6	100
Abril-28		70	88	97	100		82	95	98	100		95	99	99,4	100
Mayo-3		95	97	99	100		66	68	73	93		92	97	98	99,4
Mayo-4-5		94	96	98	99,8		71	78	85	91		90	92	96	97
Mayo-12		94	94	94	96		91	91	91	93		35	35	36	54

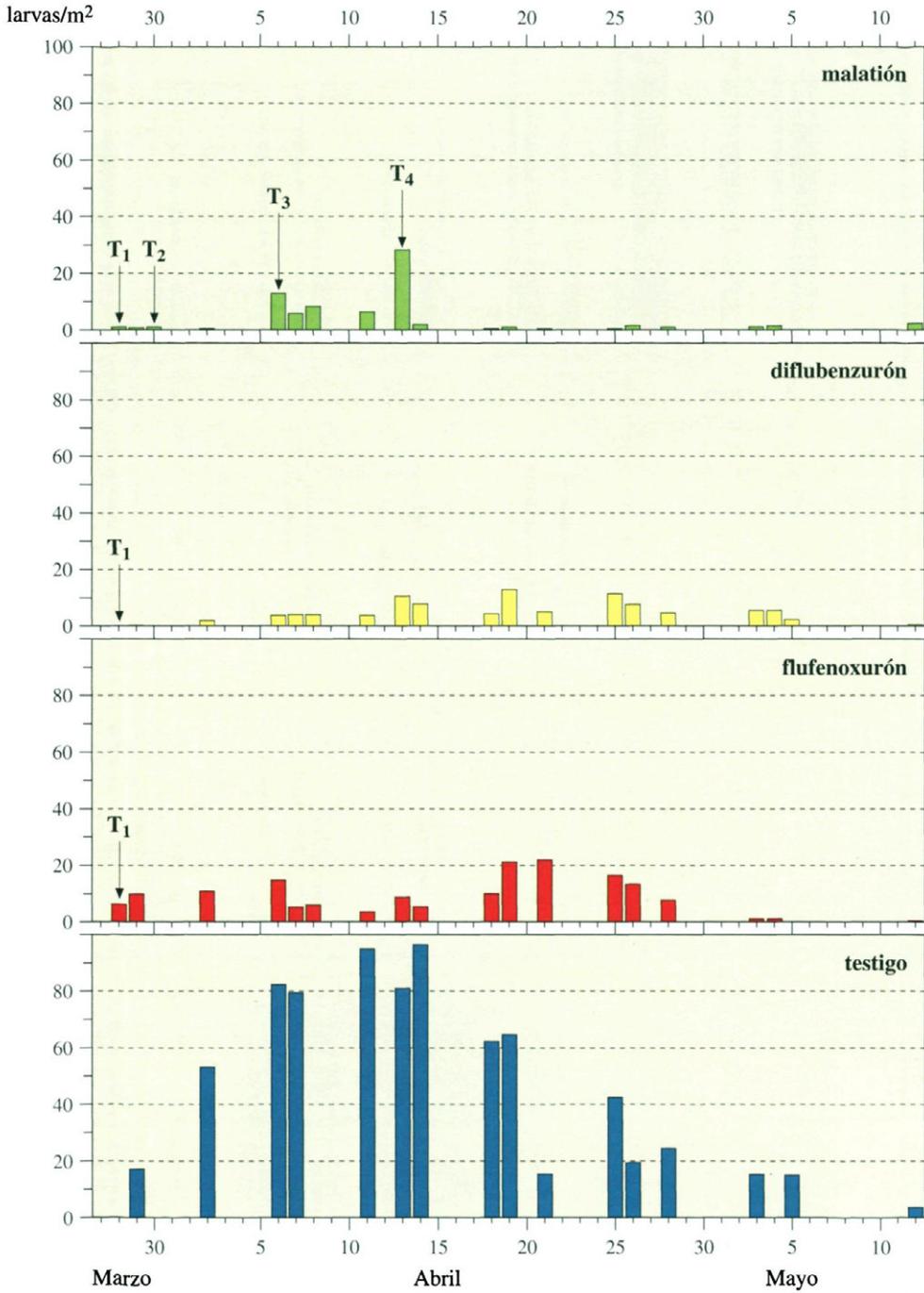


Fig. 8.—Tratamientos (T) y larvas por m² en cada variable y fecha.

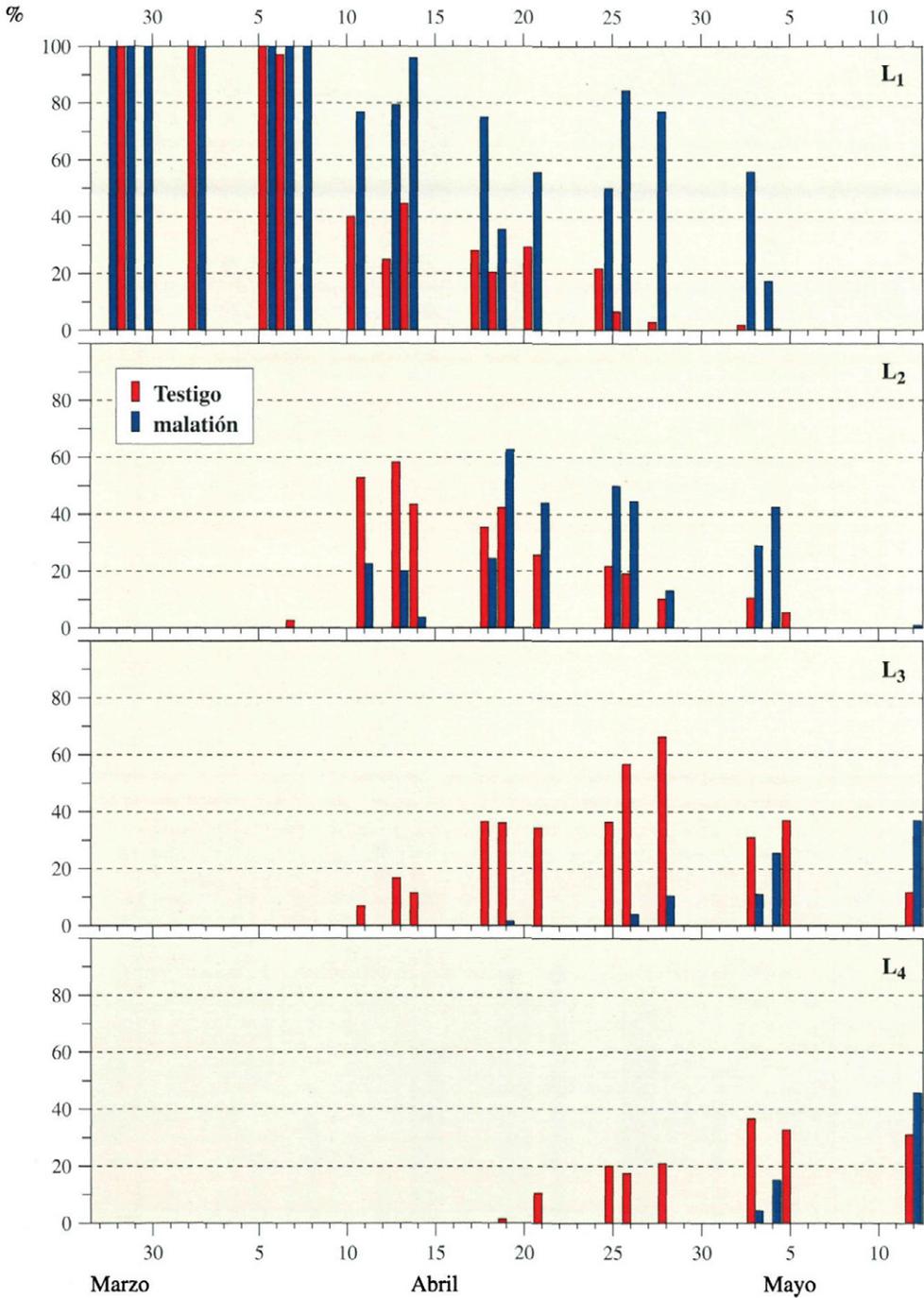


Fig. 9.-Evolución comparada de los porcentajes larvarios en testigo y malatión.

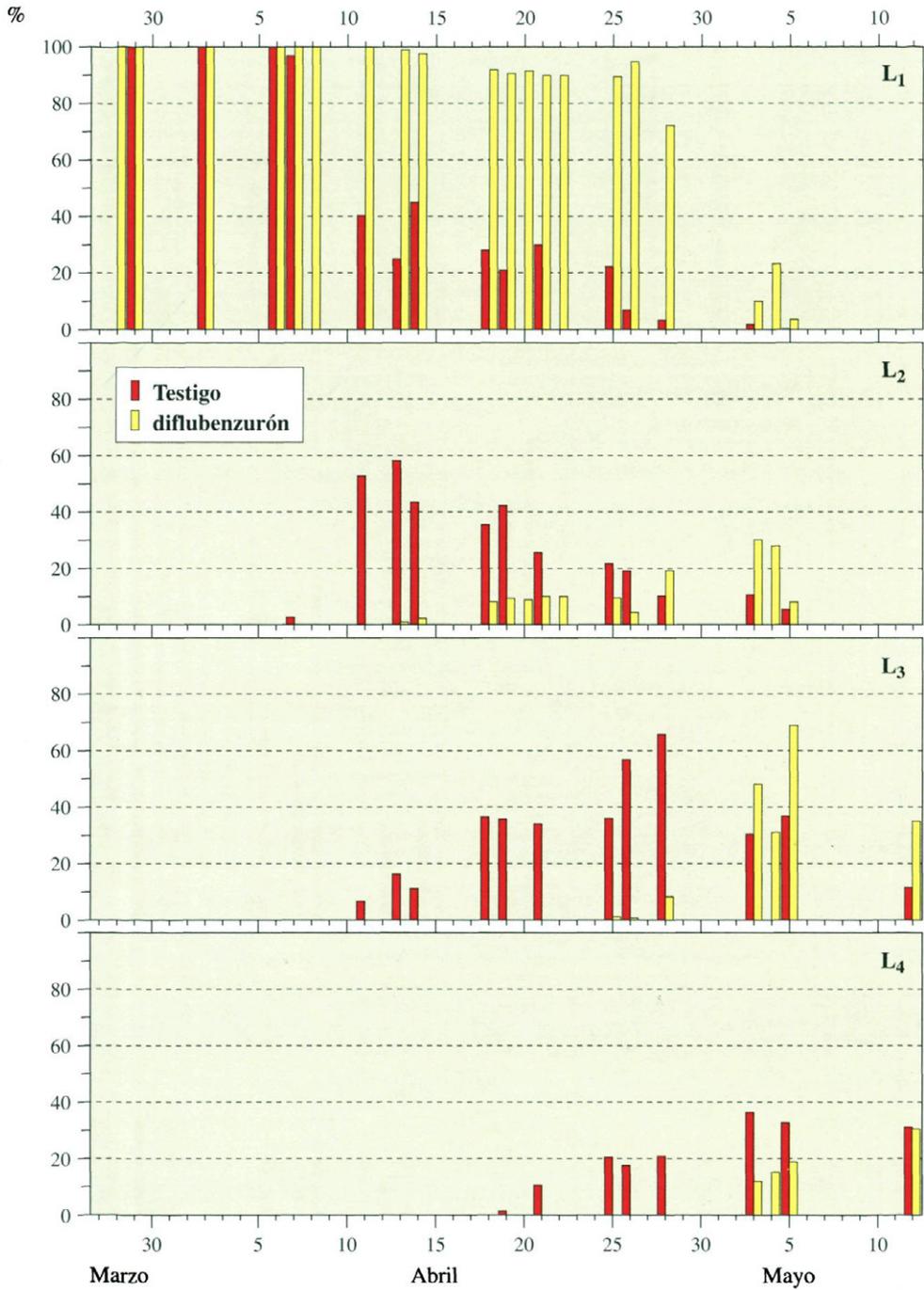


Fig. 10.-Evolución comparada de los porcentajes larvarios en testigo y diflubenzurón.

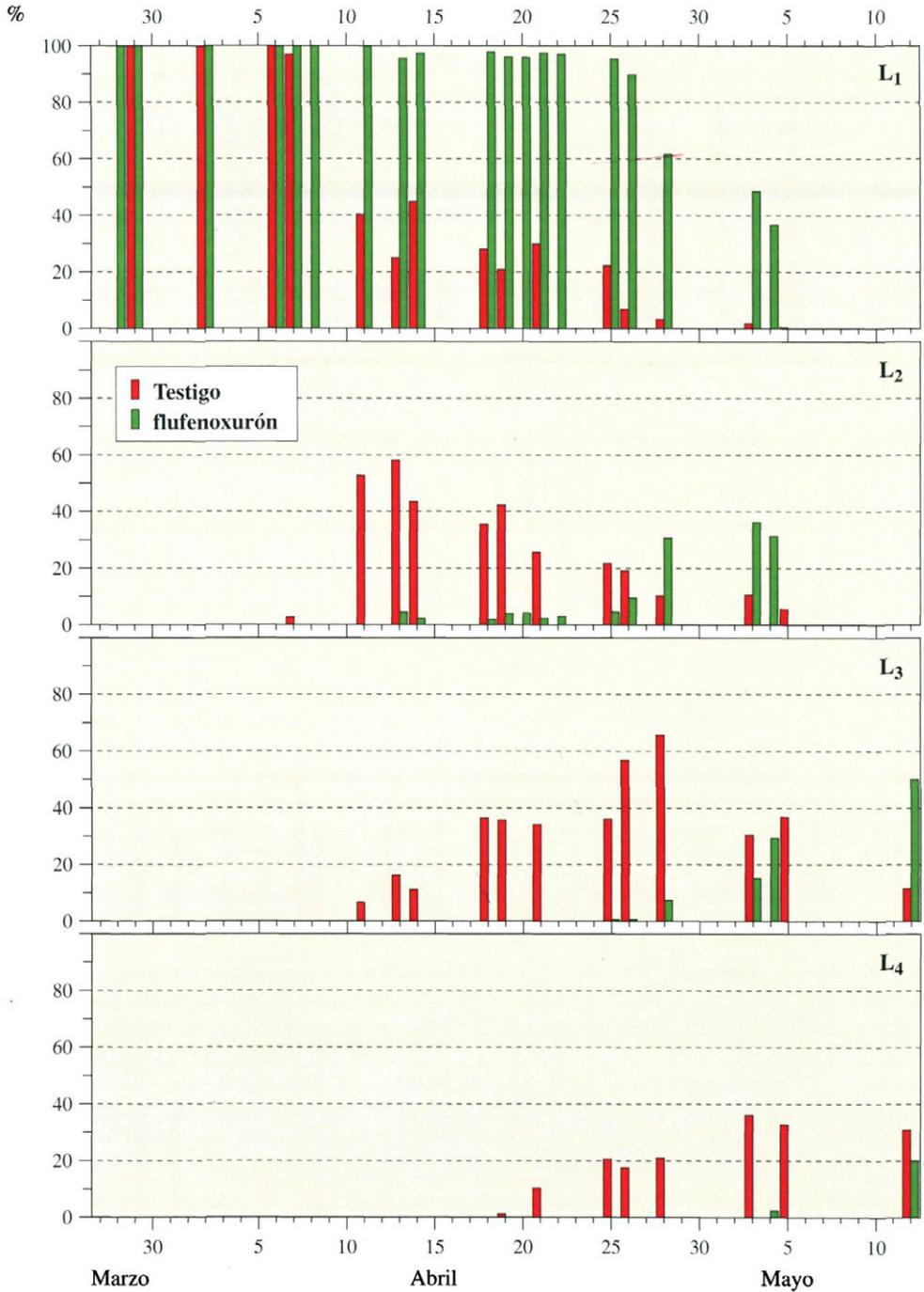


Fig. 11.-Evolución comparada de los porcentajes larvarios en testigo y flufenoxurón.

mientos importantes con posterioridad en esta parcela. Por todo ello hubiesen bastado 3 aplicaciones.

Visualmente pudo comprobarse su acción polivalente sobre otros grupos de insectos, encontrándose adultos muertos de coleópteros terrestres, dípteros, arañas y hormigas; no obstante, los hormigueros se recuperan lentamente por el nacimiento de individuos en pupación, no alcanzados por los tratamientos.

El diflubenzurón oleoso alcanzó enseguida una gran eficacia, pero se debió a que los avivamientos se retrasaron en su parcela, por tener una mayor densidad de pasto y en consecuencia menor temperatura del suelo por sombreo; la eficacia no empezó a decrecer hasta el conteo del 19 de abril y posteriores en que empiezan a aparecer las L_2 (Figura 10); por ello su persistencia fue de al menos 3 semanas, cubriendo así casi todo el período de avivamientos con una sola aplicación; fue el insecticida donde a primeros de mayo, una vez terminados los avivamientos, quedó una población residual más alta, en la que predominaban las L_3 .

El flufenoxurón, cuya parcela tuvo la mayor densidad larvaria el día de la aplicación, tardó alrededor de una semana en alcanzar una eficacia aceptable, empezando a perderla en el conteo del 18 de abril, con lo que su persistencia fue también de unas 3 semanas por lo que fue capaz de cubrir casi todo el avivamiento con una aplicación, dejando una población residual baja a primeros de mayo, constituida por L_2 y L_3 (Figura 11).

Se observó que ambos inhibidores de quitina actúan disminuyendo la movilidad de las larvas, que deben separar las patas para mantener el equilibrio, apareciendo ennegrecidas, con diversas distorsiones y pérdida de patas, siendo a veces incapaces de terminar de desprenderse de la muda (Figura 12); por ello en las capturas con este tipo de manga predominan las larvas jóvenes, en las que la ingestión del inhibidor aún no ha atenuado su movilidad; ello no anula la validez de la manga, puesto que según las observa-

ciones y los resultados de los conteos posteriores, las larvas afectadas terminan muriendo en la siguiente muda o si la completan no se mueven apenas, pudiéndose coger a mano; esto se observó sobre todo a partir del día 8 de abril y particularmente entre el 11 y 14 para las larvas de primera edad, y desde el día 18 hasta el 25 para las que pasaron a la segunda.

En cuanto a la acción sobre otros grupos de insectos, en las parcelas de los inhibidores no se han observado coleópteros ni arañas muertas y las moscas y hormigas lo estaban en menor proporción que en el malatión. En la parcela del diflubenzurón se observaron colonias de pulgones que no fueron afectados.

El efecto de choque del malatión, sobradamente conocido, y la acción lenta del flufenoxurón, confirman los resultados ya obtenidos en los ensayos con poblaciones confinadas (SÁNCHEZ *et al.*, 1993), en los que sin embargo no pudo observarse la persistencia de 3 semanas de los inhibidores de quitina.

Puesto que esta persistencia es ligeramente inferior al período total de avivamientos en una finca, la aplicación debería retrasarse hasta que aquéllos estuvieran claramente iniciados, lo que se debe ensayar junto con aplicaciones posteriores. Otra razón que apoya este retraso es evitar la dilución progresiva de la materia activa en el volumen total de pasto a disposición de las larvas, debida al crecimiento primaveral de muchas de las plantas, aunque no sea éste el caso de la planta indicadora preferida por las larvas de primera edad, *Poa bulbosa* L. (BEN HALIMA, 1983; SKAF, 1972), pues según las observaciones realizadas en la finca, finaliza su crecimiento vegetativo y florece en marzo, antes del inicio de los avivamientos (Figura 12).

Finalmente, otra posible causa de fracaso de estos inhibidores de quitina, de acción lenta y por ingestión, radica en su eliminación más o menos rápida con el pastoreo de ovejas, lo que también debe ser objeto de experimentación.

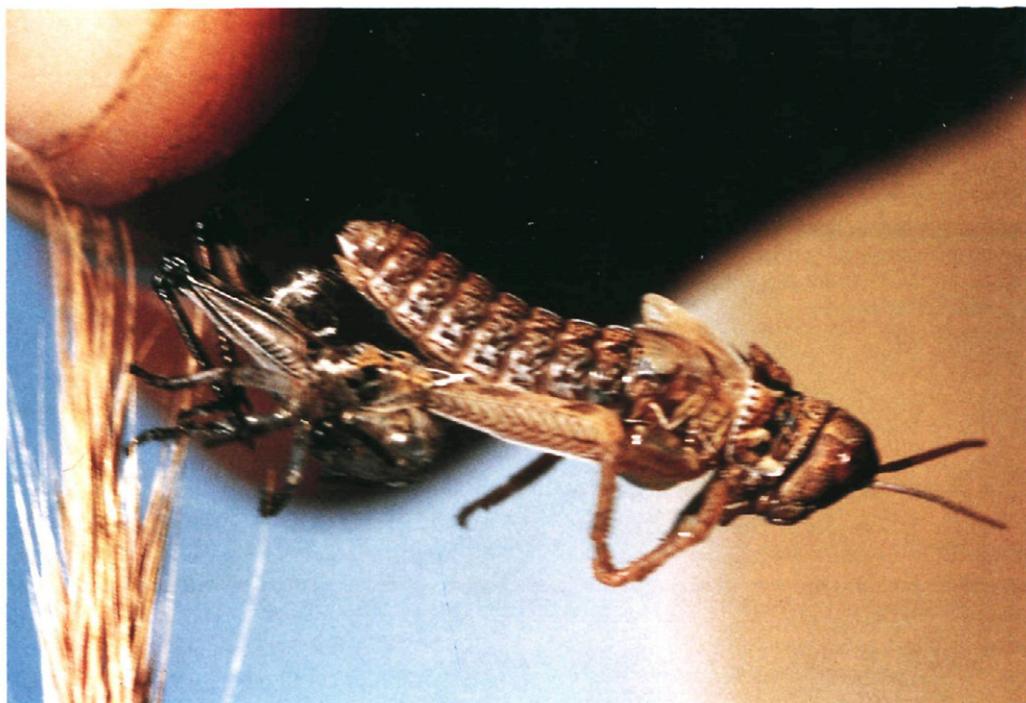


Fig. 12.—Larva afectada por inhibidor de quitina, incapaz de desprenderse de la muda. (Foto: A. Arias)

CONCLUSIONES

Los avivamientos en la parcela testigo se prolongaron durante 25 a 30 días, pero los más intensos tuvieron lugar en la primera década de abril; los máximos de los estados larvarios consecutivos se sucedieron cada 8-10 días, según la influencia climática.

La agrupación de la puesta hace que las unidades de cada muestra presenten una gran variabilidad, lo que unido a no haber realizado repeticiones, obliga a tomar los resultados con precauciones.

Se necesitaron 3 aplicaciones de malatión para cubrir el período de avivamiento larvario de la langosta mediterránea. A primeros de abril, con temperaturas máximas próximas a los 20 °C la persistencia del malatión parece llegar a los 5 días. Su polivalencia de acción se observó en todos los grupos de ar-

trópodos, incluidas las arañas; no obstante, los hormigueros llegan a recuperarse.

El diflubenzurón mostró una persistencia de 3 semanas, por lo que cubrió casi todo el período de avivamientos. No obstante fue el insecticida donde quedó una población residual más alta, en L₂-L₃, a comienzos de mayo.

El flufenoxurón tuvo también una persistencia de 3 semanas, terminando por morir la mayoría de los individuos que lograron pasar a L₂-L₃. Su acción fue lenta, tardando en morir las L₁ entre 5 y 7 días.

Al ingerir cualquiera de los inhibidores las larvas disminuyen progresivamente su actividad, se oscurecen, son inseguras en sus movimientos, presentan distorsiones y pérdida de patas y terminan muriendo en la primera muda o a veces en las siguientes.

Ambos inhibidores de quitina tuvieron una incidencia sobre artrópodos marcadamente inferior a la del malatión.

AGRADECIMIENTOS

Al arrendatario, D. Juan Barroso Luque, y a Juan, pastor avileño de la finca «Valdelaguna» (La Cumbre-Cáceres) por cedernos la parcela de ensayo.

A los compañeros del Servicio de Sanidad Vegetal D. Ricardo Santos García y D. Dio-

nisio Martínez de Velasco y Mena por la ayuda prestada, y de modo especial a D. José Bulnes Cercas, D. Manuel Ricis Arce y D. Agustín Marín Suárez por su continua colaboración en los tratamientos y conteos. A D. Agustín Pérez Romero por la informatización de las figuras y a D.^a Mercedes Martínez Sánchez por la del texto.

ABSTRACT

ARIAS, A. y JIMÉNEZ, J., 1995: Eficacia y persistencia de dos inhibidores de quitina y malatión sobre poblaciones larvárias de langosta mediterránea, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en pleno campo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21(3): 395-415.

The introduction to this article is a bibliographic review on the use of chlorinated, organophosphates, carbamates and pirethrinoids against locusts, of its way of action and its main repercussions on the environment, as well as the newest insecticides in the family of the insect-growth regulators (IGR), which seem to be the best candidates to substitute the previous ones.

The results show in the first place, the hoppers evolution of the Mediterranean locust, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) in a plot in natural conditions with a high density of egg-pods, in a farm located at the «permanent zone» of the locust in the region of Trujillo (Extremadura-Spain).

The hatchings took place in the 25-30 days between the end of March and the end of April, with a maximum in the first ten days of April. The maximums of the successive hoppers stages happened with a gap of 8 to 10 days, influenced by the climatology.

In the second place, a study on the sampling variability in that plot, with the kind of seeping trap and the sampling technique used, is done. The variability was very high.

In the third place, the effectiveness and persistence of two chitin synthesis inhibitors, diflubenzuron and flufenoxuron, compared to malathion as a reference insecticide, applied from the beginning of the hatchings, are studied.

Malathion confirms its great choc effect, but 3 treatments were needed to cover the whole hatching period. The chitin inhibitors, on the other hand, showed a slow action, but its persistence spread over 3 weeks, so only 1 treatment covered most of the hatching period. Its effects on the most common arthropods were lighter than those of malathion.

Finally, the test design is discussed and some others tests are proposed to continue deepening the knowledge of chitin inhibitors in the way of the official preventive treatments against the Mediterranean locust.

Key words: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), phenology, diflubenzuron, flufenoxuron, malathion, effectiveness, persistence, effect on hoppers, experimental design.

RESUMÉ

ARIAS, A. y JIMÉNEZ, J., 1995: Efficacité et persistance de deux inhibiteurs de la synthèse de la chitine et du malathion sur populations larvaires du «criquet méditerranéen», *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en plein champ. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21(3): 395-415.

Dans l'introduction on fait une mis-à-jour bibliographique de l'utilisation d'insecticides organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyrèthrinoides contre les criquets, leur mode d'action et ses repercussions plus significatives sur l'ambiance; on analyse aussi les connaissances actuelles sur les composants de la famille des régulateurs de croissance des insectes (IGR), qui sont des candidats pour la substitution des anté-riseurs.

Los resultados muestran d'abord l'évolution larvaire du criquet méditerranéen, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), dans une parcelle témoin à haute densité de foyers de ponte, situé dans une ferme du foyer permanent de la région de Trujillo (Extremadura-Espagne).

La durée de l'éclosion a été de 25-30 jours, compris entre la fin de mars et la fin d'avril, avec un maximum dans la première dizaine d'avril. Le décalage entre les différentes estades larvaires a été de 8 à 10 jours, selon les conditions climatiques.

Après on a fait une étude de la variabilité de l'échantillonnage, avec la piège à battage utilisée. La variabilité a ressorti tres haute.

Troisièmement, l'efficacité et la persistance de deux inhibiteurs de la synthèse de la chitine, diflubenzuron et flufenoxuron, sont présentés en comparaison avec l'insecticide de référence, malathion, tous les trois appliqués des le début des éclosions.

Le malathion a confirmé leur grand effet de choc, mais 3 applications ont été nécessaires pour couvrir la période des éclosions.

Les inhibiteurs de chitine ont montré une action lente, mais sa persistance arriva aux 3 semaines, et ainsi 1 seule application a presque suffi. Leur effet sur les arthropodes les plus fréquents a été plus faible qui chez le malathion.

La conception de l'essai est finalement discuté et des autres essais sont proposés pour mieux connaître l'emploi des inhibiteurs de la chitine dans l'optique de la lutte preventive réalisée par l'Administration.

Mots clé: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), phenology, diflubenzuron, flufenoxuron, malathion, efficacité, persistance, effect sur larves, dessin d'essais.

REFERENCIAS

- ALVEZ GÓMEZ, C.; GARCÍA CONCELLÓN, F.; PRIETO ANDREU, A.; MARTÍNEZ DE VELASCO Y MENA, D.; NAVEIRO SOBRADO, L. F. y SANTOS GARCÍA, R., 1989: Ensayo comparativo de eficacia en el control de la langosta (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) entre el malati6n ULV y el diflubenzur6n en aplicaciones aéreas. Badajoz y Cáceres, 1989. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura, Memoria año 1989: 285-293.
- ARIAS, A.; ALVEZ, C.; GARCÍA, F.; MARTÍNEZ DE VELASCO, D.; OLIVERA, J.; PRIETO, A. y SANTOS, R., 1993: La lucha contra la langosta marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) en Extremadura durante el decenio 1983-1992. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 425-453.
- ARIAS, A.; SÁNCHEZ, M.; JIMÉNEZ, J.; SANTOS, R. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1994: Distribuci6n en el suelo de las ootecas de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) e importancia de su depredaci6n en dos fincas de Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 3-22.
- BEN HALIMA, T., 1983: Etude expérimentale de la niche trophique de *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse de Doctorat. Université de Paris XII, 178 pp.
- BILLOO, J. D., 1975: Un insecticide originel: Le diflubenzuron. Caractéristiques physico-chimiques, propriétés biologiques, mode d'action. *Phytriatrie-Phytopharmacie*, **24**: 147-158.
- BOUAICHI, A.; COPPEN, G. D. A. y JEPSON, P. C., 1992: Barrier spray treatment with diflubenzuron (ULV) against gregarious hopper bands of the Moroccan Locust *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) on the plateau of Gada Debdou, NE Morocco. Memoria mecanografiada, 48 pp. + 4 apéndices y 4 mapas.
- BOUAICHI, A.; COPPEN, G. D. A. y JEPSON, P. C., 1994: Comparison of diflubenzuron and malathion as blanket sprays against sedentary populations of locusts and grasshoppers in Moroccan grassland. *Crop Protection*, **13**(1): 53-59.
- BRADER, L., 1988: Control of grasshoppers and migratory locusts. Brighton Crop Protection Conference. *Pests and Diseases*, **4A-1**: 283-288.
- BUSSCHBACH, E. J. VAN, 1975: Aperçu général des possibilités d'application du «Dimilin». *Phytriatrie-Phytopharmacie*, **24**: 159-178.
- DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, 1965: *Plagas y Enfermedades de las Plantas cultivadas*. Editorial Dossat, Madrid, 3.ª edición, 944 pp.
- EISLER, R., 1992: Diflubenzuron Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review. US Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. *Biological Report*, **4**. *Contaminant Hazard Reviews, Report* **25**: 36 pp.
- EWEN, A. B., 1990: A synthesis paper on the use of insecticides formulated as baits for grasshoppers control in Canada and the USA, en: «Actas de la 5.ª Reunión Internacional de la Sociedad de Ortopterólogos», Valsain (Segovia), España, 17-20 julio, 1989. *Boletín de Sanidad Vegetal, fuera de serie*, **20**: 83-89.
- FAO, 1992: Evaluation of field trial data on the effectiveness of insecticides to locusts and grasshoppers. Report to FAO by Pesticide Referee Group (30 March-1 April 1992).
- GARCÍA CONCELLÓN, F. y ALVEZ GÓMEZ, C., 1987: Sensibilidad de la langosta marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) al diflubenzur6n en aplicaciones aéreas-1987. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura, Memoria 1987: 68-80.

- GARCÍA CONCELLÓN, F.; ALVEZ GÓMEZ, C.; OLIVERA ESTEBAN, J. y PRIETO ANDREU, A., 1988: Valoración de la eficacia del diflubenzurón en aplicaciones aéreas contra la langosta marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.). Badajoz 1988. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura, Memoria 1988: 45-50.
- GARCÍA CONCELLÓN, F.; ALVEZ GÓMEZ, C. y PRIETO ANDREU, A., 1990: Valoración de la eficacia del malatión y cipermetrina en aplicaciones aéreas para el control de *Doclostaurus maroccanus* Thunb., Badajoz, 1990. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura. Memoria año 1990: 124-129.
- GARCÍA CONCELLÓN, F.; ALVEZ GÓMEZ, C.; PRIETO ANDREU, A. y OLIVERA ESTEBAN, J., 1991: Valoración de la eficacia de la cipermetrina en aplicaciones en espolvoreo en el control de la langosta (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.), Badajoz, 1991. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura. Memoria año 1991, vol. I: 163-169.
- HERNÁNDEZ CRESPO, P., 1993: La langosta mediterránea, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg), sus enemigos naturales autóctonos y el posible control de sus plagas por medio de microorganismos patógenos. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, ET-SIAM, 251 pp. + 13 láminas.
- HUIS, A. VAN, 1992: New developments in desert locust management and control. *Proc. Exper. & Appl. Entomol.*, **3**: 1-18.
- JOHNSON, D. L.; HILL, B. D.; HINERS, C. F. y SCHALLJE, G. B., 1986: Aerial Application of the Pyrethroid Deltamethrin for Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) Control. *Journal of Economic Entomology*, **79**(1): 181-188.
- KRALL, S. y WILPS, H. (Eds.), 1994: New trends in locusts control. Ecotoxicology. Botanicals. Pathogens. Attractants. Hormones. Pheromones. Remote sensing. Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Technical cooperation-Federal Republic of Germany. Eschborn, 183 pp.
- LATCHININSKY, A. V. y LAUNOIS-LUONG, M. H., 1992: Le Criquet marocain, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), dans la partie orientale de son aire de distribution. CIRAD-GERDAT-PRIFAS: Montpellier, VIZR: Saint Pétersbourg, XIX + 270 pp.
- LAUNOIS, M. y RACHARDI, T., 1993: De la dieldrine aux déréglateurs de croissance. SAS 93, Surveillance des acridiens au Sahel. Lètrre d'Information 04: 22.
- LECOQ, M.; MESTRE, J. y RACHADI, T., 1988: Essai au Tchad d'un inhibiteur de croissance pour la lutte contre le criquet pelerin, *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775). Prifas, Montpellier, 47 pp.
- LOMER, C. J. y PRIOR, C. (Eds.), 1992: Biological Control of Locusts and Grasshoppers. CAB International & International Institute of Tropical Agriculture, 394 pp.
- MORAL DE LA VEGA, J. DEL, 1986: Discusión sobre la situación actual de la plaga de la langosta (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) en Badajoz y resultados de un ensayo de insecticidas para su control. *Bol. San. Veg. Plagas*, **12**: 221-235.
- MORENO MÁRQUEZ, V., 1943: Observaciones sobre la oviposición de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.). Servicio de Lucha contra la Langosta, 21, 16 pp.
- MURPHY, C. F.; JEPSON, P. C. y CROFT, B. A., 1994: Database analysis of the toxicity of antilocus pesticides to non-target, beneficial invertebrates. *Crop Protection*, **13**(6): 413-420.
- NASSEH, O.; KRALL, S.; WILPS, H. y SALISSOU, G. B., 1992: Les effets d'inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Forskäl). *Sahel Pv. Info*, **45**: 5-19.
- PASTRE, P.; SMOLIKOWSKI, S. y THEWYS, G., 1988: La lutte antiacridienne: dossier deltamethrin. Roussel Uclaf, 125 pp.
- SÁNCHEZ GARCÍA, M.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, F. J. y ARIAS GIRALDA, A., 1993: Ensayos de eficacia de insecticidas organofosforados, piretroides e inhibidores de la síntesis de quitina sobre estados larvarios de *Doclostaurus maroccanus* Thunb. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 259-271.
- SÁNCHEZ GARCÍA, M.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, F. J. y ARIAS GIRALDA, A., 1994: Observaciones sobre el avivamiento de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en una finca de «La Serena» (Extremadura), durante los años 1991 a 1993. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 23-34.
- SAS (Surveillance des Acridiens au Sahel), 1988: Lètrre d'Information 14, du 7 novembre.
- SAS (Surveillance des Acridiens au Sahel), 1991: Ce que devient la dieldrine au Sahel. Lètrre d'Information 01: 2-3.
- SKAF, R., 1972: Le criquet marocain au Proche-Orient et sa grégariation sous l'influence de l'homme. *Bulletin de la Société d'Ecologie*. T. III, fasc. 3: 247-325.
- SYMMONS, P. M., 1984: Control of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* (Walker). *Crop Protection*, **3**(4): 479-490.
- USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, 1987: Rangeland Grasshopper Cooperative Management Program. Final Environmental Impact Statement.
- US Agency for International Development, 1989: Locust and Grasshopper Control in Africa/Asia. A Programmatic Environmental Assessment. Executive Summary and Recommendations. Tams Consultants, Inc. and Consortium for International Crop Protection, 54 pp.
- WILPS, H.; NASSEH, O.; KRALL, S. y KABO, O., 1992: Lutte contre les *Schistocerca gregaria* adultes au moyen de nouvelles préparations et méthodes. *Sahel PV Info*, **44**: 7-14.
- WILPS, H. y NASSEH, O., 1994: «Field tests with botanicals, mycicides and chitin synthesis inhibitors». In: KRALL, S. y WILPS, H. New trends in Locust control. *Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH*, 51-79.
- WOUTERS, G. J., 1993: The insect growth regulator diflubenzuron: a review. *Antenna* (London), **17**(2): 60-72.

(Aceptado para su publicación: 24 mayo 1995)