

Estudios preliminares de los efectos de la ciromacina sobre *Ceratitis capitata*. (Diptera: Trypetidae)

F. BUDIA, E. VIÑUELA y P. DEL ESTAL

La ciromacina, insecticida regulador del crecimiento de los insectos, del grupo de las triamino triacinas, se ha estudiado en laboratorio para ver su efectividad sobre diversos estados de desarrollo de *Ceratitis capitata*: adultos, huevos y larvas de 3 y 6 días. Los adultos recibieron ciromacina en el agua de beber, a dosis entre 10 y 1.000 ppm, no observándose efectos directos sobre la mortalidad de los mismos. Si se observó una ligera disminución de la fecundidad y una reducción en el % de pupas formadas, al aumentar las dosis, siendo de 0 para la más alta. La emergencia de estas pupas fue sin embargo superior al 90%. Los huevos (H) y larvas (L) recibieron el producto en la dieta larvaria a dosis entre 1 y 20 ppm para H y L-3 y entre 25 y 100 ppm para L-6. En todos los casos se alargó el tiempo de desarrollo y se produjeron malformaciones en larvas y pupas. No hubo diferencias de sensibilidad entre H y L-3 y se redujo el % de pupas formadas, que fue de 0 para las dos dosis más altas. Para L-6 la reducción de pupación fue pequeña, pero la emergencia de adultos fue 0 en toda dosis, viéndose una menor movilidad en las larvas, que tendían a pupar en la dieta.

F. BUDIA, E. VIÑUELA y P. DEL ESTAL. E.T.S.I. Agrónomos. Cátedra de Entomología Agrícola. 28040 Madrid.

Palabras clave: *Ceratitis Capitata*, ciromacina tratamientos.

INTRODUCCION

Desde la pasada década se ha puesto gran interés en el estudio del potencial insecticida de una amplia gama de productos químicos denominados "Reguladores del Crecimiento de los Insectos" (RCI). Dentro de estos compuestos se incluyen sustancias muy diversas tanto en su naturaleza química, como en sus acciones fisiológicas, que a veces son muy diferentes de las de los primeros productos incluidos en el grupo, que fueron los análogos y miméticos de la Hormona Juvenil de los insectos (HALL & FOESE, 1980).

A pesar de la gran diversidad existente entre los RCI, todos ellos tienen una acción común, que es alterar el desarrollo del insecto. Típicamente, estos productos originan la muerte de los estadios inmaduros de los insectos,

induciendo anomalías durante el desarrollo larvario y pupal. En los adultos, también tienen efecto y éste se manifiesta generalmente en las hembras, resultando afectada la producción y eclosión de huevos. (FRIEDEL & McDONNELL, 1985).

Un RCI nuevo, perteneciente al grupo de las triamino triacinas es la CIROMACINA, que ha demostrado ser muy eficaz contra estadios larvarios jóvenes de muchos dípteros, incluyendo a especies que han desarrollado resistencia hacia productos convencionales (SCHLAPFER et al., 1986), aunque recientemente ya ha aparecido tolerancia hacia este producto en una raza resistente a organofosforados de *Musca domestica* (BLOOMCAMP et al., 1987).

El modo de acción primario de la ciromacina no se conoce y existen opiniones contradic-

torias en la bibliografía, al respecto. Así, en estudios "in vitro", algunos autores han visto inhibición de la síntesis de la quitina (MILLER et al., 1981), mientras que otros como TURNBULL & HOWELLS (1982), no observaron tal efecto. Estudios recientes realizados "in vivo" por BINNINGTON et al. (1987) en *Lucilia cuprina* han puesto de manifiesto que este compuesto no inhibe la incorporación de la N-acetil-d-glucosamina a la cutícula, a diferencia de un inhibidor de la síntesis de la quitina clásico, como el diflubenzurón. El efecto de la ciromacina observado por estos autores, es la aparición de lesiones necróticas en la cutícula, que se vé invadida por las células epidérmicas.

La ciromacina actúa fundamentalmente por ingestión, aunque también parece tener una ligera acción por contacto (POCHON & CASIDA, 1983). En las plantas, tiene acción sistémica y se puede aplicar al suelo, ya que es traslocada por las raíces, o sobre la planta (SCHLAPFER et al., 1986).

Sus usos actuales tienen fundamentalmente una vertiente veterinaria y otra agrícola. En el primer caso se utiliza ampliamente como aditivo alimenticio de la dieta de aves y otros animales domésticos, para inhibir el crecimiento de dípteros en sus excrementos y también en aplicaciones tópicas en los lugares de reproducción de estos dípteros (MULLA & AXELROD, 1983; GIGA, 1987).

En cuanto a su uso agrícola, se ha visto que tiene buen efecto en el control de minadoras del género *Liriomyza*, incluida *L. trifolii* y debido a su alta selectividad, está especialmente indicado su uso en Programas de Manejo Integrado de Plagas, sobre todo en invernaderos. Igualmente se utiliza en el control de dípteros esciáridos que viven en los champiñones (TRUMBLE, 1985; SCHLAPFER et al., 1986).

Debido a que no se dispone de datos del efecto de este compuesto sobre otros dípteros, el objetivo de este trabajo es realizar ensayos preliminares que pongan de manifiesto la actividad de la ciromacina sobre una importante plaga de nuestras zonas frutícolas: *Ceratitits capitata* (Diptera: Trypetidae).

MATERIALES Y METODOS

En los ensayos se utilizó una población de *C. capitata* criada en laboratorio sin contacto con insecticidas, según el método descrito por VIÑUELA (1981).

Las condiciones de cría y de realización de los ensayos fueron: temperaturas de $25 \pm 2^\circ \text{C}$; humedad relativa del $75 \pm 5\%$ y fotoperiodo de 16 horas luz.

Se empleó el preparado comercial TRIGARD de la Compañía Ciba-Geygi, que es un polvo mojable con una riqueza del 75% en ciromacina (N-ciclopropil-1,3,5-triacina-2,4,6 triamina).

En una primera serie de experimentos se utilizaron *adultos* que recibieron ciromacina "ad libitum" en su agua de beber, a cuatro concentraciones: 10-100-500 y 1.000 ppm. Para ello, grupos de 20 pupas se dejaron emerger en cajas cilíndricas de plástico (12 cm. de diámetro y 5,5 cm. de altura) con una abertura superior de ventilación y un ponadero lateral de 5,5 cm. y 2,5 cm. de diámetro, respectivamente.

En el interior de estas cajas, se colocaba en cápsulas de plástico de 2,3 cm. de diámetro, 1 ml. de agua tratada o no, que se cambiaba diariamente (durante 1 semana desde la emergencia de los adultos), y la dieta normal de adultos consistente en una mezcla 3:1 de azúcar y proteína hidrolizada (Yeast hydrolysate enzymatic ICN). Para evitar que las moscas se ahogaran se llenó la cápsula del agua con bolas de vidrio de 5 mm. de diámetro.

Desde que se inició la puesta, se procedió a la recogida y conteo de huevos, durante un periodo de 8 días. Los días 2 y 4 se procedió a la siembra de unos 200 de estos huevos, en dieta larvaria sin tratar, para seguir su evolución.

Se realizaron 2 repeticiones/dosis en cada caso.

Para el manejo de las moscas, se recurrió al uso de CO_2 comercial, que es inocuo para *C. capitata* según VIÑUELA (1982).

En este experimento, las observaciones realizadas fueron: mortalidad de adultos, fecundidad y mortalidad posterior en el período huevo-adulto, medida como % de pupas formadas y % de adultos emergidos.

En una segunda serie de experimentos, se emplearon *huevos*, y *larvas de 3 y 6 días* (L-3 y L-6), y la ciromacina se aplicó a la dieta larvaria, tras su disolución en agua, a concentraciones de: 1-5-10 y 20 ppm para los huevos y L-3 y de 25-50-75 y 100 ppm para las L-6.

Cada caja de dieta contenía 50 gr. de la misma y la cantidad total de líquido añadido fue de 5 ml.

Para los huevos y L-3, se procedió a la siembra de unos 200 huevos/dosis, añadiéndose el insecticida al sembar o tres días después. En el caso de las L-6 se colocaron unas 100 larvas de 6 días sobre dieta tratada previamente.

En estos tratamientos se realizaron 4 repeticiones, midiéndose la mortalidad (expresada como el % de pupas formadas y el % de adultos emergidos) y las anormalidades de desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tratamiento de adultos

La ciromacina no tuvo efecto directo sobre la *mortalidad* de adultos de *C. capitata* tratados con dosis entre 10 y 1.000 ppm, medida a los 8 días de iniciado el tratamiento, mientras que POCHON & CASIDA (1983) trabajando con *Musca doméstica*, obtuvieron el 100% de mortalidad para la dosis de 1.000 ppm a los 5 días de tratamiento. Por tanto, parece existir diferencias importantes de sensibilidad entre especies.

En cuanto a la *fecundidad*, medida como el total de huevos puestos/hembra en 8 días, parece existir una ligera disminución en los tratados (entre 211 y 314 huevos), respecto a los testigos (363 huevos), al igual que observaron FRIEDEL & McDONELL (1985) en *L. cuprina*,

pero otros autores no encontraron diferencias en *M. domestica* (HALL & FOESE, 1980; POCHON & CASIDA, 1983).

Estudiando el *desarrollo posterior huevo-adulto*, a partir de los huevos puestos por los adultos tratados, se observó una diferencia significativa al 5% en el número de pupas formadas, entre testigos y tratados, disminuyendo este número al aumentar la dosis de ciromacina y llegando a ser de cero en la dosis más alta, como se observa en el Cuadro 1. Estos concuerda con las observaciones de FRIEDEL & McDONELL (1985) en *L. cuprina*, en la que no vieron efecto de la ciromacina sobre la eclosión de los huevos, pero sí sobre el desarrollo larvario que se inhibía.

Sin embargo, la emergencia de adultos fue en todos los casos superior al 90% como se observa en el Cuadro 1, luego todas las pupas formadas fueron normales, lo que está de acuerdo con las observaciones hechas en otros dípteros, como en *M. domestica* por POCHON & CASIDA (1983), etc.

Por tanto, en el caso de los adultos, la ciromacina no impide que se acoplen y ovipositen normalmente, a las dosis estudiadas, pero inhibe el desarrollo larvario posterior, impidiendo que parte de las larvas lleguen a pupar, aunque si lo hacen, las pupas son normales.

Tratamientos de huevos y larvas de 3 días

Los resultados obtenidos en el tratamiento de huevos y L-3 con dosis de ciromacina entre

Cuadro 1.—*Tratamientos de adultos: efectos de la ciromacina sobre la pupación (P) y emergencia de adultos (A). %P = n.º pupas/n.º huevos × 100; %A = n.º adultos/n.º pupas × 100.*

	%P	%A
T	76,1 ± 12,9	97,9 ± 1,9
10 ppm	47,4 ± 0,1	93,9 ± 0,1
100 ppm	23,8 ± 2,6	100
500 ppm	2,0 ± 1,9	100
1000 ppm	0	0

1 y 20 ppm, aparecen en el Cuadro 2. Como se observa, el % de pupas formadas, en ambos casos, disminuye al aumentar la dosis, de forma significativa ($p < 0,05$), siendo de cero para las dosis de 10 y 20 ppm y no existiendo diferencias entre huevos y L-3. Esto está en contraposición con los resultados obtenidos por POCHON & CASIDA (1983) en *M. domestica*, ya que encontraron que los huevos eran significativamente más sensibles.

Respecto al % de adultos emergidos, se observa en este cuadro, que va disminuyendo al aumentar las dosis, tanto para los huevos como para las L-3, excepto para la dosis de 1 ppm, en la que no se observó diferencias significativas con los testigos. La emergencia de adultos, fue por tanto en la dosis de 5 ppm, notablemente más baja de lo que cabía esperar a la vista de los resultados en los tratamientos de adultos (Cuadro 1) y esto se debe a que en esta dosis parte de las pupas eran deformes.

En *C. capitata* la inhibición total de la emergencia de adultos la obtuvimos con dosis de 10 ppm, en estos tratamientos, mientras que HALL & FOESE (1980) trabajando con *M. domestica* y *M. autumnalis*, la obtuvieron con dosis notablemente más bajas, como son 0,8 y 0,1 ppm, respectivamente, por lo que al igual que ocurría con los adultos, parecen existir grandes diferencias de sensibilidad entre especies.

En los tratamientos de L-3, se observaron en el curso del desarrollo anomalías consistentes en la presencia de larvas con la región anterior del cuerpo hinchada y de pupas más alargadas de lo normal, que no dieron lugar a adultos. Estas anomalías son idénticas a las descritas por otros autores en otros dípteros (MULLA & AXELROD, 1983; EL SHARD et al., 1985). (Figs. 1 y 2).

En los tratamientos de huevos, sin embargo, no se observó la presencia de larvas hinchadas, aunque en todas las dosis, aparecían larvas con síntomas anormales: menor tamaño, mayor rigidez y anillos del cuerpo más notorios. También aquí se obtuvieron pupas de

Cuadro 2.—*Tratamientos de huevos (H) y larvas de 3 días (L-3): Efectos de la ciromacina sobre la pupación (P) y emergencia de adultos (A). %P = n.º pupas/n.º huevos × 100; %A = n.º adultos/n.º pupas × 100.*

		T	1 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
Huevos	%P	82,1±10,3	48,2±6,6	8,9±10,9	0	0
	%A	83,8± 5,8	82,7±3,8	48,9± 5,2	0	0
L-3	%P	78,5± 4,7	45,7±4,2	6,6± 3,9	0,1±0,3	0
	%A	81,7± 5,3	78,8±3,9	46,1± 4,3	0	0

formas análogas a las de los tratamientos de L-3.

Finalmente, en ambos tratamientos se detectó un efecto de la ciromacina sobre la duración del desarrollo, que fue mayor que en los testigos y sobre la movilidad de las larvas, que tendían a pupar en la dieta.

Tratamientos de larvas de 6 días

En el Cuadro 3 aparecen los resultados de los ensayos de L-6, evaluados un mes después de iniciado el tratamiento, ya que al igual que en los dos casos anteriores, un efecto observado fue la mayor duración del tiempo de desarrollo, pues los adultos de los testigos ya habían aparecido 15 días antes de realizarse los conteos. En el cuadro se recogen el % de larvas que aún había presentes en la dieta, el % de pupas y el % de adultos emergidos.

Cuadro 3.—*Tratamientos de Larvas de 6 días (L-6): efectos de la ciromacina sobre el desarrollo, medidos 1 mes después del tratamiento. %L = larvas; %P = pupas; %A = adultos.*

	%L	%P	%A
T	0	0	81,3±5,6
25 ppm	7,8±3,3	78,8±5,8	0
50 ppm	7,8±3,4	70,6±4,8	0
75 ppm	6,0±0,6	77,8±0,5	0
100 ppm	3,7±1,1	83,1±4,7	0



Fig. 1.—Larvas de *Ceratitis capitata* tratadas con 10 ppm de ciromacina a los 3 días de edad (zona anterior del cuerpo hinchada) y larvas normales.



Fig. 2.—Pupas de *C. capitata* obtenidas a partir de larvas tratadas con 10 ppm de ciromacina a los 3 días de edad (más alargadas) y pupas normales.

Cuadro 4.—*Tratamientos de larvas de 6 días (L-6): efectos de la ciromacina sobre movilidad larvaria; % = n.º pupas/ n.º larvas × 100.*

	% Pupas saltadas	% pupas totales
T	97,3±2,8	97,3±2,8
25 ppm	9,2±3,1	78,8±5,8
50 ppm	12,6±6,3	70,6±4,8
75 ppm	14,4±5,0	77,8±0,5
100 ppm	19,7±8,6	83,1±4,7

En este tratamiento, todas las pupas obtenidas fueron deformes, presentando algunas un aspecto larviforme y en ningún caso dieron lugar a la aparición de adultos. El % de pupación en los tratados (entre 70,6 y 83,1) fue ligeramente inferior al de los testigos (97,3%), como se observa en el Cuadro 4 aunque siempre se obtuvieron altos porcentajes de pupación, ya que la ciromacina se aplicaba cuando las larvas estaban a punto de pupar.

Al igual que en los tratamientos de huevos y de L-3, se observó una menor movilidad larvaria, existiendo diferencias significativas al

5% entre las pupas saltadas en los testigos y en los tratados, como se observa en el Cuadro 4, aunque entre dosis, no se obtuvieron diferencias.

Como se deduce de las dosis usadas en los tratamientos de huevos y L-3 (entre 1 y 20 ppm) y en los de L-6 (entre 25 y 100 ppm), también en *C. capitata*, las larvas de más edad son más resistentes a la ciromacina, al igual que ocurre en otros dípteros (POCHON & CASIDA, 1983; EL OSHARD et al., 1985).

Como conclusión, se puede afirmar, que la ciromacina produce en *C. capitata* efectos análogos a los descritos para otros dípteros, siendo más efectiva sobre huevos y larvas jóvenes y afectando a los adultos a dosis elevadas, aunque es necesario continuar las investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Subdirección General de Sanidad Vegetal la financiación de parte de este trabajo.

ABSTRACT

BUDIA, F., VIÑUELA, E. y DEL ESTAL, P., 1988: Estudios preliminares de los efectos de la ciromacina sobre *Ceratitis capitata*. (Diptera: Trypetidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 14 (1): 141-147.

The triazine-type insect growth regulator cyromazine, was evaluated in laboratory against several developmental stages of *Ceratitis capitata*: adults, eggs and 3 and 6 days-old larvae. Adult flies received cyromazine "ad libitum" at 10-1.000 ppm in their drinking water and the product had no effect on adult mortality. A small reduction in egg production but a significant decrease in the number of pupae obtained, was observed and at the higher dosage, cyromazine gave a total inhibition of pupariation. Normal adult emergence was recorded in all cases. Eggs and larvae were reared in the presence of four different concentrations of cyromazine treated media ranging from 1 to 20 ppm for eggs and 3 days-old larvae and from 25 to 100 ppm for 6 days-old larvae. A decrease in the rate of development and larvae and pupae malformations were recorded in all these treatments. Eggs and 3 days-old larvae had the same sensibility against cyromazine, and a total inhibition of pupariation was observed at the two higher dosages. In the 6 days-old larvae treatments, pupariation was almost normal, but adult emergency was completely inhibited and treated larvae exhibited lesser activity than control ones, because they remained in the larval media to give pupal stage.

Key words: *Ceratitis capitata*, cyromazine, treatments.

REFERENCIAS

- BINNINGTON, K.C.; RETNAKARAN, A.; STONE, S.; SKELLY, P., 1987: Studies on cyromazine and diflubenzuron in the sheep blowfly *Lucilia cuprina*: inhibition of vertebrate and bacterial dihydrofolate reductase by cyromazine. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 27: 201-210.
- BLOOMCAMP, C.L.; PATTERSON, R.S.; KOEHLER, P.G.: Cyromazine resistance in the house fly. *J. Econ. Entomol.*, 80: 352-357.
- EL OSHARD, M.A.; MOTOYAMA, N., HUGUES, P.B.; DAUTERMAN, W.C., 1985: Studies on cyromazine in the house fly *Musca domestica*. *J. Econ. Entomol.*, 78: 1.203-1.207.
- FRIEDEL, T. y McDONELL, P.A., 1985: Cyromazine reproduction and larval development of the Australian sheep blow fly. *J. Econ. Entomol.*, 78: 868-873.
- GIGA, D.P., 1987: Evaluation of the insect growth regulators cyromazine and diflubenzuron as surface sprays and feed additives for controlling houseflies *Musca domestica* in chicken manure. *Intern. Pest Control*, 29: 66-69.
- HALL, R.D. y FOEHSE, M.C. 1980: Laboratory and field tests of CGA-72662 for control of the house fly and face fly in poultry, bovine or swine manure. *J. Econ. Entomol.*, 73: 564-569.
- MILLER, R.W.; CORLEY, C.; COHEN, C.F.; ROBBINS, W.E.; MARKS, E.P., 1981: CGA-19255 and CGA-72662: mode of action and efficacy against flies in the laboratory and when administered to cattle as feed additive. *Southwest Entomol.*, 6: 272-278.
- MILO, A.B. DE; BORKOVEC A.B.; COHEN, C.F.; ROBBINS, W.E., 1981: Larvicidal effects of substituted diamino and triamino triacinas. *J. Agric. Food Chem.*, 29:82-84.
- MULLA, M.S. y AXELROD, H., 1983: Evaluation of the IGR larvadox as a feed through treatment for the control of pestiferous flies on poultry ranches. *J. Econ. Entomol.*, 76: 515-519.
- OVERMAN, A.J. y PRICE, J.F., 1984: Application of avermectin and cyromazine via drip irrigation and fenamiphos by soil incorporation for control of insect and nematode pests in chrysanthemum. *Proc. Flo. State Hort. Soc.*, 97: 304-306.
- POCHON, J.M. y CASIDA, J.E., 1983: Cyromazine sensitive stages of house fly development: influence of penetration, metabolism and persistency on potency. *Entomol. exp. appl.*, 34: 251-256.
- SCHLAPFER, T., COTTI, T., MOORE, J.L., 1986: Cyromazine a new insect growth regulator for leafminer control. *British Crop Prot. Conf. Pests and Diseases*, 2B-5: 123-128.
- TRUMBLE, J.T., 1985: Planning ahead for leafminer control. *Cal. Agricult.*, 39: 8-9.
- TURNBULL, I.F. y HOWELLS, A.J., 1982: Effects of several larvicidal compounds on chitin biosynthesis by isolated larval integuments of the sheep blowfly *Lucilia cuprina*. *Aust. J. biol. Sci.*, 35: 491.
- VIÑUELA, E. 1981: Resistencia de los insectos a los insecticidas. Normalización del método para su detección en laboratorio en la mosca mediterránea de las frutas *Ceratitis capitata* Wied. *Tesis Doctoral Univ. Madrid*. 244 p.
- VIÑUELA, E., 1982: Influence of cold and carbon dioxide anaesthesia on the susceptibility of adults of *Ceratitis capitata* to malathion. *Ent. exp. appl.*, 32: 296-298.