

## Desarrollo y comportamiento larvario de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae) bajo la acción de la citarabina y el ftorafur

R. BURGOS y M. MUÑIZ

En este trabajo se estudia el desarrollo y comportamiento larvario de *Ceratitis* cuando se incluyen en la dieta larvaria los antimetabolitos citarabina (1- $\beta$ -D-arabinofuranosilcitosina) o ftorafur [(5-fluoro-1-tetrahidro-2-furil)-uracilo]. De los resultados obtenidos se deduce que, en programas de cría masiva, no deben utilizarse dietas larvarias que incluyan estos productos a dosis superiores a 15 y 20 ppm, respectivamente, ya que provocaría efectos negativos en la producción y calidad de las pupas.

Se considera necesario investigar la acción de estos compuestos sobre los adultos con objeto de estudiar la producción y posibles alteraciones morfológicas de éstos, así como su actividad reproductora cuando se traten posteriormente las pupas con radiación gamma, 2 días antes de la emergencia de los adultos, que serán de utilidad para el control de esta especie con la técnica de machos estériles.

R. BURGOS y M. MUÑIZ. Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano, 115. Dpto. 28006 Madrid.

**Palabras clave:** *Ceratitis capitata*, citarabina, ftorafur, desarrollo, comportamiento larvario.

### INTRODUCCION

La utilización de la técnica de machos estériles para el control de insectos exige la obtención de individuos que compiten con los existentes en las zonas naturales. Sin embargo, es preciso aplicar dosis elevadas de radiaciones ionizantes para lograr el grado de esterilidad adecuado, lo que ocasiona efectos no deseables en las poblaciones tratadas (reducción de la frecuencia de cópula, de la longevidad, del poder de dispersión, del vigor sexual, etc.) que disminuyen la eficacia de este método de lucha (HOLDBROOK y FUJIMOTO, 1970; HOOPER y KATTIYAR, 1971; OHINATA *et al.*, 1971; HOOPER, 1972, etc.).

Con el fin de producir los efectos deseados sin alterar significativamente la calidad de los adultos, diversos autores han puesto de manifiesto las ventajas de la utilización

de dosis subesterilizantes y de la modificación de las técnicas de aplicación (GUERRA, 1972, 1975; GUERRA *et al.*, 1971; OHINATA *et al.*, 1977; CAVALLORO y DELRÍO, 1974, 1975; EL-GAZZAR, 1979). No obstante existen pocos estudios sobre la utilización combinada de agentes físicos (radiaciones ionizantes) y químicos para lograr estos fines, a pesar de que en algunos casos se ha señalado la conveniencia de investigar el posible efecto sinérgico con estas aplicaciones (GUERRA, 1975).

En un trabajo anterior se realizaron estudios previos sobre la acción de estos mismos antimetabolitos, inhibidores de la síntesis de DNA, sobre el desarrollo larvario de *C. capitata* (BURGOS y MUÑIZ, 1986). Ahora se completan estas investigaciones y se aportan nuevos datos sobre su acción diferencial en machos y hembras con objeto de definir las dosis más adecuadas que, jun-

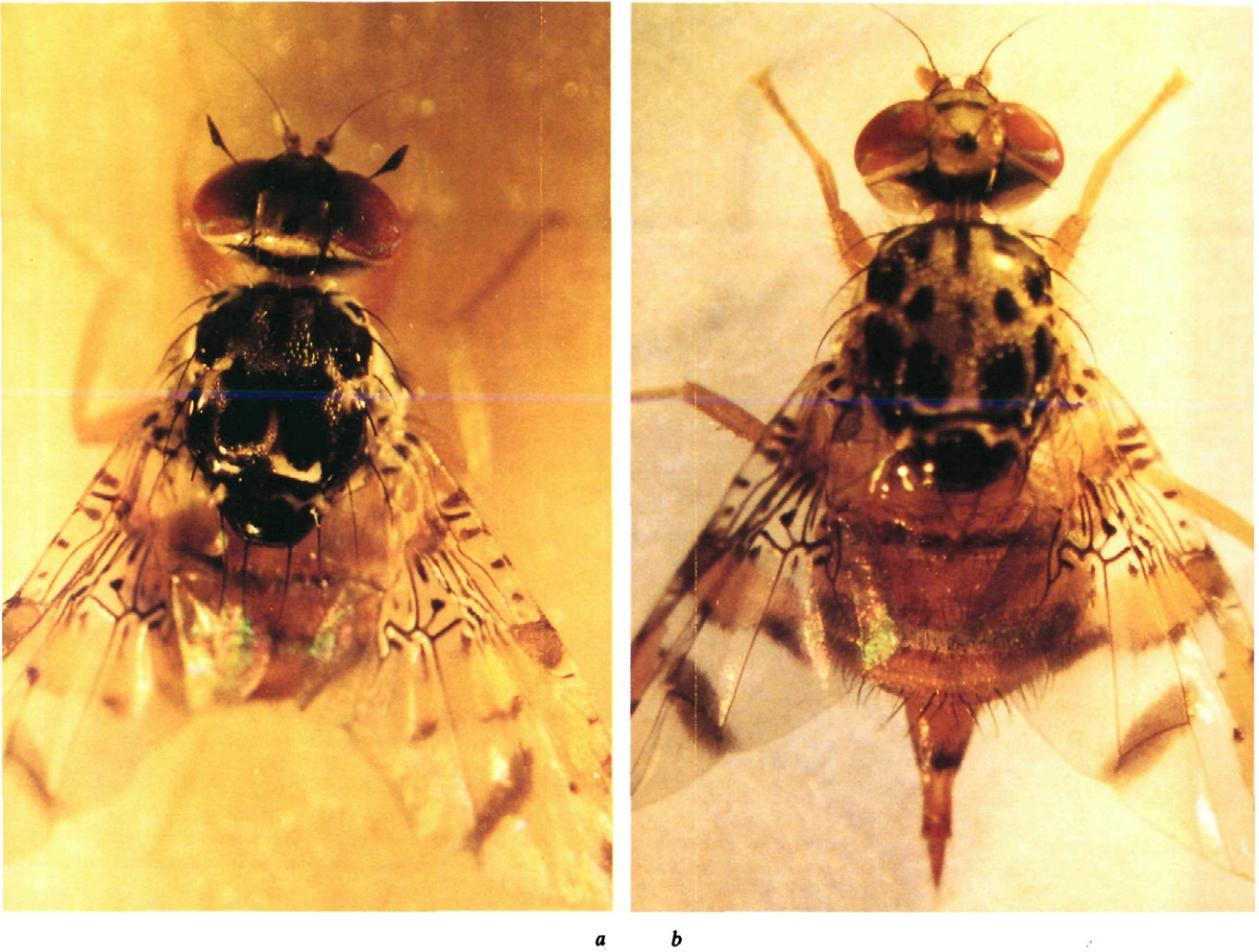


Fig. 1.—*Ceratitis capitata* Wied:

- a) Macho.  
b) hembra.

to con un tratamiento posterior con radiación gamma, sean de utilidad en programas de lucha contra este insecto mediante la técnica de machos estériles.

#### MATERIAL Y METODOS

En todos los experimentos se han utilizado poblaciones de *C. capitata* Wied. (Figs. 1a y b) procedentes de la cría continuada en el laboratorio con una dieta lar-

varia que incluye *Hansenula anomala* como aporte proteico (MUÑIZ y ANDRÉS, 1983; ANDRÉS y MUÑIZ, 1984); el medio alimenticio de los adultos está constituido por hidrolizado de levadura y azúcar en la proporción 1:3. La población inicial se mantiene en jaulas cúbicas de 36 cm de la arista provistas de una malla de nylon para facilitar la puesta de huevos a las hembras (Fig. 2). Estos se recogen diariamente y se incuban a 27 °C; cuando eclosionan se siembran larvas neonatas en viales (80 lar-

vas/vial) que contienen 5 g de dieta, en cuya composición se incluyen o no (control) los productos químicos a diferentes dosis; para citarabina se ensayaron 4, 6, 8, 10, 15 y 20 ppm y para ftorafur 5, 10, 15, 20, 50 y 60 ppm. Estos viales se introducen en cristalizadores adecuados (Fig. 3) hasta que las larvas se han desarrollado completamente. Diariamente se recogen las pupas y se introducen en placas de Petri que se etiquetan con la fecha de siembra, la referencia del vial y el número obtenido.

Todos los experimentos se han realizado a temperatura de  $25 \pm 1$  °C, humedad relativa del  $65 \pm 5$  % y fotoperíodo de 12 h con intensidad luminosa de 2.000 lux. Los resultados obtenidos se han analizado estadísticamente según los siguientes criterios:

1. Los datos obtenidos directamente, así como los calculados en forma de porcentaje, que han sido sometidos a la transformación angular:  $\text{arc sen } (p/100)^{1/2}$ , se han probado mediante el test de Bartlett para homocedasticidad de varianzas.

2. En los casos de heterocedasticidad se han realizado las pruebas de igualdad de medias bajo la hipótesis de varianzas desiguales (SNEDECOR, 1956), cuya significación se ha analizado por pares de muestras mediante el test de la  $F$  de Fisher. La significación estadística de este test ha dado



Fig. 2.—Jaula con adultos y bandeja para la recogida de huevos en la cría continua en laboratorio.

paso al estudio de diferencias de medias mediante los tests de la  $t'$  ponderada de Student y la  $t$  de Brownlee.

3. Los casos de homocedasticidad se han sometido a análisis de varianza para verificar la existencia de diferencias entre medias. En todos estos ensayos se ha descompuesto la fuente de variación para comprobar entre qué tratamientos se han producido diferencias significativas, que se han estudiado mediante el test de diferencias de medias por pares de muestras, de la  $t$  de Student.

4. Las diferencias encontradas en los di-



Fig. 3.—Cristalizador y viales con larvas y pupas para estudiar el desarrollo y comportamiento larvario.

versos tratamientos han sido sometidas a diferentes análisis complementarios como correlación y regresión, funciones de estimación y tests no paramétricos como el de Kruskall-Wallis.

La nomenclatura utilizada ha sido, para citarabina CT y para ftorafur FT seguido de un guión y la dosis utilizada en ppm. Las poblaciones sin tratar se han designado por Control, que en algunos casos se refieren independientemente a los experimentos con citarabina (Control-CT) o con ftorafur (Control-FT).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Tiempo medio de pupación

En el cuadro 1 se observa un aumento progresivo de este parámetro desde 7,42 días para la población control hasta 11,17 para citarabina a 20 ppm y 11,3 para ftorafur a 60 ppm. El máximo número diario de pupas se ha obtenido entre los días 6.º y 7.º para los controles y CT-4; entre los días 7.º y 8.º para CT-6, CT-8, CT-10, CT-15, FT-5, FT-10 y FT-15; entre los días 8.º y 9.º para FT-20; entre los días 9.º y 10.º para CT-20 y entre los días 10.º y 11.º para FT-50. Estos valores son, en general, similares a los obtenidos por MUÑIZ y REY con formaldehído (MUÑIZ y REY, 1977) y más bajos que los hallados por BURGOS y MUÑIZ, quienes no observaron pupaciones inferiores al 40 % con 5-fluoruracilo (BURGOS y MUÑIZ, 1981).

La relación entre el retraso en la pupación y las dosis para los productos utilizados se ajusta bien a las siguientes funciones lineales (Fig. 4):

Citarabina:  $y = 7,0555 + 0,1592X$   
( $r = 0,8675$ ; 87 g.l.;  $p < 0,001$ )

Ftorafur:  $y = 7,2554 + 0,0681X$   
( $r = 0,9650$ ; 85 g.l.;  $p < 0,001$ )

Se ha observado una respuesta diferencial en machos y hembras, con menor tiempo de pupación para los primeros, tanto en

las poblaciones control como en las tratadas con ambos productos (Cuadro 1). Igualmente, estas diferencias se ajustan bien a las relaciones lineales (Fig. 4).

Citarabina (machos):  $y = 7,1342 + 0,1230X$   
( $r = 0,8506$ ; 81 g.l.;  $p < 0,001$ )

Citarabina (hembras):  $y = 7,2017 + 0,1286X$  ( $r = 0,8373$ ; 81 g.l.;  $p < 0,001$ )

Ftorafur (machos):  $y = 7,2265 + 0,0686X$   
( $r = 0,9623$ ; 55 g.l.;  $p < 0,001$ )

Ftorafur (hembras):  $y = 7,2891 + 0,0651X$   
( $r = 0,9649$ ; 55 g.l.;  $p < 0,001$ )

Las pendientes de las rectas no son significativamente diferentes entre sí en ambos casos, lo que da lugar a un paralelismo en las respuestas. Los análisis bifactoriales arrojan ausencia de interacción entre los agentes activos y los diferentes sexos, aunque a dosis de 20 ppm de citarabina y superiores a 5 ppm de ftorafur puede observarse una variación en esta tendencia que puede significar un indicio de toxicidad diferencial más acusada en los machos.

Esta diferencia en el tiempo medio de pupación según el sexo debe tenerse en cuenta en los procedimientos de cría masiva, como ha sido puesto de manifiesto por HOOPER en experimentos con esta especie quien, además, observó que a partir de los primeros días se invierte el proceso de tal forma que al final se mantiene la relación 1:1 (HOOPER, 1987). Asimismo, CAUSSE observó que existe un ritmo endógeno a temperatura y humedad constantes mediante el cual se produce una mayor cantidad de machos al principio seguido de una disminución progresiva de éstos al cabo de 5 ó 6 días (CAUSSE, 1974).

### Producción de pupas

La citarabina ejerce un efecto notable sobre el porcentaje de pupación a 20 ppm, mientras que la toxicidad del ftorafur a 10 ppm se mantiene prácticamente constante hasta 60 ppm, dosis que ocasiona una disminución más acusada (Cuadro 1).

Cuadro 1.—Influencia de la Citarabina y del Ftorafur en el desarrollo larvario de *C. capitata*

Población estudiada	Tiempo medio de pupación (días)			% Pupación		
	Total	Machos	Hembras	Xi	Ls	Li
Control-CT	7,424 ± 0,014 a (n = 1.680)	7,385 ± 0,019 a (n = 847)	7,454 ± 0,021 b (n = 778)	93,073 a	95,725 (n = 23)	89,841
CT-4	7,483 ± 0,022 b (n = 812)	7,424 ± 0,031 a (n = 389)	7,534 ± 0,030 b (n = 382)	93,095 a	95,753 (n = 11)	89,851
CT-6	7,780 ± 0,024 c (n = 803)	7,630 ± 0,035 a (n = 354)	7,728 ± 0,039 b (n = 283)	91,832 a	94,230 (n = 11)	89,061
CT-8	7,859 ± 0,027 d (n = 810)	7,737 ± 0,035 a (n = 338)	7,859 ± 0,045 b (n = 312)	93,076 a	95,197 (n = 11)	90,602
CT-10	8,635 ± 0,037 e (n = 949)	8,452 ± 0,054 a (n = 365)	8,620 ± 0,063 b (n = 371)	93,742 a	96,247 (n = 13)	90,652
CT-15	8,834 ± 0,043 f (n = 722)	8,514 ± 0,052 a (n = 321)	8,711 ± 0,062 b (n = 270)	83,964 b	87,356 (n = 11)	80,254
CT-20	11,174 ± 0,101 g (n = 436)	10,182 ± 0,173 a (n = 88)	10,628 ± 0,172 a (n = 102)	64,191 c	70,322 (n = 9)	57,818
Control-FT	7,409 ± 0,014 a (n = 1.200)	7,370 ± 0,020 a (n = 595)	7,450 ± 0,021 b (n = 588)	94,875 a	97,448 (n = 16)	91,473
FT-5	7,746 ± 0,028 b (n = 378)	7,624 ± 0,041 a (n = 157)	7,750 ± 0,037 b (n = 212)	94,623 a	96,705 (n = 5)	92,068
FT-10	8,126 ± 0,030 c (n = 494)	8,176 ± 0,045 a (n = 245)	8,077 ± 0,042 a (n = 234)	88,562 b	92,519 (n = 7)	83,895
FT-15	8,151 ± 0,022 c (n = 568)	8,133 ± 0,030 a (n = 294)	8,148 ± 0,032 a (n = 256)	88,325 b	93,231 (n = 8)	82,299
FT-20	8,595 ± 0,033 d (n = 536)	8,592 ± 0,047 a (n = 255)	8,597 ± 0,047 a (n = 253)	85,461 bc	92,861 (n = 8)	76,005
FT-50	10,709 ± 0,051 e (n = 526)	10,693 ± 0,067 a (n = 274)	10,604 ± 0,072 a (n = 222)	82,890 bc	87,722 (n = 8)	77,441
FT-60	11,313 ± 0,069 f (n = 319)	11,371 ± 0,170 a (n = 140)	11,099 ± 0,087 b (n = 151)	79,850 c	84,265 (n = 5)	75,040

Los valores de pupación corresponden a los datos en arco seno retransformados a porcentajes (Ls: Límite superior y Li: Límite inferior de confianza al 95 %). Tiempo medio de pupación (días): valores medios ± errores estándar.

Los valores de medias seguidos por la misma letra para el tiempo medio de pupación (total), los de machos y hembras entre sí, y los de pupación para cada principio activo, no difieren significativamente al nivel de probabilidad del 95 %, según los test de la t y t' ponderada de Student.

La relación entre pupación (%) y dosis es también lineal (Fig. 5):

Citarabina:  $y = 77,9423 - 0,8541X$   
( $r = 0,6204$ ; 87 g.l.;  $p < 0,001$ )

Ftorafur:  $y = 75,2195 - 0,2161X$   
( $r = 0,7885$ ; 55 g.l.;  $p < 0,001$ )

No obstante, aunque no se aprecie una reducción significativa de la pupación, sí se observa que, conforme aumenta la dosis, el porcentaje de pupación decrece con intensidad muy acusada en el día de máxima producción pupal respecto al control (7.º día), que no es compensada con un aumento de

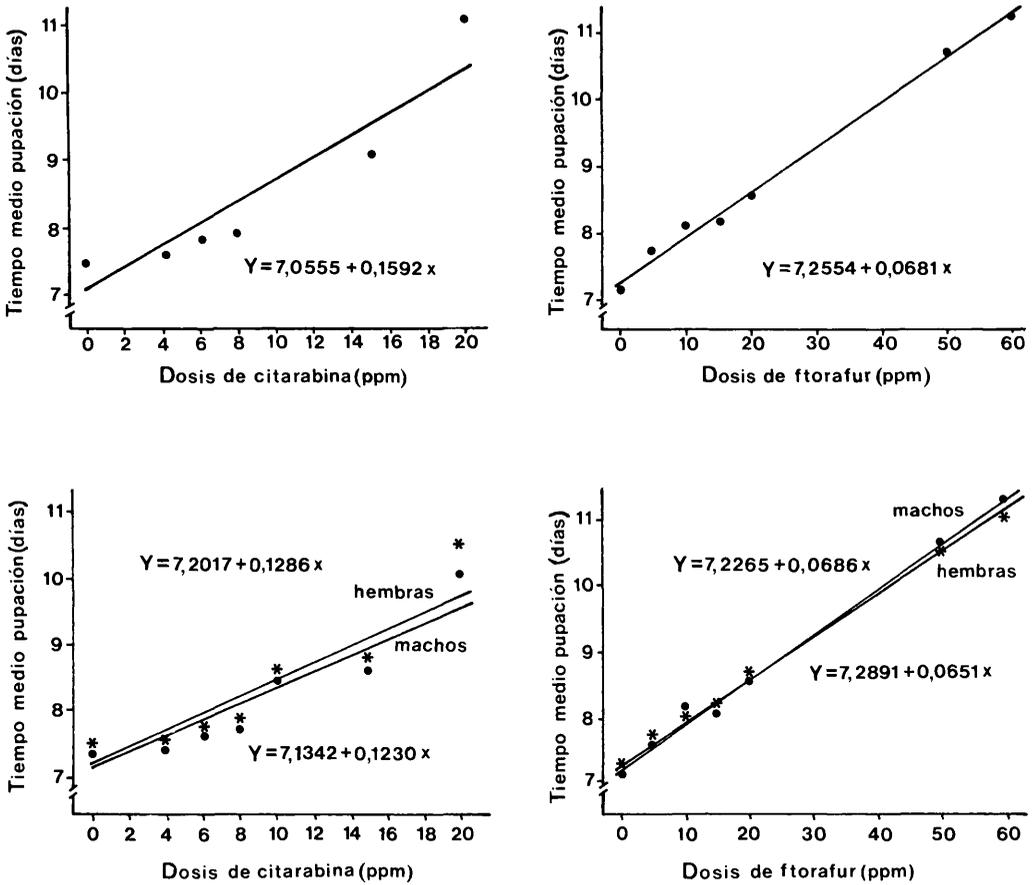


Fig. 4.—Variación del tiempo medio de pupación con citarabina y ftorafur (arriba). *Idem* con relación al sexo (abajo).

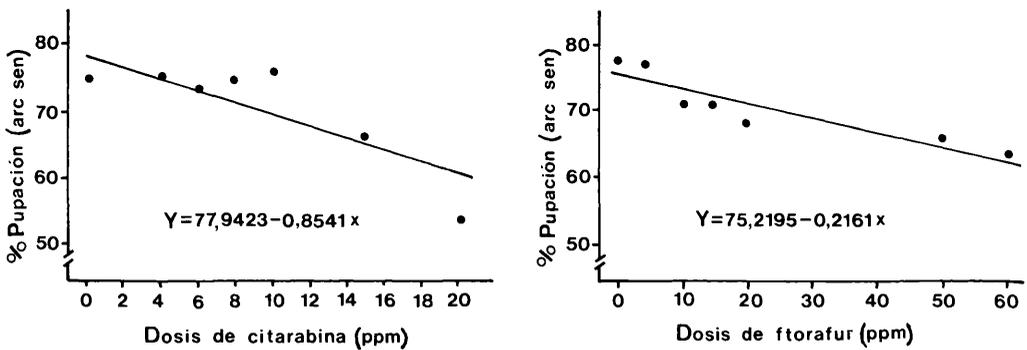


Fig. 5.—Variación del porcentaje de pupación con citarabina y ftorafur.

producción en el día de mínima pupación respecto al mismo (10.º día), lo que supone un aumento del tiempo medio de pupación sin alterarse la viabilidad larvaria y una mayor dispersión a dosis cada vez mayores de los principios activos.

En investigaciones con otros agentes análogos se han encontrado respuestas similares. BURGOS y MUÑIZ han observado variaciones de la pupación al incorporar 5-fluoruracilo a la dieta larvaria hasta dosis de 10 ppm, lo que significa un efecto tóxico menor que el obtenido con ftorafur, aunque este compuesto ejerce una acción más acusada en el retraso de la pupación (BURGOS y MUÑIZ, 1981). EL-KOUNI y NASH, al estudiar la supervivencia larvaria de *Drosophila melanogaster* en medios suplementarios con bases nitrogenadas de ácidos nucleicos ribonucleósidos y desoxirribonucleósidos, determinaron que los compuestos relacionados con las purinas son generalmente más tóxicos que los relacionados con las pirimidinas (EL-KOUNI y NASH, 1977).

### Peso de pupas

Se ha tenido en cuenta que la variación del peso de las pupas con su edad sigue una función potencial-exponencial negativa con la menor diferencia en el día 7.º para las condiciones experimentales de este trabajo (ANDRÉS y MUÑIZ, 1984; MUÑIZ y GIL, 1984).

En el cuadro 2 se indican las variaciones obtenidas para cada tratamiento, donde se observa que se producen disminuciones significativas respecto al control para todas las dosis de citarabina y no para el ftorafur.

Esta variación ponderal se ajusta bien a la relación lineal (Fig. 6):

$$y = 9,1403 - 0,1939X \quad (r = 0,8337; 357 \text{ g.l.}; p < 0,001)$$

BURGOS y MUÑIZ, en las investigaciones mencionadas anteriormente con 5-fluorura-

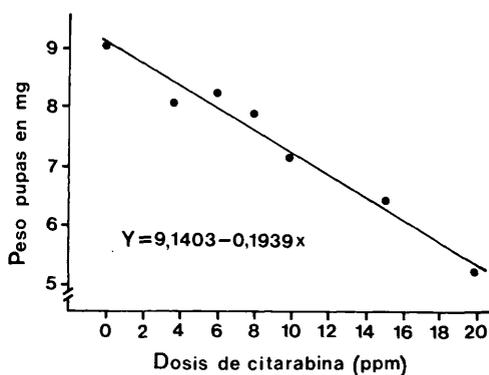


Fig. 6.—Variación del peso de pupas de 7 días con citarabina.

cilo, no encontraron diferencias para dosis comprendidas entre 1 y 10 ppm, mientras que SLAMA *et al.* y GELBIC y HOLY describen reducción del peso en larvas de *Sitotroga litoralis* con (RS)-9-(2,3-dihidroxi-propil)-adenina (SLAMA *et al.*, 1983; GELBIC y HOLY, 1985).

En el estudio comparativo de ambos principios activos se han obtenido significaciones estadísticas en las dispersiones, debido a que el ftorafur ha dado lugar a distribuciones más heterogéneas, pero los valores medios para este compuesto no difieren de los controles de citarabina (Control-CT).

De acuerdo con estos resultados, la inclusión de la citarabina en la dieta larvaria a las dosis ensayadas inhibe la incorporación y asimilación de principios inmediatos, expresada como una disfunción metabólica de integración y transformación en tejidos propios y, por tanto, queda afectado el desarrollo ponderal de las larvas hasta su transformación en pupas. No obstante, es necesario realizar estudios sobre la influencia de ambos agentes en la actividad reproductora, para extraer conclusiones definitivas sobre su uso potencial en el control del insecto mediante la técnica de machos estériles, al utilizarlas conjuntamente con radiación gamma y estudiar su posible efecto sinérgico sobre la reducción de la fertilidad.

Cuadro 2.—Influencia de la Citarabina y del Ftorafur sobre el peso de las pupas y comportamiento larvario de *C. capitata*

Población estudiada	Peso de las pupas de 7 días de edad	Pupas en el interior del sustrato		
		Xi	Ls	Li
Control-CT	9,0873 ± 0,0843 a (n = 64)	6,761 a	8,605 (n = 23)	5,125
CT-4	8,0689 ± 0,1455 bc (n = 35)	8,983 a	10,603 (n = 11)	7,485
CT-6	8,2324 ± 0,1221 c (n = 38)	9,674 ab	15,431 (n = 11)	5,147
CT-8	7,8118 ± 0,1511 b (n = 39)	9,417 a	12,645 (n = 11)	6,621
CT-10	7,1019 ± 0,1711 d (n = 59)	16,575 bc	23,774 (n = 13)	10,457
CT-15	6,3987 ± 0,2006 e (n = 62)	30,984 c	50,360 (n = 11)	14,570
CT-20	5,1153 ± 0,1971 f (n = 62)	59,619 d	75,533 (n = 9)	42,589
Control-FT	9,2382 ± 0,1080 a (n = 38)	4,985 a	6,202 (n = 16)	3,894
FT-5	8,9367 ± 0,4170 ac (n = 15)	5,375 ab	6,871 (n = 5)	4,054
FT-10	9,3756 ± 0,3838 a (n = 20)	8,028 bc	11,727 (n = 7)	4,979
FT-15	9,4079 ± 0,3114 a (n = 25)	9,884 bc	15,192 (n = 8)	5,615
FT-20	9,1490 ± 0,3059 a (n = 31)	14,003 cd	22,817 (n = 8)	7,067
FT-50	9,0118 ± 0,1868 a (n = 39)	23,058 d	34,406 (n = 8)	13,410
FT-60	8,5339 ± 0,3034 ac (n = 28)	24,473 d	43,137 (n = 9)	9,802

El peso pupal está expresado en mg: valores medios ± errores estándar. Los valores de pupas en el interior del sustrato corresponden a los datos en arco seno retransformados a porcentajes (Ls: Límite superior y Lz: Límite inferior de confianza al 95 %).

Los valores de medias seguidos por la misma letra en ambos tratamientos (para pesos) y para cada principio activo (pupas en el sustrato), no difieren significativamente al nivel de probabilidad del 95 %, según los test de la t de Student y de Brownlee.

### Comportamiento larvario

Cuando transcurren 6 días desde la siembra de las larvas neonatas en la dieta standard, éstas inician un proceso de migración desplazándose para salir de los viales y transformarse en pupas; no obstante, algu-

nas pupan en las paredes o en el interior del medio alimenticio. Este comportamiento se manifiesta durante un período de 3 ó 4 horas, coincidiendo en su fase más intensa con la primera hora de iluminación para las poblaciones control, pero la presencia de los principios activos en la dieta modifi-

ca dicho comportamiento: La citarabina, a dosis altas, provoca la formación de larvas pequeñas y móviles que no prosperan a pupas en unos casos y a adultos en otros. El ftorafur no ocasiona estos efectos, pero en ambos casos las larvas se desarrollan con una mayor tendencia al gregarismo que en los controles, sobre todo por las partes más bajas de los viales y con movilidad inferior a las de las poblaciones control.

En cuanto a la zona de pupación, a dosis medias y bajas de ambos productos, la mayor parte de las larvas pupan en el cristalizador, pero una parte importante lo hace en el interior del sustrato y en relación directa con las dosis ensayadas (Cuadro 2).

Según BURGOS y MUÑIZ, la respuesta de las larvas al 5-fluoruracilo es similar a partir de un determinado umbral en la dosis; con este producto, a dosis comprendidas entre 4 y 8 ppm, se incrementa significativamente el número de pupas que no abandonan el vial (BURGOS y MUÑIZ, 1981) y con citarabina este hecho tiene lugar a partir de 8 ppm, coincidiendo con lo descrito por BUDIA *et al.* sobre la inhibición de la movilidad larvaria al tratar huevos y larvas de 3 y 6 días con ciromacina (BUDIA *et al.*, 1988).

En otros insectos y con diferentes agentes químicos también se han descrito inhibiciones de la capacidad migratoria de las larvas: SLAMA *et al.* (1983) en *P. apterus* y

GELBIC y HOLY (1985) en *S. litoralis* con (RS)-9-(2,3-dihidroxipropil)adenina y PESSAH *et al.* (1985) en *M. domestica* con 2-4-diamino-6-(2-furil)-s-triazina.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto:

1. La inclusión de citarabina o ftorafur en la dieta larvaria a dosis superiores a 15 ppm y 20 ppm, respectivamente, ocasiona un descenso en la producción y calidad de las pupas, por lo que no deben sobrepasarse esos límites en los procedimientos de cría masiva para analizar la posible utilización de estos productos en programas de lucha contra esta especie.

2. Es necesario investigar la acción de ambos productos sobre la fecundidad, fertilidad, longevidad y calidad del insecto, para tratar de obtener una respuesta sinérgica en el tratamiento posterior con radiación gamma a dosis subesterilizantes, 2 días antes de la emergencia de los adultos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D.<sup>a</sup> Concepción González Godino su ayuda en la realización de los experimentos de este trabajo.

## ABSTRACT

BURGOS, R.; MUÑIZ, M. (1992): Desarrollo y comportamiento larvario de *Ceratitis capitata* Wied (Diptera: *Trypetidae*). bajo la acción de los antimetabolitos citarabina y ftorafur. *Bol. San. Veg. Plagas.* 18 (3): 631-640.

The influence of the antimetabolites cytarabine (1- $\beta$ -arabinofuranosylcytosine) and ftorafur [5-fluoro-1-(tetrahydro-2-furyl)-uracil] on development and larval behaviour of *Ceratitis capitata* Wied. is studied in this paper.

Results of this study indicate that doses higher than 15 and 20 ppm of these chemical compounds, respectively, must not be included in larval diets because negative effects on yield and pupal quality in mass-rearing programmes are produced.

Investigations on the action of these compounds on reproductive activity of this insect are considered necessary with the aim of obtaining a synergistic action, treating pupas with gamma radiation two days before adult emergence. This effect will be useful in control programmes of this species with the sterile-release insect technique.

**Key words:** *Ceratitis capitata*, cytarabine, ftorafur, development, larval behaviour.

## REFERENCIAS

- ANDRÉS, M.<sup>a</sup> P.; MUÑIZ, M., 1984: Desarrollo de una nueva dieta larvaria para *Ceratitis capitata* Wied. *Bol. Serv. Plagas*, **10**(1): 85-116.
- BUDIA, F.; VIÑUELA, E.; DEL ESTAL, P., 1988: Estudios preliminares de los efectos de la ciromacina sobre *Ceratitis capitata*. (Diptera: Trypetidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **14**: 141-147.
- BURGOS, R.; MUÑIZ, M., 1981: Efectos del 5-fluoruracilo sobre el desarrollo larvario de *Ceratitis capitata* (Wied.). *Graellsia*, **37**: 97-121.
- 1986: Inhibition of larval growth of *Ceratitis capitata* Wied. by addition of antimetabolites to the larval diet. *Frust. Entomol.*, **9**(22): 135-140.
- CAUSSE, R., 1974: Etude d'un rythme circadien du comportement de prénymphe chez *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptère: Trypetidae). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **6**(4): 475-498.
- CAVALLORO, R.; DELRÍO, G., 1974: Sterilizzazione di *Dacus oleae* Gmel. e *Ceratitis capitata* Wied. con radiazioni gamma e neutroni veloci. *Redia*, **55**: 373-392.
- 1975: The effects of fast neutrons on the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wiedemann). *En: Biological and Genetic Control*. VIII Int. Plant. Protec. Congress. Moscow, 1975. pp. 53-62. Moscú.
- EL-GAZZAR, L. M., 1979: Induced sterility in the Mediterranean fruit fly using heat treatments. *Z. Ang. Entomol.*, **88**: 436-439.
- EL-KOUNI, A. M.; NASH, D., 1977: Survival of *Drosophila melanogaster* larvae on defined medium supplemented with naturally occurring nucleosides and nucleic acid bases. *J. Insect. Physiol.*, **23**: 327-331.
- GELBIC, I.; HOLLY, A., 1985: Effects of antiviral agent (RS)-9-(2,3-dihydroxy-propil) adenine on the larval development of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera). *Acta Ent. Bohemoslov.*, **82**: 22-27.
- GUERRA, A. A., 1972: Sterility induced in tobacco budworms by combinations of reserpine and gamma irradiation affected by age and sex of pupae. *J. Econ. Entomol.*, **65**: 1282-1283.
- 1975: Sexual sterilization of tobacco budworms with combinations of oral chemosterilants and gamma irradiation. *J. Econ. Entomol.*, **68**(1): 1-3.
- GUERRA, A. A.; WOLFENBARGER, D. A.; LUKEFAHR, M. J., 1971: Effects of substerilizing doses of reserpine and gamma irradiation on reproduction of the tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.*, **64**(4): 804-806.
- HOLDBROOK, F. R.; FUJIMOTO, M. S., 1970: Mating competitiveness of unirradiated and irradiated Mediterranean fruit flies. *J. Econ. Entomol.*, **63**: 1175-1176.
- HOOPER, G. H. S., 1972: Sterilization of the Mediterranean fruit fly with gamma radiation. Effect on male competitiveness and change in fertility of females alternately mated with irradiated males. *J. Econ. Entomol.*, **65**: 1-6.
- 1987: Effect of pupation environment on the quality of pupae and adults of the Mediterranean fruit fly. *Entomol. Exp. Appl.*, **44**: 155-159.
- HOOPER, G. H. S.; KATIYAR, K. P., 1971: Competitiveness of gamma-sterilized males of the Mediterranean fruit fly. *J. Econ. Entomol.*, **64**(5): 1068-1071.
- MUÑIZ, M.; ANDRÉS, M.<sup>a</sup> P., 1983: Investigaciones básicas para la inclusión de *Hansenula anomala* como aporte proteico en la dieta de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Dipt. Trypetidae). *Graellsia*, **39**: 165-174.
- MUÑIZ, A.; GIL, A., 1984: Desarrollo y reproducción de *Ceratitis capitata* (Wied.) en condiciones artificiales. *Bol. Serv. Plagas, Fuera de Serie*, **2**, 140 pp.
- MUÑIZ, M.; REY, J. M.<sup>a</sup>, 1977: Comportamiento de *Ceratitis capitata* (Wied.) ante el tratamiento con formaldehído en la dieta larvaria. *Graellsia*, **33**: 279-308.
- OHINATA, K.; ASHRAF, M.; HARRIS, E. J., 1977: Mediterranean fruit flies: Sterility and sexual competitiveness in the laboratory after treatment with gamma irradiation in air, carbon dioxide, helium, nitrogen or partial vacuum. *J. Econ. Entomol.*, **70**(2): 165-168.
- OHINATA, K.; CHAMBERS, D. L.; FUJIMOTO, M. S.; KASHIVAL, S.; MIYBARA, R., 1971: Sterilization of the Mediterranean fruit fly by irradiation: Comparative mating effectiveness of treated pupae and adults. *J. Econ. Entomol.*, **64**: 781-784.
- PESSAH, I. N.; MENZER, R. E.; BORCOVEC, A. B., 1985: Characterization of the biological activity of 2,4-diamine-6-(2-furil)-s-triazine in the house fly (Diptera: Muscidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **78**: 873-880.
- SLAMA, K.; HOLY, A.; VOTRUBA, I., 1983: Insect sterility induced by a broad-spectrum antiviral agent (RS)-9-(2,3-dihydroxypropil)-adenine. *Ent. Exp. Appl.*, **33**: 9-14.
- SNEDECOR, G. W., 1956: *Statistical methods*. 5th ed. Iowa State College Press. Ames. 534 pp.

(Aceptado para su publicación: 21 enero 1992)