

El diflubenzuron reduce el potencial biótico de la langosta mediterránea *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815)

E. QUESADA-MORAGA¹; A. SÁNCHEZ¹ Y C. SANTIAGO-ÁLVAREZ¹.

Ninfas de quinta edad de ambos sexos de *Doclostaurus maroccanus* fueron tratadas con la DL 50 para esta especie (1.5 g m.a./ninfa) del Regulador del Crecimiento de los Insectos diflubenzuron. Las ninfas que sobrevivieron al tratamiento, aproximadamente un 50%, alcanzaron satisfactoriamente el estado adulto, y con estos individuos, se formaron todas las combinaciones de apareamiento posibles para estudiar su potencial reproductor. La condición del macho no afectó a la reproducción de la hembra, y con independencia de éste, se observa una reducción significativa del número de ootecas por hembra, en las hembras proceden de ninfas tratadas con el diflubenzuron. Por otra parte, los adultos de ambos sexos en las distintas combinaciones de apareamiento provenientes de ninfas tratadas con diflubenzuron son significativamente menos longevos que los del testigo, lo que puede influir en la reducción del número de ootecas por hembra. De nuestros resultados se desprende que el diflubenzuron no sólo tiene efecto directo sobre la población de ninfas tratadas, sino que además reduce el potencial biótico de *D. maroccanus*, lo que resulta de gran importancia en el control de la especie, puesto que este insecticida ha sido adoptado de forma oficial para el control preventivo de la langosta mediterránea en la Península Ibérica.

(1) Cátedra de Entomología Agrícola y Forestal. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E. T. S. de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba, Apartado 3048. 14080 Córdoba.

Palabras clave: *Doclostaurus maroccanus*, langosta mediterránea, langosta marroquí, diflubenzuron, RCI, reproducción, fecundidad, potencial biótico

INTRODUCCIÓN

De los cuatro insecticidas utilizados de forma oficial en las campañas de control preventivo de *Doclostaurus maroccanus*, sólo el malation y el diflubenzuron son empleados en la actualidad. El HCH fue excluido para su uso general en 1975, aunque de forma controlada pudo ser utilizado oficialmente hasta 1985, cuando quedó definitivamente prohibido, debido a su escasa degradabilidad y a su acumulación en las cadenas tróficas. El fenitrotion ha dejado de emplearse porque, a pesar de su gran eficacia, presenta dificultades para su aplicación. El malation ha dejado de utilizarse en el tratamiento oficial de la Campaña de langosta en Extremadura en 1999 por presentar una mayor persistencia de la reflejada en el registro (ANÓNIMO, 1999). El diflubenzuron fue introducido para el control de *D. maroccanus* en Extremadura

en 1995 (INFORMES, 1996), y en 1999, ha desplazado al malation como insecticida oficial de la campaña, por lo que se ha utilizado en la mayor parte de la superficie tratada (ANÓNIMO, 1999). Esta benzoilfenilurea es considerada como el producto más adecuado para las Campañas Oficiales de langosta (ANÓNIMO, 1999), ya que tiene la categoría toxicológica más baja, no solo dentro de los inhibidores de la síntesis de la quitina, sino también dentro del conjunto de los insecticidas utilizados de forma habitual en Campañas pasadas, como el malation y el fenitrotion.

Este inhibidor de la síntesis de la quitina debe utilizarse preferentemente en las primeras etapas de la campaña de tratamientos, en los rodales de puesta, al producirse el avivamiento. La dosis empleada en la actualidad es de 45 g.m.a./ha (ANÓNIMO, 1999), y en trabajos de laboratorio se ha obtenido una

dosis letal media (DL_{50}) de 1.5 g m.a./ninfa, en ninfas de cuarta edad (QUESADA-MORAGA, 1998). Sin embargo, se sabe que los insecticidas del grupo de los Reguladores del Crecimiento de los Insectos (RCI) originan trastornos reproductivos en los adultos que provienen de supervivientes a los tratamientos (SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1988; PENER et al., 1997). Estas alteraciones nunca han sido evaluadas en la langosta mediterránea por lo que su conocimiento, que afrontamos en este trabajo, puede ser de gran utilidad para los programas encaminados al control de sus plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los insectos utilizados en este experimento procedían de una población de insectario, cuyo manejo se realizó de acuerdo con la metodología desarrollada en nuestro laboratorio (QUESADA MORAGA, 1998; SANTIAGO-ÁLVAREZ y QUESADA-MORAGA, 1999).

El diflubenzurón utilizado es un preparado comercial, polvo mojable al 25%, proporcionado por Uniroyal Chemical Company Inc Duphar (Holanda), que se ofrece por ingestión, sobre trozos de hojas de trigo fresco (1.5 - 2 mm) a ninfas de quinta edad de *D. maroccanus* individualizadas en cajas de plástico de 40 mm de diámetro con tapa cerrada. A cada trozo de hoja se le aplicaron 3 μ l de una suspensión de concentración conocida para obtener una dosis final de 1.5 μ g m.a./ninfa, equivalente a la DL_{50} previamente determinada (QUESADA-MORAGA, 1998). A las ninfas del testigo se le

ofrecieron trozos de hoja tratados con 3 μ l de agua destilada. Las ninfas fueron previamente sexadas y para cada sexo se hicieron dos repeticiones de aproximadamente 70 ninfas por repetición. Las ninfas que en el plazo de 24 horas no habían ingerido el trozo de hoja fueron descartadas del ensayo. Las que si lo habían comido, fueron introducidas en las correspondientes cajas de cría con un máximo de 40 ninfas por caja, para evitar altas tasas de canibalismo. Los insectos recibían un aporte diario de trigo fresco, col y salvado de trigo.

Los individuos que llegaban al estado adulto se transferían a otras jaulas de confinamiento según diferentes combinaciones de apareamiento para estudiar su reproducción. Una vez superado el periodo de preoviposición se colocaban en cada jaula los recipientes de oviposición, y se retiraban diariamente las ootecas depositadas.

RESULTADOS

La mortalidad de ninfas de *D. maroccanus* que fueron tratadas con una dosis de 1.5 μ g m.a./ninfa de diflubenzurón aparece en la Cuadro 1. La mortalidad de los insectos no tratados fue bastante baja, y la de los tratados próxima al 50%, algo superior en las hembras que en los machos, aunque sin significación estadística. Los insectos que murieron tratados con el diflubenzurón, presentaban muda incompleta, hinchazón del pronoto, alas arrugadas y pérdida de trozos de cutícula (Figura 1).

Cuadro 1.- Mortalidad diferencial de ninfas de 5ª edad de *D. maroccanus* tratadas con diflubenzurón

Sexo	Tratamiento	N.	Mortalidad		Abbott %
			n	%	
Hembras	Testigo	80	9	11.25	
	Tratadas	112	67	59.82	54.72
Machos	Testigo	58	3	5.17	
	Tratados	140	76	54.29	51.78

N = número insectos tratados; n = número de insectos muertos

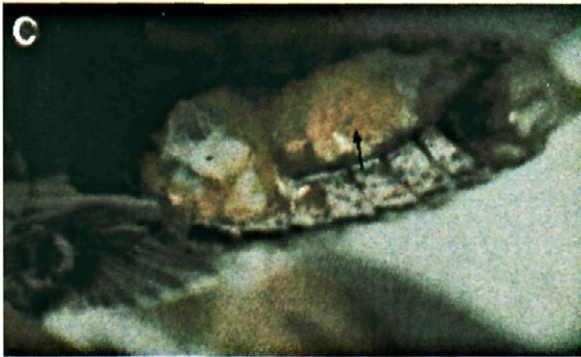
Fig. 1.- Actividad insecticida del diflubenzuron sobre *D. maroccanus*:



(A) Muda incompleta (flecha)



(B) Hinchazón del pronoto (flecha)



(C y D) Pérdida de trozos de cutícula y afloramiento de órganos internos (flechas)



Cuadro 2.-Fecundidad de las hembras de *D. maroccanus* en las distintas combinaciones de apareamiento

Combinación de apareamiento		1ª oviposición	Ootecas/hembra	Huevos/ooteca
Hembras	Machos	(días)		
NT	NT	16.0±0.6 a	3.1±0.6 a	19.5±1.0 a
NT	T	13.3±1.8 a	2.8±0.5 a	16.5±0.9 a
T	NT	16.0±4.0 a	1.5±0.5 a	21.5±2.5 a
T	T	12.5±1.5 a	1.3±0.7 a	18.3±2.7 a

NT: insecto no tratado; T: insecto tratado. Los valores indican \pm Media Desviación estándar. Valores seguidos de la misma letra en cada columna no presentan diferencia significativa en un test LSD ($P<0.05$)

Los insectos que sobrevivieron al tratamiento alcanzaron el estado adulto y no presentaron ninguna anomalía externa. Con estos adultos se formaron todas las combinaciones de apareamiento posibles para estudiar el potencial

logos de preoviposición, que éstas ponen un menor número de ootecas que aquéllas, aunque la diferencia no alcanza significación estadística. El número medio de huevos por ooteca no presenta variación entre tratamientos (Cua-

Cuadro 3.- Fecundidad de las hembras de *D. maroccanus* que provienen de ninfas tratadas con diflubenzuróna

Condición de la hembra	1ª oviposición (días)	Ootecas/hembras	Huevos/ooteca
No tratada	14.6±1.0 a	3.0±0.4 a	18.4±1.1 a
Tratada	14.3±2.0 a	1.4±0.3 b	20.1±1.5 a

* Los valores indican Media \pm Desviación estándar. Valores seguidos de la misma letra en cada columna no presentan diferencia significativa en un test LSD ($P<0.05$)

reproductor, para lo que se dispusieron 2 grupos de 10 parejas para cada combinación, que fueron confinados en jaulas de puesta durante toda su vida. En el Cuadro 2 queda reflejado que todas las hembras, tanto las del testigo como las que provienen de ninfas que sobrevivieron al tratamiento, presentan periodos aná-

dro 2). La viabilidad de huevos no ha podido ser estudiada porque todas las ootecas se abrieron para determinar el número de huevos que contenían.

El número medio de ootecas por hembra, tanto de las del testigo como de las que provienen de ninfas tratadas, es independiente de la

Cuadro 4.- Longevidad de adultos de ambos sexos de *D. maroccanus* en las distintas combinaciones de apareamiento

Combinación de apareamiento		N	Hembras	Machos
Hembras	Machos			
NT	NT	30	24.9±3.5 a	27.4±3.9 a
NT	T	30	23.0±2.7 a	17.7±2.8 b
T	NT	20	17.5±2.4 ab	24.9±2.8 ab
T	T	20	13.5±2.1 b	15.9±2.4 b

NT: insecto no tratado; T: insecto tratado; Los valores indican Media \pm Desviación estándar. Valores seguidos de la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas en un test LSD ($P<0.05$)

condición del macho (Cuadro 2). Al analizar el de las hembras de cada condición por separado se desprende que las hembras provenientes de ninfas tratadas con diflubenzurón ponen un número de ootecas significativamente menor que las hembras del testigo (Cuadro 3). En el resto de los parámetros no se encuentran diferencias significativas.

Por otra parte, los adultos de ambos sexos en las distintas combinaciones de apareamiento provenientes de ninfas tratadas con diflubenzurón son menos longevos que los del testigo y la diferencia, en general, alcanza significación estadística (Cuadro 4).

La reducción significativa de longevidad en adultos provenientes de ninfas tratadas con diflubenzurón queda claramente reflejada en el Cuadro 5, donde se hace el análisis con independencia del tipo de pareja que tuviera en la jaula.

Cuadro 5.-Longevidad de adultos de *D. maroccanus* que provienen de ninfas tratadas con diflubenzurón

Condición	Hembras	Machos
No tratados	23.6±2.1 a	26.2±2.5 a
Tratados	15.5±1.6 b	16.9±1.9 b

Los valores indican Media±Desviación estándar. Valores seguidos de la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas en un test LSD ($P < 0.05$)

DISCUSIÓN

La dosis 1.5 µg m.a./ninfa, que corresponde a la DL50 calculada para ninfas de cuarta edad (QUESADA-MORAGA, 1998), origina sobre ninfas de quinta edad una mortalidad ligeramente superior al 50% lo que parece indicar que estos dos estadios ninfales de *D. maroccanus* difieren muy poco en susceptibilidad al diflubenzurón. Por otro lado, las ninfas hembra, aunque presentan mortalidad natural más elevada que las ninfas macho, dentro de los valores normales que son habituales en la cría de ortópteros (SINGH y MOORE, 1985), se muestran ligeramente más susceptibles que las ninfas macho al igual que ocurre

en el caso de las ninfas de cuarta edad (QUESADA-MORAGA, 1998), lo que puede dar lugar a proporciones sexuales desequilibradas a favor del macho en las poblaciones que sobreviven a los tratamientos. Los síntomas asociados a la acción del diflubenzurón se corresponden en *D. maroccanus* con los descritos en otras especies de langosta (COOPEN y JEPSON, 1996), si bien se muestra mucho más susceptible quizá debido a su menor tamaño.

Los adultos que proceden de ninfas que sobreviven al tratamiento no presentan diferencias morfológicas ni de maduración sexual con respecto a los que proceden del testigo. Sin embargo, tienen reducida de manera significativa su longevidad, lo que supone un acortamiento del periodo de daños. El comportamiento de puesta de las hembras provenientes de ninfas tratadas no se ve afectado por lo que la reducción del número de ootecas por hembra puede estar ligada al descenso de su longevidad, pues este parámetro reproductivo depende en los acrididos de la duración de su vida imaginal (ALBERCHT, 1967).

El macho, aunque también tiene reducida su longevidad, no parece tener influencia sobre la fecundidad de las hembras ya que no se observan diferencias en el número medio de ootecas por hembra en aquéllas que fueron apareadas con machos del testigo y las que lo fueron con los que provenían de ninfas tratadas. Parece por tanto, que la existencia de una segunda copulación después de la primera puesta no resulta indispensable para que ocurra la siguiente, pues las hembras vírgenes de *D. maroccanus* ponen ootecas igual que las hembras copuladas (QUESADA-MORAGA, 1998; SANCHEZ, 1999).

De nuestros resultados se desprende que el diflubenzurón tiene efecto directo sobre la población de ninfas tratadas y afecta al potencial biótico de *D. maroccanus* reduciendo la fecundidad de las hembras. Este dato resulta especialmente trascendente dado el protagonismo que ha adquirido el diflubenzurón en la lucha contra nuestra langosta. Este insecticida parece disponer de una amplia aceptación por parte de los diversos colectivos que "vigilan" las campañas preventivas anuales. Nuestros datos animan a continuar con el empleo de este producto ya que

no solo contribuye por su acción directa, sino que además contribuye a reducir la población de la generación siguiente.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del Proyecto AGF94-0145 "Estudio Ecológico de la langosta mediterránea, *D. maroccanus*, y de

las medidas más adecuadas para el control de sus plagas en España" financiado por la CICYT, del que es investigador responsable el Prof. Dr. D. Cándido Santiago Álvarez. E. Quesada-Moraga agradece al Ministerio de Educación y Cultura la concesión de la Beca AP94 24247227 correspondiente al programa de Formación de Profesorado Universitario y Personal Investigador.

ABSTRACT

Fifth instar *D. maroccanus* nymphs of both sexes were treated with the LD 50 for this species (1.5 g a.i./nymph), of the Insect Growth Regulator diflubenzuron. Surviving nymphs, 50% approximately, reached adequately the adult state, and they were grouped at different treatment-sex combinations, to study their reproductive capacity. The condition of males, coming from treated or nor treated nymphs, did not affect the reproduction of treated females, which showed a statistically significant reduction of the number of egg-pods per female. In the other way, adults of both sexes, coming from treated nymphs, showed a significant reduction of longevity, that could explain the reduction of the number of egg-pods of females coming from treated nymphs. Our results indicate that diflubenzuron originates not only the mortality of treated nymphs, but induces a reduction of the biotic potential of adults coming from surviving nymphs, which could be very important, since this insecticide is at the moment the most widely used in the preventive control of the Mediterranean or Moroccan locust in the Iberian Peninsula.

Key words: *Dociopterus maroccanus*, Mediterranean locust, Moroccan locust, diflubenzuron, IGR, reproduction, fecundity, biotic potential

REFERENCIAS

ANÓNIMO, 1999: Programa de Control Integrado de la langosta mediterránea *Dociopterus maroccanus*. Junta de Extremadura. Consejerías de Agricultura y Pesca y de Medio-Ambiente y Turismo. Servicios de Protección de los Vegetales y de Protección Medioambiental.

ALBRECHT, F.O., 1967: *Polymorphisme Phasaire et Biologie des Acridiens Migrateurs*. Collection G.P.B. Maisson et cie. 194 pp.

COOPEN, G.D.A. Y JEPSON, P.C., 1996: Comparative laboratory evaluation of the acute and chronic toxicology of diflubenzuron, hexaflumuron and teflubenzuron against II-instar Desert Locust *Schistocerca gregaria* (Orthoptera, Acrididae). *Pesticide Science*, 46 : 183-190.

Informes, 1996. Reuniones Anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios. M.A.P.A.

PENER, M.P., AYALI, A., KELMER, G., BENNETTOVÁ, B., NEMEC, V., REJZEK, M. Y WIMMER, Z., 1997: Comparative testing of several juvenile hormone analogues in two species of locusts, *Locusta migratoria migratorioides* y *Schistocerca gregaria*. *Pesticide Science*, 51: 443-449.

QUESADA-MORAGA, E., 1998: *Biología y ecología de la reproducción y desarrollo embrionario de la langosta mediterránea Dociopterus maroccanus (thunberg) y su posible interferencia como estrategia de lucha*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, 228 pp.

SANCHEZ, A., 1999: *Potencial reproductor de las hembras de D. maroccanus (Thunberg, 1815) de una población natural y otra sometida a tratamiento con reguladores del crecimiento de los insectos (R.C.I.)*. Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. 68pp.

SANTIAGO-ÁLVAREZ, C., 1988: Insecticidas que inhiben la formación de la cutícula. En: "Insecticidas Biorracionales". C.S.I.C. Madrid 1988. Coord. Xavier Bellés. pp 251-269.

SANTIAGO-ÁLVAREZ, C., Y QUESADA-MORAGA, E., 1999: Manipulación del desarrollo embrionario y cría en laboratorio de la langosta mediterránea *Dociopterus maroccanus* (Thunberg). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. M 25: 469-474.

SINGH, P. Y MOORE, R.F., 1985: *Handbook of insect rearing Vol. I*. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam. 488 pp.

(Recepción: 23 febrero 2000)
(Aceptación: 13 de abril 2000)