

Eficacia de los inhibidores de quitina diflubenzurón y flufenoxurón sobre larvas de «langosta mediterránea», *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en pleno campo

A. ARIAS GIRALDA y J. JIMÉNEZ VIÑUELAS

En este trabajo se vuelven a ensayar el diflubenzurón y el flufenoxurón en ultrabajo volumen, contra larvas de primera edad de "langosta mediterránea", en una finca de "La Serena" (Badajoz) y otra de "Los Llanos de Cáceres".

Se observó la precocidad del avivamiento en los rodales de puesta orientados al Sur y con menor recubrimiento de pasto, y también el adelanto en "La Serena" sobre "Los Llanos de Cáceres".

En la primera se tuvo que suspender el ensayo al observar que las larvas lo abandonaban buscando el escaso pasto existente.

En la segunda, con pasto abundante, ambos inhibidores de quitina alcanzaron una eficacia total a los pocos días de alimentarse las larvas con el pasto tratado.

Se propone como período óptimo para la aplicación de estos insecticidas el comprendido entre el incremento de la presencia de larvas recién avivadas, de color blanco pajizo, y la aparición de larvas de segunda edad.

Finalmente se discute el tratamiento del pasto en bandas paralelas a los cordones larvarios frente al tratamiento de las áreas cubiertas por rodales de puesta con una banda de seguridad a su alrededor. Esta segunda opción exige señalar los rodales de puesta el año anterior.

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

Palabras clave: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), diflubenzurón, flufenoxurón, desarrollo larvario, pasto, rodales de puesta, período de tratamiento, área de tratamiento.

INTRODUCCIÓN

En un artículo reciente (ARIAS GIRALDA y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1995) se hizo una revisión histórica del empleo de insecticidas contra langostas y saltamontes.

En síntesis, los insecticidas clorados (principalmente dieldrín, y en España HCH) fueron usados con eficacia y economía durante más de 30 años (versus 1950-1985). El descubrimiento de algunos aspectos adversos de su ecotoxicología, principalmente la bioacumulación, condujo a su progresiva sustitución durante las décadas de 1960 y 1970 por diver-

sas materias activas de las familias de organofosforados y carbamatos, que obviaban en gran parte los inconvenientes anteriores, pero que, por su menor persistencia, dificultaban y encarecían la lucha. Pese a ello siguen siendo los de mayor uso actual. (FAO, 1.992).

En los años 80 se introdujeron algunos representantes de la nueva familia de los piretroides, que aventajaban a los anteriores por su mayor persistencia. No obstante, en España tuvieron escaso éxito, pues la dosis registrada contra langosta en pastizales demostró una eficacia insuficiente (GARCÍA CONCELLON et al., 1990 y 1991).

Desde mediados de los años 80 empezaron a conocerse las posibilidades prácticas de emplear contra langostas algunas materias activas de los "Reguladores del Crecimiento de los Insectos" (IGRs), pertenecientes a la familia de las benzoil fenil ureas (BPU), conocidas como "inhibidores de la síntesis de la quitina" por su principal mecanismo de acción sobre las larvas de insectos.

Las principales ventajas de los insecticidas de esta familia radican en su selectividad al tener que ser ingeridos por los insectos, su persistencia sobre la vegetación de un mes al menos, y su degradación más rápida en el suelo.

El diflubenzurón, conocido desde mediados de los años 70 (BIJLOO, 1.975), es el representante más antiguo, por lo que ya se poseen bastantes datos de su acción sobre el ambiente (EISLER, 1992; WOUTERS, 1993) y sobre los artrópodos entomófagos (MURPHY et al., 1994), que en principio lo convierten en un candidato aceptable para sustituir a los organofosforados, y de hecho la FAO (1.995) ya lo ha incluido en su lista de insecticidas aconsejables contra langosta.

En nuestro Servicio de Sanidad Vegetal se ha estudiado el empleo del diflubenzurón contra la "langosta mediterránea" desde 1987 (GARCÍA CONCELLON et al., 1987 y 1988; ALVEZ GÓMEZ et al., 1989), y en 1993 se realizaron los ensayos de campo que contribuyeron al Registro Oficial en España del diflubenzurón y del flufenoxurón contra larvas de langosta mediterránea en pastizales y eriales (SÁNCHEZ GARCÍA et al., 1993).

Con posterioridad se ha progresado en una doble vertiente:

a) Conocer el manejo correcto de ambos insecticidas en pleno campo, mediante ensayos de diseño adecuado (ARIAS GIRALDA Y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1995).

b) Introducir ambos insecticidas en la Campaña oficial contra langosta del año 1995 en Extremadura (MARTINEZ DE VELASCO et al., 1995, datos no publicados).

En el panorama mundial de las investigaciones en curso, existen multitud de candidatos para sustituir o acompañar a los inhi-

bidores de quitina, disminuyendo su impacto y conservando su eficacia (LOMER Y PRIOR, Eds., 1992; HUIS, 1992; FAO, 1992; HERNANDEZ CRESPO, 1993; KRALL Y WILPS, Eds., 1994). Sin embargo, ninguno de ellos está aún en condiciones de poder ser introducido en la práctica.

En este trabajo vuelven a ensayarse el diflubenzurón y el flufenoxurón en pleno campo, con formulaciones de ultra bajo volumen, introduciendo las mejoras en el diseño resultantes de las observaciones efectuadas el año anterior (ARIAS GIRALDA Y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se repitió, con el mismo esquema, en 2 fincas situadas en zonas permanentes de "langosta mediterránea", *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), una de Badajoz, "Majada fría", término de Castuera, en la comarca de "La Serena", y la otra de Cáceres, "Marimarco de abajo", término de Cáceres, comarca de "Los Llanos de Cáceres".

Durante el período de oviposición del año anterior (mayo-junio de 1.994), se eligió en cada finca una superficie amplia, en la que los rodales de puesta fuesen numerosos, marcando con una estaca el centro de cada uno. A comienzos de 1.995 se dividió cada área en 4 subparcelas, de modo que cada una tuviese un número semejante de rodales de puesta, se cercaron y se sortearon las 4 variables ensayadas (Cuadro 1 y Figuras 1 y 2).

Además del testigo, en cada finca se repitieron los 2 inhibidores de la síntesis de quitina: diflubenzurón oleoso y flufenoxurón, a la dosis oficial registrada para cada uno contra langosta mediterránea (45 g/ha. y 25 g/ha., respectivamente), añadiéndose 2,75 l/ha. de agua para aplicar el último.

La cuarta variable fue uno de ambos inhibidores en cada finca más la introducción de 2 ovejas al día siguiente de la aplicación, con objeto de comprobar la influencia en la eficacia sobre la langosta de la eliminación de la materia activa por el pastoreo, así como observar

CUADRO 1: Variables, superficie y rodales de puesta en cada finca.

Variables	Producto y Casa Comercial	Dosis (m.a./ha.)	Superficie (m ²)	Nº de rodales de puesta
“Majada fría” (Castuera): 44.165 m²., 60 rodales				
flufenoxurón 100g/l.	Cascade DC(Cyanamid Ibérica)	25 g.	13.325	14
diflubenzurón oleoso 9g/l +2 ovejas	Dimilín oleoso (AgrEvo)	45 g.	11.600	14
diflubenzurón oleoso 9 g/l.	Idem	45 g.	7.600	15
testigo	-	-	11.640	17
“Marimarco de abajo” (Cáceres): 13.643 m²., 53 rodales				
flufenoxurón 100 g/l.	Cascade DC(Cyanamid Ibérica)	25 g.	2.360	12
flufenoxurón 100 g/l+2 ovejas	Idem	25 g.	3.325	12
diflubenzurón oleoso 9 g/l.	Dimilín oleoso(AgrEvo)	45 g.	2.058	14
testigo	-	-	5.900	15

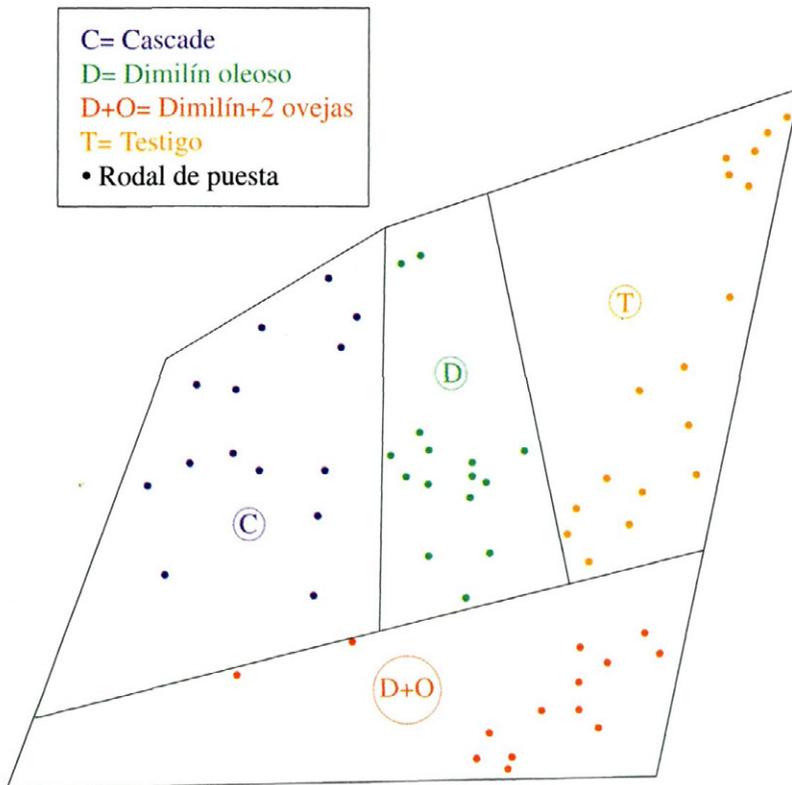


Fig. 1.- Diseño del ensayo en la parcela de «Majada fría» (Castuera)

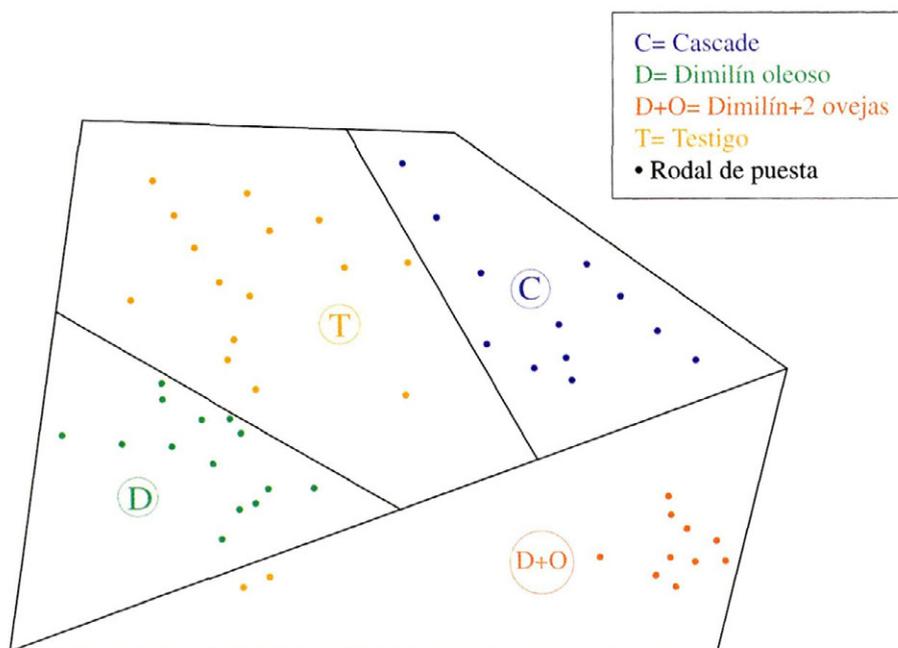


Fig. 2.- Diseño del ensayo en la parcela de «Marimarco de abajo» (Cáceres)

visualmente los posibles síntomas de intoxicación de las ovejas y la posible repelencia por el pasto tratado; las ovejas tuvieron agua de forma

permanente (Figura 3). Es preciso añadir que la carga ganadera resultante, de 2 ovejas/ha. en la parcela correspondiente de “Majada fría”, es

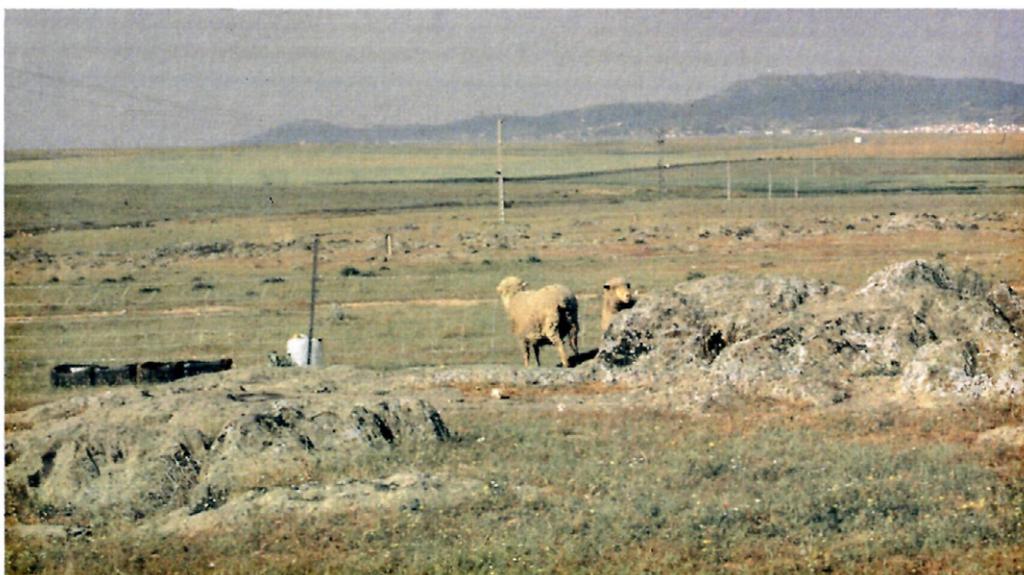


Fig. 3.- Subparcela de Cascade con 2 ovejas en «Marimarco de abajo». Se observan los recipientes con agua (Foto: A. Arias)



Fig. 4.- Larvas de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb). saliendo de un canuto, con el color blanco-pajizo distintivo de las recién avivadas, que se transforman en negruzco a las pocas horas (Foto: A. Arias)

ligeramente superior a la que se considera media en "La Serena" (1,5 ovejas/ha), y la de 6 ovejas/ha. en la parcela de "Marimarco" supera cualquier carga, por buena que sea la finca.

La aplicación se realizó con una barra pulverizadora en ultrabajo volumen, de disco rotatorio movido a pilas, calculando previamente con precisión el ancho de pasada (2 m.), la velocidad (1,5 m/seg.) y el volumen aplicado por minuto con cada boquilla, debiendo usarse boquillas distintas para la solución oleosa del diflubenzurón (5 l/ha.) y el caldo con agua del flufenoxurón (3 l/ha.).

Según la experiencia del año anterior (ARIAS GIRALDA Y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1.995), la persistencia de ambos inhibidores fue de unas 3 semanas y aplicados al inicio de los avivamientos no cubrieron hasta su finalización. Por ello en este ensayo se aplicaron al incrementarse los avivamientos (Cuadro 2). La duración de éstos se obtuvo mediante la observación de la presencia de larvas de color blanco pajizo, recién emergidas de los canutos, que se ennegrecen progresivamente durante algunas horas hasta alcanzar su color definitivo (Figura 4).

No obstante, la aplicación de los insecticidas se realizó con criterios distintos en cada finca:

"Majada fría": Aplicación de las 3 variables en el mismo día, al incrementarse los avivamientos en el testigo.

"Marimarco de abajo": Aplicación en días distintos, al incrementarse los avivamientos en cada parcela.

En "Marimarco de abajo" el primer día de avivamientos (28/3) se estimó el porcentaje de recubrimiento por las hierbas en cada rodal, separando gramíneas y hoja ancha (Cuadro 3).

Para la evaluación del ensayo, en cada fecha y en cada rodal de puesta se midieron las 4 variables que se describen a continuación. Al sustituir los transectos en diagonal por los rodales de puesta, se mejoró el diseño según la experiencia del año anterior, reduciéndose principalmente la variabilidad del muestreo (ARIAS GIRALDA Y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1.995).

a) existencia de larvas recién avivadas (blanco pajizas), escala de 0 a 5

b) densidad de larvas del rodal, con escala de 0 a 5. La densidad no se pudo expresar en larvas por m² para cada valor de la escala, ya que oscila con el estado de desarrollo de la población.

c) m² de cada rodal

d) captura de langostas en la zona con mayor densidad de cada rodal, empleando

Cuadro 2. Fechas de avivamiento y de aplicación en cada variable.

Variable	Fechas de avivamiento (larvas blancas)			Fecha de aplicación
	Inicio	Incremento	Final	
“Majada fría” (Castuera)				
flufenoxurón 100 g/l	22/3			25/3
diflubenzurón oleoso 9 g/l+2 ovejas	22/3			25/3
diflubenzurón oleoso 9 g/l	22/3			25/3
testigo	22/3	25/3	31/3	-
“Marimarco de abajo” (Cáceres)				
flufenoxurón 100 g/l	30/3	3/4	10/4	5/4
flufenoxurón 100 g/l+2 ovejas	28/3	3/4	10/4	5/4
diflubenzurón oleoso 9 g/l.	3/4	6/4	10/4	10/4
testigo	3/4	8/4	10/4	-

una manga circular de 40 cm. de diámetro y dando un mangazo mediante una rotación de 45°, con lo que se barre un área de 0,4 m² aproximadamente. Las langostas capturadas en cada rodal se introdujeron en 1 bote con foamite y se mataron con acetato de etilo, clasificándose por edades y contándose.

Con las variables b) y c) se calcularon 2 índices (Cuadro 7) y con ellos se obtuvieron las eficacias mediante la fórmula de Henderson-Tilton. (Cuadro 8).

1.- Índice de densidad media (IDM):

$$IDM = \frac{\sum \text{densidad de cada rodal (0-5)} \times \text{m}^2 \text{ de cada rodal}}{\sum \text{m}^2 \text{ de cada rodal}}$$

2.- Intensidad del rodal medio (IRM)

$$IRM = \frac{\text{densidad de cada rodal (0-5)} \times \text{m}^2 \text{ de cada rodal}}{\text{n}^\circ \text{ total de rodales de la variable}}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

El inicio de los avivamientos se produjo de forma escalonada en las 4 subparcelas de “Marimarco de abajo” (Cuadro 2), comenzando en las de ligera pendiente hacia el Sur, que a la vez tenían un menor recubrimiento de hierbas (Cuadro 3); ambos factores parecen apuntar a un calentamiento más precoz del suelo.

Los avivamientos, medidos por la presencia de larvas blanco-pajizas, se produjeron

Cuadro 3. Porcentaje de recubrimiento del suelo por hierbas en cada parcela y su distribución entre gramíneas y de hoja ancha. “Marimarco de abajo” (Cáceres), 28/3/1995.

Parcela	% de recubrimiento por hierbas	reparto del recubrimiento		Orientación y Profundidad del suelo	Fecha de inicio de avivamiento
		% gramíneas	% hoja ancha		
flufenoxurón	86	18	82	SE-Media	30/3
flufenoxurón+ovejas	86	14	86	SW-Escasa	28/3
diflubenzurón oleoso	94	23	77	NW-Media	3/4
testigo	95	25	75	NE-Media	3/4

Cuadro 4. Duración de los avivamientos de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en distintos años y comarcas de Extremadura.

Año	Comarca	Fechas		Nº de días		Referencia bibliográfica
		Inicio	Final	Total	80% central (10% a 90%)	
1991	La Serena	15/4	9/5	25	15	Sánchez et. al 1994
1992	La Serena	7/4	21/4	15	8	
1993	La Serena	25/3	13/4	20	7	
1994	Llanos de Cáceres	25/3	20/4	25	–	Arias y Jiménez, 1995
1995	La Serena	22/3	31/3	10	–	
	Llanos de Cáceres	30/3	10/4	12		

ron en tan sólo 10-12 días en ambas fincas, lapso inferior al de los 4 años anteriores que osciló entre 15 y 25 días (Cuadro 4). No obstante, estos 10-12 días están próximos al 80% de los avivamientos centrales (10-90%) de las observaciones más precisas de los años 1.991 a 1.993, (SÁNCHEZ et al., 1.994).

Como las temperaturas del aire y las precipitaciones en el período inmediatamente anterior y durante los avivamientos, no parecen poder explicar estas diferencias interanuales, parece necesario abordar el estudio

del desarrollo embrionario en su última fase, la de catatrepsis (BODENHEIMER Y SULOV, 1951). Quizá este estudio, relacionado con la humedad y la temperatura del suelo, permita predecir los avivamientos, lo que tiene importancia práctica para la lucha que orienta y dirige este Servicio de Sanidad Vegetal.

La evolución de los sucesivos estados larvarios en los testigos de ambas fincas, muestra un desfase comprendido entre 10 y 15 días (Cuadro 5 y Figura 5), que parece correlacionado con las diferencias en las

Cuadro 5. Densidad de larvas y porcentajes de estados larvarios en los testigos de "Majada fría" y "Marimarco de abajo" según fechas.

Fecha	Finca	Rodales con larvas		Larvas capturadas		%				
		nº	m ² barridos	nº	nº/m ²	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
MARZO										
27	Majada fría	14	5,6	1687	301	99,7	0,3	–	–	–
31	Majada fría	14	5,6	442	79	97,1	2,9	–	–	–
ABRIL										
6	Majada fría	4 (1)	1,6	170	106	31,8	51,2	17,0	–	–
10	Marimarco	10	4,0	1481	370	91,4	8,5	0,1	–	–
11	Majada fría	(2)	–	1480	–	1,5	14,2	63,6	20,7	–
18	Marimarco	16	6,4	3147	492	74,8	19,7	5,3	0,2	–
19	La Pulga(3)	0	–	443	–	–	28,0	21,2	34,5	16,3
24	Marimarco	12	4,8	1463	305	27,8	15,0	38,8	18,0	0,4

(1) Uno de los 4 «mangazos» se dio fuera de la parcela, en una zona próxima con hierba sobre la que había un cordón con gran densidad

(2) Al no haber langosta en ninguna parcela se dieron varios «mangazos» en 2 cordones exteriores sobre hierba

(3) Esta población se capturó en un bajo aún con hierba de la finca «La Pulga», lindera con «Majada fría»

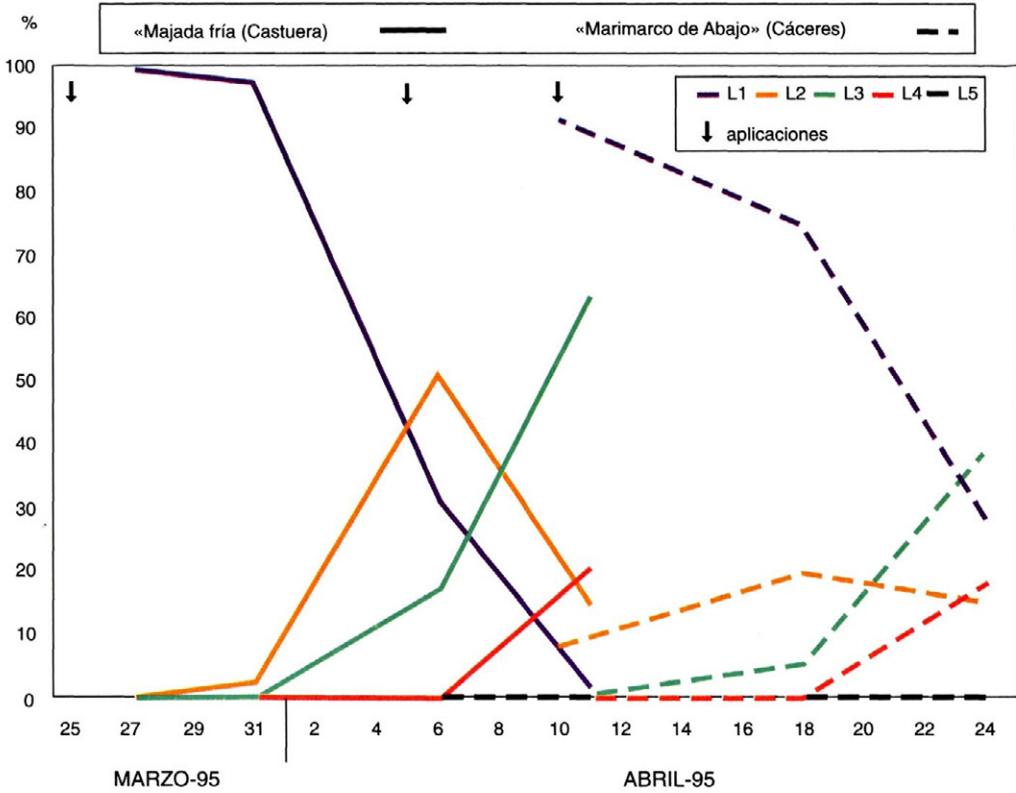


Fig. 5.-Evolución porcentual de los estados larvarios de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en los testigos de ambas fincas y fechas de las aplicaciones

temperaturas máximas, constantemente superiores en 2-2,5°C las de Castuera sobre las de Cáceres. (Cuadro 6 y Figura 6).

El índice de densidad media (IDM) disminuye con el tiempo en todas las variables de “Majada Fría” (Cuadro 7), puesto que los

Cuadro 6. Temperaturas medias (T.m.) y precipitaciones acumuladas (P.a.) por décadas en los Observatorios meteorológicos de Castuera (Badajoz) y Cáceres del I.N.M.

Observatoria	Variable	Mes y década					
		Marzo			Abril		
		1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Castuera	T.m. de máx.	16,2	20,9	25,0	28,8	26,4	18,7
Cáceres	T.m. de máx.	14,7	18,8	22,2	26,1	24,0	17,6
Castuera	T.m. de min.	4,2	8,1	10,2	11,4	12,0	6,0
Cáceres	T.m. de min.	4,5	6,2	7,3	9,2	9,6	6,7
Castuera	P.a. (m m).	17,5	6,3	0,0	0,0	0,0	5,3
Cáceres	P.a. (m m).	1,7	5,9	0,0	0,0	0,0	33,2

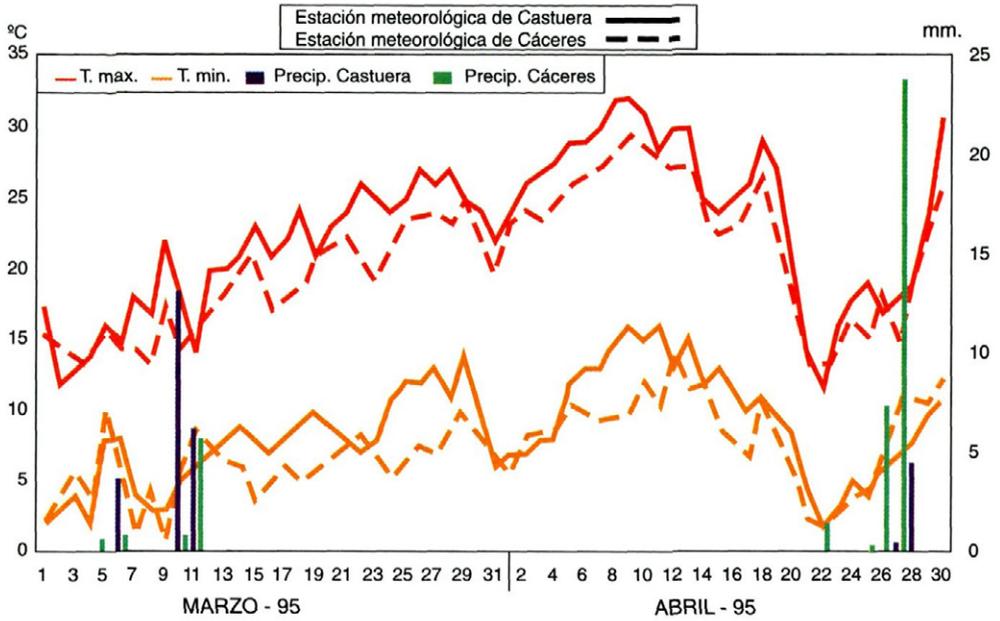


Fig. 6.—Temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones en las Estaciones meteorológicas de Castuera y Cáceres (Fuente: I.N.M.)

Cuadro 7. Índice de densidad media (IDM) e intensidad del rodal medio (IRM) según variable y fecha en cada finca.

"MAJADA FRIA" (CASTUERA)								
FECHA	flufenoxurón		diflubenzurón ol.+ ovejas		diflubenzurón ol.		testigo	
	IDM	IRM	IDM	IRM	IDM	IRM	IDM	IRM
marzo-27	1,97	21,07	2,08	10,57	1,69	15,87	2,20	9,18
-31	1,65	5,43	1,37	2,64	1,79	4,07	1,76	4,76
abril-6	-	-	-	-	-	-	-	-
"MARIMARCO DE ABAJO" (CACERES)								
FECHA	flufenoxurón		flufenoxurón + ovejas		diflubenzurón ol.		testigo	
	IDM	IRM	IDM	IRM	IDM	IRM	IDM	IRM
abril- 3	2,47	6,58	2,44	17,67	1,00	0,36	1,71	0,80
5	2,63	12,25	2,69	20,17	1,30	0,93	1,90	1,27
10	1,83	3,50	1,42	1,42	3,02	18,57	2,79	8,93
18	1,63	1,08	1,00	0,04	0,00	0,00	2,81	19,27
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	13,53



Fig. 7.—Parcela del ensayo en «Majada fría» (Castuera), donde se observa la escasa hierba existente a finales de marzo, rasgo común a toda la «Serena» en el año 1995 (Foto: A. Arias)



Fig. 8.—Parcela del ensayo en «Marimarco de abajo» (Cáceres), donde se observa pasto abundante, comido por larvas de primera edad en el rodal de puesta señalado por la estaca (Foto: A. Arias)

conteos (27 y 31 de marzo) se realizaron una vez pasado el máximo de avivamientos (Cuadro 2), cuando las larvas de primera edad empezaron a dispersarse para buscar el escaso pasto existente en esta finca (y de modo general en toda la “Serena” durante este año) (Figura 7).

En cambio, el mismo índice (IDM) se incrementa en “Marimarco de abajo” hasta que se llega al máximo de avivamientos en cada subparcela (Cuadro 7), para disminuir posteriormente, no tanto por la hierba, que era abundante en todos “Los Llanos de Cáceres” (Figura 8), cuanto por su dispersión al pasar a estados larvarios posteriores.

El índice de Intensidad del rodal medio (IRM), decrece en “Majada fría” no sólo en las parcelas tratadas, como es lógico, sino también en el testigo (Cuadro 7 y Figura 9). La explicación radica en la escasez de hierba que se acaba de señalar, que obligó a las larvas a desplazarse buscándola, como se pudo comprobar encontrándolas en las áreas verdes, dentro y fuera de la parcela.

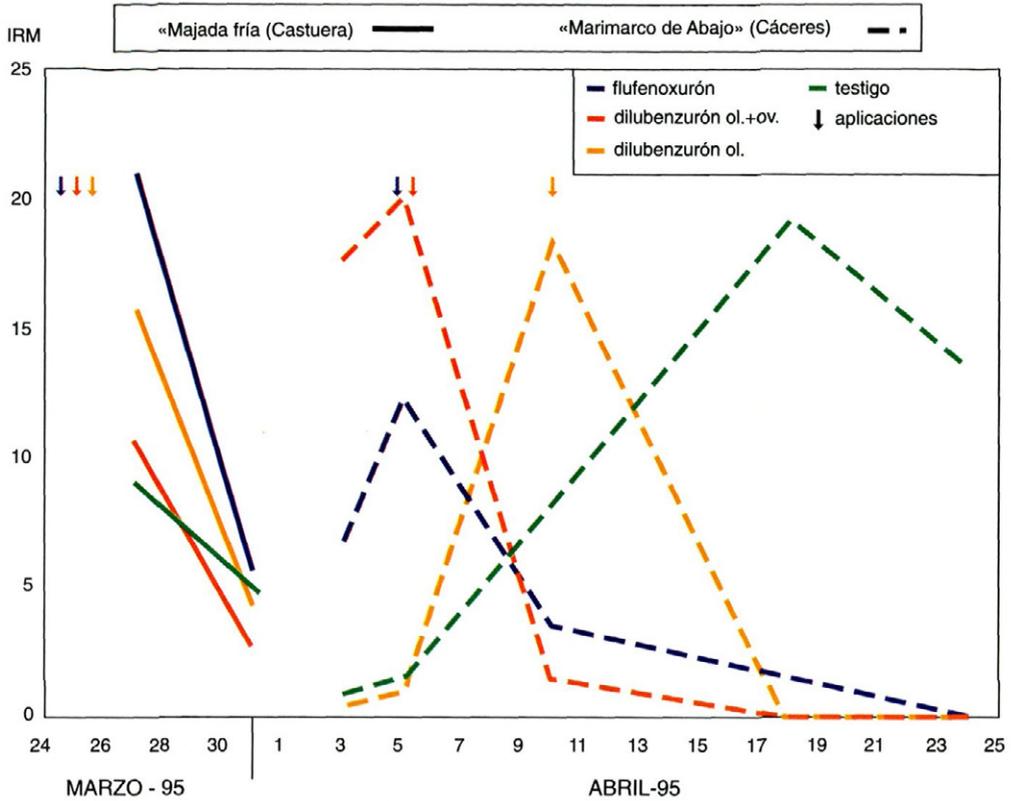


Fig. 9.-Intensidad del rodal medio (IRM)

Este abandono de los lugares de avivamiento por falta de hierba se produjo con rapidez, pues de los 17 rodales de puesta del

testigo (Cuadro 1), en los conteos de los días 27 y 31 de marzo sólo tuvieron larvas 14 y en el del 6 de abril descendieron espectacular-

Cuadro 8. Porcentajes de eficacia de cada variable, según Henderson-Tilton, %E (H-T)*, por fecha, finca y días tras cada tratamiento (T+)

FECHA	FINCA	diflubenzurón oleoso		diflubenzurón oleoso +ovejas		flufenoxurón		flufenoxurón +ovejas	
		T +	%E (H-T)	T +	%E (H-T)	T +	%E (H-T)	T +	%E (H-T)
31/3	“Majada fría”	T+6	51	T+6	52	T+6	50		
10/4	“Marimarco”	T	-			T+5	96	T+5	99
18/4	“Marimarco”	T+8	100			T+13	99	T+13	100
24/4	“Marimarco”	T+14	100			T+19	100	T+19	100

* %E (H-T)= $100 \left(1 - \frac{\text{IRM en testigo antes} \times \text{IRM en tratado después}}{\text{IRM " " después} \times \text{IRM " " antes}} \right)$

lamente a sólo 3 (Cuadro 5). La consecuencia es que la valoración del ensayo en esta finca debe suspenderse con el conteo del 31 de marzo, a los 6 días del tratamiento y con una eficacia próxima al 50% en ambos insecticidas (Cuadro 8), ya que la emigración de larvas también se produjo en las parcelas tratadas, al no ingerir la suficiente cantidad de insecticida para morir por la falta de hierba. Pese a ello pudo observarse la existencia de larvas muertas al finalizar el primer estado de desarrollo y otras muchas con la baja actividad y la lentitud de movimientos que caracteriza a los IGRs (BOUACHI et al., 1994; ARIAS GIRALDA Y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1995).

La consecuencia práctica para el empleo de estos inhibidores de la quitina sobre rodales de puesta, (delimitados el año anterior), es que no sólo debe tratarse la totalidad de la superficie abarcada por ellos, sino también una banda a su alrededor, más ancha cuanto menor sea la densidad de hierba; en los años de mayor sequía deberán tratarse también todas las zonas con pasto, situadas preferentemente en las vaguadas.

En la otra finca, "Marimarco de abajo", donde hubo una primavera con pasto abundante, el índice IRM decrece después de los tratamientos, mientras sigue creciendo en el testigo (Cuadro 7). Lo sucedido en la parcela testigo indica que las larvas siguen alimentándose de la hierba en cada rodal de puesta, aumentando la superficie del contorno al devorar el pasto, pero sin abandonarlo en los primeros estados larvarios (Figura 8).

Del análisis de la eficacia (Cuadro 8) se deduce que la del flufenoxurón a los 5 días del tratamiento oscila entre el 96 y el 99% y llega al 100% en el siguiente conteo, a los 13 días; el diflubenzurón llega al 100% de eficacia a los 8 días; en consecuencia, ambos inhibidores de quitina muestran una buena eficacia, aunque con la lentitud ya conocida.

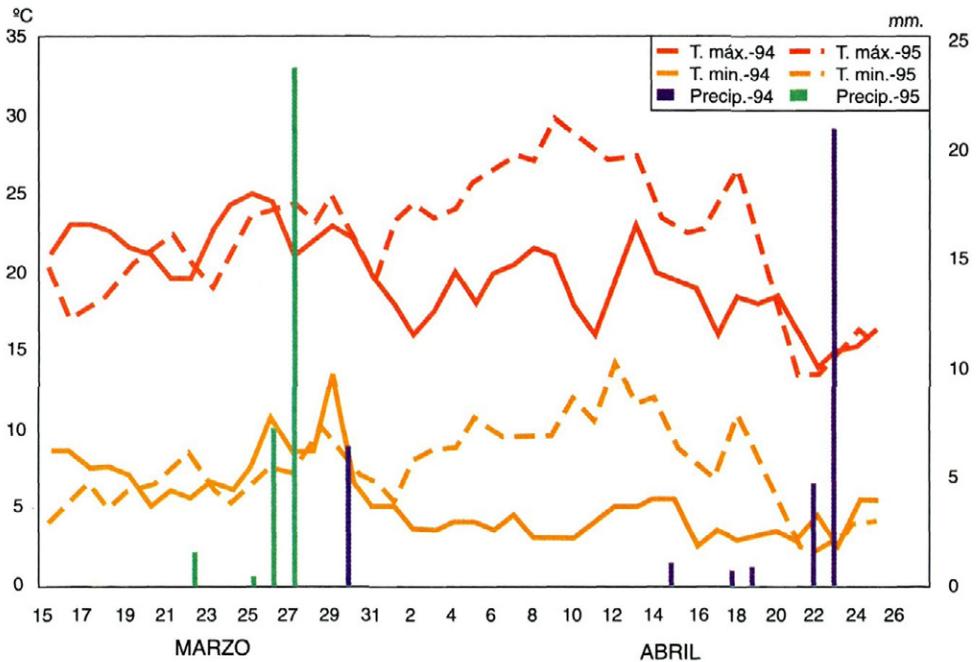
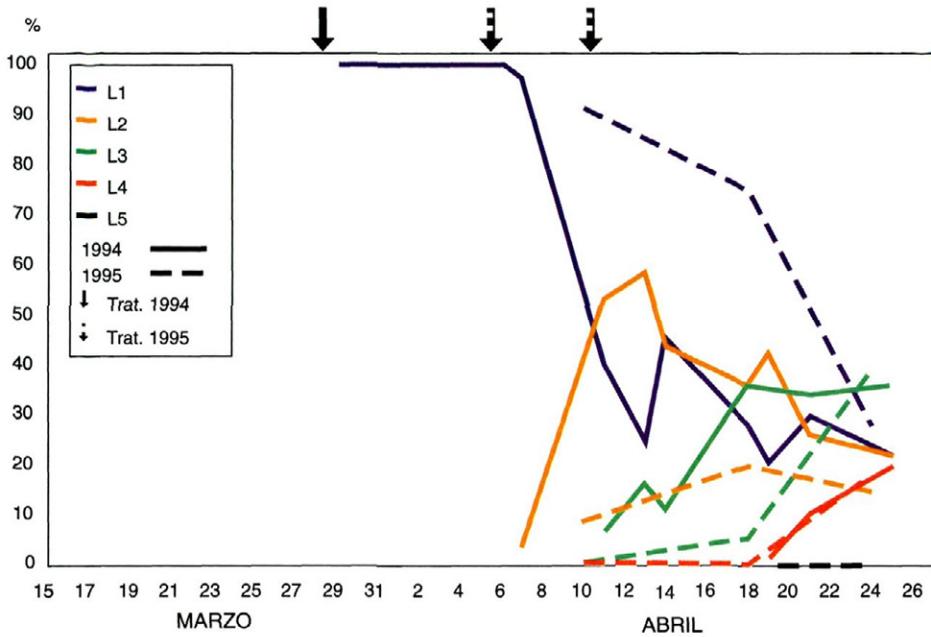
Dados los buenos resultados de estos inhibidores de la quitina aplicados sobre la superficie total abarcada por los rodales de puesta (con una banda a su alrededor si escasea la hierba), no parece que en España deba

usarse la antigua técnica de tratar el pasto en bandas de cierta anchura y perpendiculares al sentido de la marcha de los cordones larvarios, como se ha ensayado y propuesto contra *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en Marruecos (BOUAICHI et al., 1992) y para *Locusta migratoria capito* (Sauss.) en Madagascar (COOPER et al., 1995).

Si la gregarización, o la transición hacia la gregarización, la provoca principalmente la "densación" (PASQUIER, 1939) y ésta se inicia con la concentración de la puesta mediante la agrupación de las hembras en rodales (CANIZO y MORENO, 1949), seguramente a través de una feromona (ARIAS et al., 1994), la "protección integrada" en *Dociostaurus maroccanus* debe empezar cada año marcando y cartografiando el número y extensión de los rodales de puesta en la época adecuada (mayo-junio en Extremadura).

España cuenta, afortunadamente, con la tradición legal y técnica de estimar las superficies de puesta de la "langosta mediterránea" al menos desde 1.879 (BUJ, 1995). El Servicio Especial de Defensa contra la Langosta, que funcionó entre 1939 y 1948, creó en las provincias tradicionalmente afectadas equipos constituidos por Ingenieros Agrónomos, Peritos Agrícolas y Capataces, que ejercían una función de dirección, asesoramiento, inspección y vigilancia (ARIAS et al., 1993). Estos equipos han continuado existiendo en Extremadura y, con mayor o menor fortuna, en otras Regiones españolas. Su continuidad se sigue considerando imprescindible y, sin embargo, parece amenazada cuando paradójicamente se recomienda su creación, una vez más, en los países menos afortunados del "habitat" de la "langosta del desierto" (*Schistocerca gregaria*, Forskäll) (FAO, 1.995).

Una de las principales tareas de estos equipos es precisamente la delimitación anual de los rodales de puesta de nuestra langosta, lo que permitirá la utilización más racional de los inhibidores de quitina, de acuerdo con los resultados anteriormente expuestos.



(Fuente: Instituto Nacional de Meteorología-Centro Meteorológico Territorial de Extremadura)

Fig. 10.-Comparación de la evolución de los estados larvarios de *Dociostaurus marroccanus* (Thunb) y de las fechas de tratamiento entre el año 1994 (Finca «Valdelaguna»-La Cumbre) y el año 1995 (Finca «Marimarco de abajo»-Cáceres). Temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones en los observatorios más próximos (año 1994: Trujillo; año 1995: Cáceres)

Si se comparan los resultados del ensayo del año 1994 (ARIAS GIRALDA y JIMÉNEZ VIÑUELAS, 1995) con los del actual, en dos fincas próximas de "Los Llanos de Cáceres", se comprueba que estos últimos son mejores. En el análisis de las causas parecen resaltar 2 hechos, observables en la Figura 10:

a) El retraso de la aplicación en 1.995, hasta observar la aceleración en el ritmo de los avivamientos.

b) La coincidencia de dicho retraso con el acaecimiento de temperaturas superiores en los primeros 20 días de abril de 1995. Esto aceleró la ingestión diaria de pasto recién tratado por las larvas.

En consecuencia, a la espera de resultados posteriores, se puede proponer como período más adecuado para la aplicación de diflubenzurón o flufenoxurón el comprendido entre la clara aceleración de los avivamientos y la aparición de las primeras larvas de segundo estado (Figura 10).

CONCLUSIONES

El avivamiento de la "langosta mediterránea" se inicia en los rodales de puesta orientados al Sur y con menor recubrimiento de hierba.

El período de avivamientos y su intensidad puede determinarse mediante la observación visual de la presencia de larvas blanco pajizas, recién avivadas, que se oscurecen al cabo de algunas horas.

Los avivamientos así observados tuvieron lugar en tan sólo 10-12 días, tanto en la parcela de "La Serena" como en la de "Los Llanos de Cáceres".

El avivamiento y los sucesivos estados larvarios se adelantaron entre 10 y 15 días en la primera parcela, lo que parece correlacionado con las temperaturas máximas superiores en 2-2,5°C.

La evaluación del ensayo en "La Serena"

debió abandonarse por la rápida emigración de las larvas en busca del escaso pasto primaveral, tanto en el testigo como parcialmente en las parcelas de diflubenzurón y de flufenoxurón.

Lo anterior aconseja aplicar estos inhibidores de quitina no sólo cubriendo todo el área delimitada por los rodales de puesta, sino también en una franja a su alrededor, para que las larvas coman la suficiente hierba tratada antes de salir fuera.

En el ensayo de "Los Llanos de Cáceres", con pasto abundante, tanto el diflubenzurón como el flufenoxurón alcanzaron la máxima eficacia al cabo de algunos días.

El correcto manejo de estos inhibidores de quitina exige tener un equipo para la prospección y señalamiento de los rodales de puesta en mayo-junio. El tratamiento debe aplicarse en el plazo comprendido entre la aceleración de los avivamientos y la aparición de las primeras larvas de segunda edad, que suele ocurrir en Extremadura desde finales de marzo a mediados de abril.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de las fincas "Majada fría" (Castuera), y "Marimarco de Abajo" (Cáceres) por ceder las parcelas para los ensayos.

A las casas comerciales AgrEvo y Cyanamid Ibérica por costear un peón especializado durante los meses del ensayo y ceder las cantidades de Dimilín oleoso y Cascade DC necesarias.

A D. Antonio Salamanca García, D. Francisco Masa Gómez y D. Daniel Carmona Vicente por la ayuda en aplicaciones y conteos.

A D. Agustín Pérez Romero por la realización informática de las figuras y a D^a Mercedes Martínez Sánchez por el tratamiento del texto.

A D. Fernando Arias Sánchez, por la traducción del resumen al inglés.

ABSTRACT

ARIAS GIRALDA, A. y JIMÉNEZ VIÑUELAS, J., 1996: Efficacy of the chitin inhibitors diflubenzuron and flufenoxuron on *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.) hoppers in the open field. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (4): 667-682.

On this work, diflubenzuron and flufenoxuron were tested again, on ultra-low volume, against the new hatched hopper of the Mediterranean locust, *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.), on two pasture farms of Extremadura (Spain), located at "La Serena" and "Los Llanos de Cáceres".

An earliness of hatching in the laying sites facing south and with less grass cover, and of those in "La Serena" over the ones in "Los Llanos de Cáceres", was observed.

On the first one the test had to be suspended after observing the hopper leaving the trial searching for the scarce grass.

On the second one, with rich grazing, both chitin inhibitors reached a total efficiency after a few days of feeding on the treated pasture.

The supposed optimum period for the application of these chitin inhibitors is the one lasting from the increasing presence of new hatched hopper, with a white-straw color, and the apparition of second instars hopper.

Finally, the treatment of grass in bands parallel to the hopper bands, against that of the areas covered by laying sites, with a security band around them, is discussed. This latter option requires pointing out the laying sites the previous year.

Key words: *Docioestaurus maroccanus*(Thunb.), diflubenzuron, flufenoxuron, hopper development, pasture, laying sites, treatment period, treatment area.

REFERENCIAS

- ALVEZ GÓMEZ, C., GARCÍA CONCELLÓN, F., PRIETO ANDREU, A., MÁRTINEZ DE VELASCO Y MENA, D., NAVEIRO SOBRADO, L. F., y SANTOS GARCÍA, R., 1989. Ensayo comparativo de eficacia en el control de la langosta (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.) entre el malatión ULV y el diflubenzurón 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 (*Docioestaurus 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. Distribución en el suelo de las ootecas de (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.) e importancia de su depredación en dos fincas de Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20:3-22.
- ARIAS GIRALDA, A. y JIMÉNEZ VIÑUELAS, J., 1995. Eficacia y persistencia de dos inhibidores de quitina y malatión sobre poblaciones larvarias de langosta mediterránea, (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.) en pleno campo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 395-415.
- BILLOO, J. D., 1975. Un insecticide original: Le diflubenzuron. Caractéristiques physico-chimiques, propriétés biologiques, mode d'action. *Phytiatrie-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 (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.) (Orthoptera:Acrididae) in N. E. Morocco *Crop Protection*, 13:60-72.
- BUJ BUI, A., 1995. Riesgos agrícolas, ciencia e intervención del Estado. Plagas de langosta, entomología aplicada y política agrícola en España (1850-1950). Tesis doctoral. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Barcelona, junio de 1995, 492 pp. más 4 Apéndices.
- CAÑIZO, J. DEL y MORENO, V., 1949. Biología y ecología de la langosta mediterránea o marroquí (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.). *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, XVII: 209-242.
- COOPER, J. F., COPPEN, G. D. A., DOBSON, H. M., RAKOTOMAMDRASANA, A. y SCHERER, R., 1995. Sprayed barriers of diflubenzuron (ULV) as a control technique against marching hopper bands of migratory locust *Locusta migratoria capito* (Sauss.) (Orthoptera: Acrididae) in Southern Madagascar. *Crop Protection*, 14 (2):137-143.
- EISLER, R., 1992. Diflubenzuron Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review. U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Biological Report 4. *Contaminant Hazard Reviews, Report*, 25: 36 pp.
- FAO, 1992. Research for Desert Locust control. Thirty-second session of the FAO Desert Locust Control Committee. Rome, Italy, 12-16 October 1992. AGP/DLCC/92/6(a),32 pp.
- FAO, Comité de lutte contre le Criquet Pèlerin, 1995. Recherches sur le Criquet Pèlerin. Trente-troisième

- session. Rome, Italie, 16-20 janvier 1995. AGP/DLCC/95/8(F),7 p..
- GARCÍA CONCELLON, F. y ALVEZ GÓMEZ, C., 1987. Sensibilidad de la langosta marroquí (*Doclostaurus maroccanus Thunb.*) al diflubenzurón en aplicaciones aéreas-1987. Servicio de Protección de los Vegetales, Junta de Extremadura, Memoria 1987:68-80.
- GARCÍA CONCELLON, 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 CONCELLON, 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 CONCELLON, 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 Thunb.*), sus enemigos naturales autóctonos y el posible control de sus plagas por medio de microorganismos patógenos. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, E.T.S.I.A.M., 251 pp+13 láminas.
- HUIS, A. VAN, 1992. New developments in desert locust management and control. *Proc. Exper.& Appl. Entomol.*, 3:1-18.
- 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.
- LOMER, C. J. y PRIOR, C., Eds., 1992. *Biological Control of Locusts and Grasshoppers.* C.A.B. International & International Institute of Tropical Agriculture, 394 pp.
- MARTÍNEZ DE VELASCO MENA, D., ALVEZ GÓMEZ, C. y SANTOS GARCÍA, R., 1995. La campaña oficial contra langosta en Extremadura en el año 1995. Servicio de Sanidad Vegetal, Junta de Extremadura. Memoria de 1995 (Aún no publicada).
- 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.
- PASQUIER, R., 1950. Sur une des causes de la grégarisation chez les acridiens: La densation. "Annales de l'Institut agricole et des Services de recherches et d'expérimentation agricole de l'Algérie. Tome V, fasc.9, 9 pp.
- SÁNCHEZ GARCÍA, M., JIMÉNEZ VIÑUELAS, 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.
- WOUTERS, G. J., 1993. The insect growth regulator diflubenzuron: a review. *Antenna* (London), 17 (2): 60-72.

(Aceptado para su publicación: 7 febrero 1996)