

Efectos del 5-fluoruracilo sobre la evolución del volumen ovárico en *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt.: Trypetidae)

M. L. MUNGUIRA, M. MUÑIZ y F. SALOM

En este trabajo se ha estudiado la variación de los ejes longitudinal y transversal del ovario en *Ceratitis capitata* (Wied.), obteniéndose una relación lineal entre ambos y, a partir de ellos, una estimación del volumen ovárico.

En general, el valor máximo de dicho volumen se ha obtenido cuando las hembras tenían cuatro o cinco días, disminuyendo después progresivamente a lo largo de su vida.

La inclusión de 5-fluoruracilo a 3 ppm en la dieta larvaria no afectó al volumen ovárico; sin embargo, cuando se utilizaron dosis de 6 ppm y 9 ppm, se encontraron efectos notables en las hembras de la primera generación durante el período de mayor fecundidad.

Se han observado ovarios atróficos e hipertróficos, tanto en el control como en los diferentes tratamientos.

M. LOPEZ MUNGUIRA, F. SALOM BONET y M. MUÑIZ DAZA. Dto. Biología General. Fac. Biología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Instituto Español de Entomología. Madrid.

INTRODUCCION

Desde que en 1955 KNIPLING formuló la hipótesis sobre la posible lucha contra las plagas por medio de la suelta de machos estériles, se han publicado numerosos trabajos sobre insectos perjudiciales, entre los que muchas especies de la familia *Trypetidae* ocupan un lugar preferente.

En el caso concreto de *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824, se han intensificado a partir de 1960 los estudios de laboratorio, con especial hincapié en las técnicas de cría masiva y efectos de diversos agentes, tanto de naturaleza física (radiaciones ionizantes) como química (quimioesterilizantes), sobre el desarrollo y reproducción del insecto.

Como resultado de estos trabajos se llevaron a cabo programas de lucha en varios países como Nicaragua (RHODE, 1970), Italia (DE MURTAS y cols., 1970), España (MELLADO y cols., 1970), etc., aplicándose en el campo las ideas de KNIPLING. Sin embargo, las dosis esterilizantes de radiación gamma provocan una reducción de la competitividad sexual de los machos tratados frente a los individuos de las poblaciones naturales, lo que ha hecho que no se obtuvieran los resultados esperados plenamente; para conseguirlo era necesario soltar machos en un número excesivamente elevado, con lo que se encarecían notablemente los procesos para la aplicación de dichos programas.

Como resultado de los primeros trabajos

se sugirió un estudio más exhaustivo de la biología de la especie, para lograr una mejor adecuación de la técnica de los machos estériles (HOOPER, 1970). En esta línea se pensó en la posible acción conjunta de quimioesterilizantes y radiaciones con dosis subesterilizantes, que no llegan a producir los efectos negativos de dosis más elevadas.

El 5-fluoruracilo ha sido utilizado como agente esterilizante en primer lugar en *Drosophila melanogaster* Meig. (GOLDSMITH y FRANK, 1952); más tarde en *Musca domestica* L. (FYE y LABRECQUE, 1965) donde se produjo una reducción de la fecundidad (KILGORE y PAINTER, 1962), apareció también una degeneración de las células que acompañan al ovocito y un crecimiento incompleto de éstos (MORGAN, 1967). En *Cochliomyia hominivorax* Coqrl. se produjo esterilidad total al tratar los adultos con este compuesto al 1 por 100 en la dieta (CRYSTAL, 1963). En *Aedes aegypti* L. (AKOV, 1965), se inhibía la digestión de sangre y el crecimiento de los ovocitos; esto último se observó también en otros insectos como *Locusta migratoria* L. (MITTAL y SHEIKHER, 1978). Por último BURGOS (1981) y BURGOS y MUÑIZ (1981), estudiaron los efectos del 5-fluoruracilo en el desarrollo larvario y morfología de los adultos, utilizando dosis subesterilizantes (entre 1 y 10 ppm), que en ningún caso producen efectos tan drásticos como las dosis más altas, pero sí una serie de alteraciones morfológicas, especialmente en los machos, más sensibles al fármaco.

Los autores que han estudiado la fecundidad y los distintos agentes que la reducen o anulan, han utilizado el método de contabilizar el número de huevos puestos por las hembras, para evaluar así la acción del producto (ORPHANIDIS y cols., 1963; ARAMBOURG y cols., 1977; MUÑIZ y REY, 1977; MUÑIZ, 1982). Nuestro objetivo ha sido, a diferencia de estos autores, el estudio directo del ovario, analizando sus dimensiones y cómo evo-

lucionan éstas, al incluir el 5-fluoruracilo en la dieta larvaria que provoca la consiguiente reducción de fecundidad.

Las anomalías en la fisiología del ovario no han sido investigadas en profundidad hasta la fecha. Tan sólo existen datos de estudio con tepa, que produce serias alteraciones en la morfología ovárica (NAVAB GOJRATI y KEISER, 1975) y sólo FYTIZAS (1967) las describe en hembras no tratadas de *Dacus oleae* Gmel. El análisis ovárico de gran número de hembras nos ha permitido aportar datos concretos sobre estas anomalías.

MATERIAL Y METODOS

El material biológico de partida consistió en poblaciones de *Ceratitis capitata*, adaptadas a las condiciones de laboratorio, y mantenidas en una cámara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, y humedad relativa de aproximadamente 75 por 100; el fotoperíodo fue de 12 horas (luz-oscuridad), con iluminación media de unos 2.000 lux.

Las técnicas de cría y las dietas de larvas y adultos son las ya descritas por MUÑIZ y REY (1977).

Para estudiar la incidencia del 5-fluoruracilo administrado en el medio larvario, se elaboraron dietas con los componentes habituales, a los que se añadieron cantidades adecuadas del fármaco para obtener las dosis de 3, 6 y 9 ppm. partiendo de una solución de 50 mg/ml que se diluyó convenientemente en agua destilada (BURGOS y MUÑIZ, 1981). Para abreviar, llamaremos a las poblaciones obtenidas a partir de dietas con las distintas dosis FU-3, FU-6 y FU-9 y C a las obtenidas a partir de las dietas control.

Se sembraron larvas neonatas de las poblaciones de partida en los distintos tipos de dieta, obteniéndose las pupas, y de ellas los adultos de la primera generación (F_1) utilizados para los análisis ováricos. De la F_1 se recogieron los huevos y, una vez eclosiona-

dos, las larvas de éstos se sembraron otra vez en las mismas dietas para así obtener la segunda generación (F_2).

Los adultos de la F_1 se mantuvieron en cajas de 30×30×27 cm. y los de la F_2 en cajas de 40×40×27 cm.; los dispositivos de puesta fueron casquetes parafinados y perforados en las primeras cajas y paneles de Nylon en las segundas, siendo los dispositivos de comida y bebida similares en ambos casos.

Las muestras se tomaron entre los días 1 y 50 de la vida del adulto en la F_1 , y 1 y 30 en la F_2 , a razón de 10 hembras/día y caja, una hora y media después del encendido de la luz de la cámara, con intervalos de 5 minutos entre caja y caja. Las hembras se capturaron al azar mediante viales de vidrio; posteriormente se mataron con éter etílico y se sumergieron en NaCl al 0,85 por 100 para evitar su desecación.

Para la disección se fijaron los adultos por el tórax con alfileres entomológicos en una placa de Petri rellena de parafina, cubriéndose el conjunto con suero fisiológico. La disección se realizó desgarrando la línea medio-dorsal abdominal con unas pinzas de relojero en un estereomicroscopio Wild-M3 con 16 aumentos, y tirando luego de la genitalia externa para extraer el reproductor. El conjunto se fijó con Carnoy-2 durante 2 minutos, y se sumergió luego en glicerina.

Las mediciones de los ejes transversal y longitudinal del ovario se realizaron en el estereomicroscopio con un ocular graduado, depositando los ovarios en un portaobjetos con una gota de glicerina. Se midieron en total los ovarios de 2.907 hembras de las que 1.847 eran de la F_1 y 1.060 de la F_2 .

Con las medidas de los ejes obtenidas a partir de los datos de las 10 hembras por día y dosis se estimó el volumen ovárico mediante la fórmula del volumen de un esferoide obtenido por rotación de un elipsoide: $V=4/3 \pi ab^2$ donde b y a son los semiejes

transversal y longitudinal, respectivamente. Esta expresión ha sido utilizada con anterioridad por FYTIZAS y BACOVANNIS (1970), para el cálculo de volúmenes foliculares en *Dacus oleae* (Gmel.).

Los datos de los días 1 a 50, se agruparon en las clases 1-3, 4-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41-50, que se utilizaron para la comparación de distintas dosis y periodos mediante el test de la t o t' de Student, utilizando uno u otro según el test de la F de Fischer-Snedecor arrojará o no significación. Para comparar porcentajes de ciertas anomalías se utilizó el test de la t de Student, y las variables (ejes longitudinal y transversal) se relacionaron mediante una recta de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ejes transversal y longitudinal del ovario

El valor medio del eje transversal calculado en los controles es 0,82 mm. y el longitudinal 1,10 mm. La evolución de estos ejes se señala por días en los cuadros 1 (F_1) y 2 (F_2). Los valores obtenidos son superiores a los de CAUSSE (1972): 0,408; 0,754; 0,901; 1,048 mm., frente a 0,270; 0,400; 0,650 y 1,000 milímetros en los días 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Esto puede deberse a diferencias en los métodos de cría y/o a las distintas técnicas utilizadas.

En la figura 1, se observa cómo estos dos ejes tienen valores semejantes entre sí durante los tres primeros días de vida; sin embargo, a partir del 4º día, la vitelogénesis se acelera y el eje longitudinal aumenta más, manteniéndose unos 0,3 mm. por encima del eje transversal.

Se ha estudiado la posible relación entre ambos ejes (fig. 2), resultando ser distinta en los tres primeros días, ya que los puntos del diagrama de dispersión aparecen separados de los del resto. Esto se debe a que el comienzo de la vitelogénesis introduce un

Cuadro 1.—Ejes longitudinal y transversal en la F₁ (controles. Medidas en mm, (x±E.S.))

Días	Eje Transversal	Eje Longitudinal	Días	Eje Transversal	Eje Longitudinal
1	0,408±0,010	0,405±0,007	26	0,865±0,017	1,104±0,021
2	0,754±0,027	0,652±0,022	27	0,912±0,049	1,109±0,026
3	0,901±0,019	0,884±0,029	28	0,856±0,032	1,081±0,040
4	1,048±0,019	1,352±0,012	29	0,961±0,031	1,211±0,040
5	1,142±0,031	1,351±0,035	30	0,892±0,030	1,118±0,021
6	1,049±0,023	1,202±0,023	31	0,785±0,025	1,057±0,013
7	0,974±0,030	1,223±0,033	32	0,724±0,027	1,031±0,015
8	1,016±0,035	1,320±0,020	33	0,742±0,032	1,130±0,058
9	1,040±0,034	1,338±0,035	34	0,701±0,024	1,009±0,014
10	1,080±0,035	1,355±0,038	35	0,684±0,019	1,027±0,020
11	1,018±0,030	1,228±0,025	36	0,682±0,028	1,104±0,045
12	0,950±0,033	1,177±0,034	37	0,617±0,028	0,935±0,056
13	0,923±0,027	1,247±0,027	38	0,806±0,060	1,195±0,061
14	0,927±0,021	1,223±0,030	39	0,666±0,019	0,980±0,026
15	0,826±0,019	1,199±0,016	40	0,706±0,026	1,024±0,020
16	0,827±0,023	1,086±0,023	41	0,659±0,023	1,024±0,028
17	0,925±0,035	1,175±0,019	42	0,562±0,018	0,949±0,039
18	0,901±0,022	1,234±0,029	43	0,600±0,015	0,998±0,026
19	0,982±0,044	1,283±0,040	44	0,610±0,027	0,961±0,043
20	0,990±0,035	1,302±0,042	45	0,840±0,033	1,170±0,032
21	0,954±0,038	1,219±0,034	46	0,673±0,029	0,992±0,032
22	0,886±0,016	1,168±0,020	47	0,620±0,018	1,050±0,025
23	0,868±0,022	1,151±0,022	48	0,643±0,057	0,984±0,068
24	0,940±0,034	1,148±0,036	49	0,629±0,017	1,013±0,018
25	0,902±0,031	1,264±0,034	50	0,592±0,029	0,923±0,048

Cuadro 2.—Ejes longitudinal y transversal en la F₂ (controles)

Días	Eje Transversal (X ± E.S.)	Eje Longitudinal (X ± E.S.)	Días	Eje Transversal (X ± E.S.)	Eje Longitudinal (X ± E.S.)
1	0,476±0,019	0,426±0,015	16	0,821±0,026	1,076±0,025
2	0,686±0,021	0,638±0,018	17	0,821±0,024	1,105±0,031
3	0,910±0,032	1,039±0,032	18	0,780±0,017	1,076±0,026
4	1,165±0,025	1,339±0,031	19	0,760±0,018	1,046±0,021
5	1,097±0,023	1,282±0,035	20	0,722±0,048	1,094±0,041
6	1,037±0,024	1,187±0,024	21	0,775±0,018	1,081±0,020
7	0,878±0,025	1,212±0,022	22	0,739±0,029	1,111±0,023
8	0,998±0,029	1,254±0,031	23	0,748±0,015	1,063±0,021
9	0,923±0,034	1,217±0,036	24	0,688±0,026	1,070±0,022
10	0,815±0,036	1,151±0,051	25	0,742±0,025	1,067±0,026
11	0,906±0,024	1,159±0,029	26	0,674±0,021	1,040±0,035
12	0,859±0,024	1,160±0,019	27	0,727±0,021	1,045±0,023
13	0,860±0,034	1,171±0,044	28	0,745±0,032	1,048±0,034
14	0,768±0,026	1,138±0,024	29	0,685±0,016	1,004±0,014
15	0,794±0,014	1,124±0,023	30	—	—

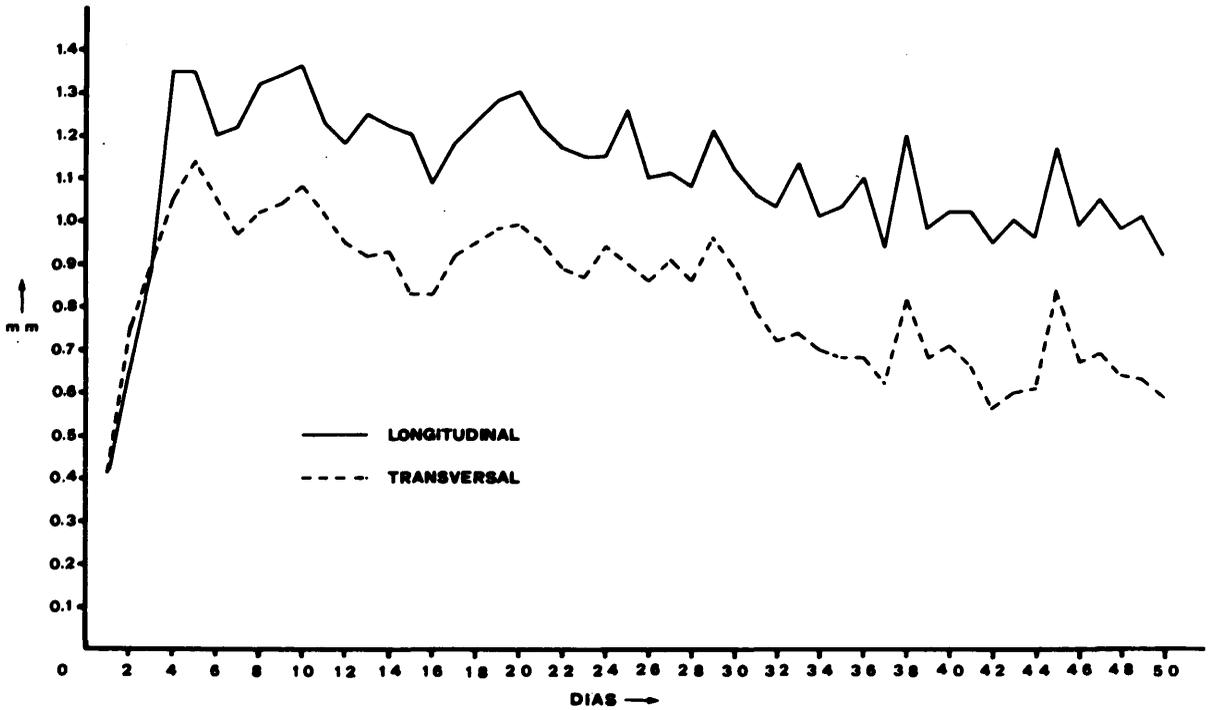


Fig. 1.—Evolución de los ejes longitudinal y transversal del ovario a lo largo de la vida del adulto de *Ceratitis capitata* Wied.

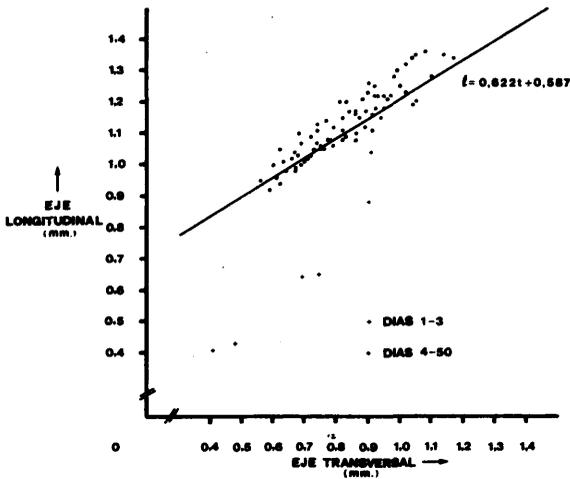


Fig. 2.—Diagrama de dispersión y recta de regresión de la relación entre los ejes longitudinal y transversal del ovario de *Ceratitis capitata* Wied.

ritmo distinto en la fisiología del ovario, que se traduce en una nueva relación entre las dimensiones consideradas. Por todo ello la recta de regresión se calculó con datos de los días 4 a 50 en la F_1 y 4 a 29 en la F_2 .

La recta de regresión que relaciona ambas variables (fig. 2) es $l=0,6221 t + 0,5879$ donde l es el eje longitudinal y t el transversal, con un coeficiente de correlación $r=0,554$ significativo al nivel de probabilidad del 99,9 por 100 con 71 grados de libertad.

Evolución del volumen ovárico

El volumen ovárico estimado sufre un rápido incremento en los primeros días de la vida de la hembra, como se aprecia en las figuras 3 (F_1) y 4 (F_2). El máximo valor

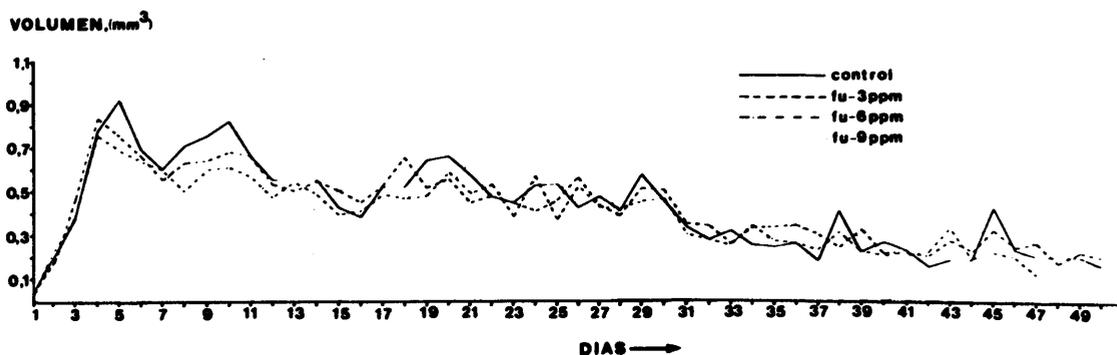


Fig. 3.—Evolución del volumen ovárico en hembras tratadas con 5-fluoruracilo a distintas dosis y en controles en la generación F₁.

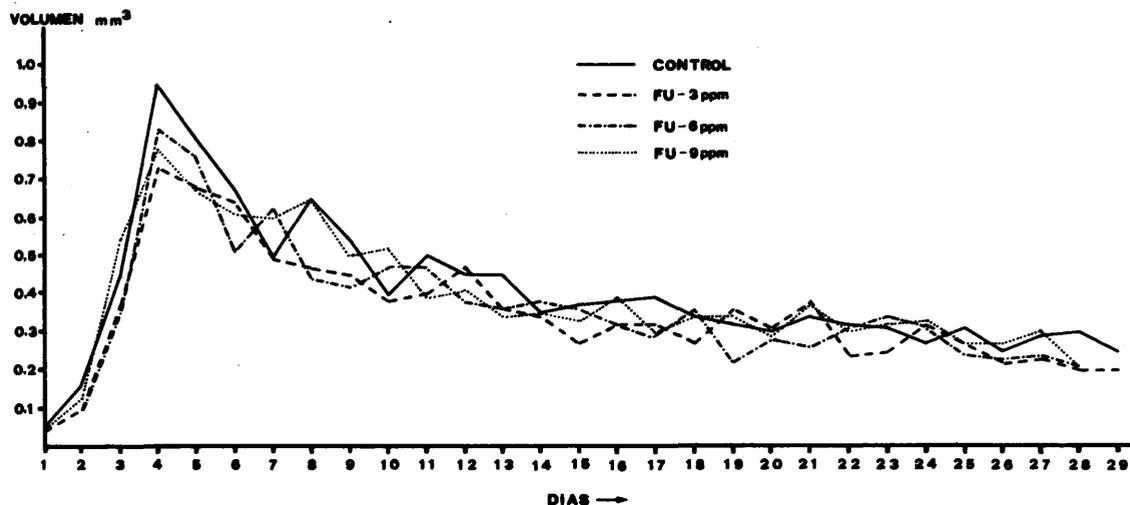


Fig. 4.—Evolución del volumen ovárico en controles y hembras tratadas con 5-fluoruracilo en la generación F₂.

corresponde a los días 4 ó 5 y a partir de éstos el volumen disminuye paulatinamente hasta alcanzar valores bastante reducidos en la época senil. El incremento de volumen más importante se produce entre los días 3 y 4, siendo la pendiente de la gráfica mayor en este período. En la F₂ la disminución después del máximo es más pronunciada, debido posiblemente a factores ambientales, como podría ser el mayor tamaño de las cajas utilizadas.

Las gráficas de las figuras 3 y 4, indican que el volumen ovárico es un buen índice de la fecundidad, pues son similares a las obtenidas mediante recuento de los huevos por MUÑIZ y REY (1977), DE MORA y MUÑIZ (1982) y MUÑIZ y DE MORA (1981). Además, el volumen relaciona dos parámetros implicados directamente en la fecundidad, pues el eje transversal nos da una idea del número de ovariolos funcionales y el longitudinal del estado en que se encuentra la vitelogéne-

sis, siendo ambos factores condicionantes del número de huevos puestos por la hembra.

En las figuras se observan también fluctuaciones importantes del volumen entre días muy próximos, que pueden deberse a que la muestra de 10 hembras/día es reducida, y al aparecer ovarios de tamaño anómalos, se alteran considerablemente los volúmenes medios diarios. Este dato indica también que no existe una sincronía total en el desarrollo ovárico de las distintas hembras de una misma población (SALOM, 1973 en *Dacus oleae* y com. pers. en *Tabanidae*).

Los datos del cuadro 3 y su representación gráfica en las figuras 5 y 6, carecen de las fluctuaciones mencionadas por agrupar datos de períodos de días.

Efectos del 5-fluoruracilo sobre el volumen ovárico

La evolución del ovario de las moscas tratadas es similar a la de los controles: hay una fase de rápido incremento hasta los días 4 ó 5 y luego un descenso gradual que resultó ser más acentuado en la F₂ (figs. 3 á 6).

Al comparar los datos de volúmenes ováricos del cuadro 3, primero mediante el test de la F de Fisher y luego con los de la t

y t' (cuadros 4 y 5), se obtuvieron los siguientes resultados:

— Aparecen diferencias significativas solamente en la F₁ en los días 4-10 (entre C y FU-6, C y FU-9, FU-3 y FU-9) y en 41-50 (entre el resto de los tratamiento y FU-9).

— Las diferencias entre el control y FU-3 no son nunca significativas y por ello se puede afirmar que las moscas tratadas con 5-fluoruracilo a 3 ppm. se comportan en cuanto a la evolución de su ovario de manera similar a los controles.

— En la F₂ no aparecen nunca diferencias significativas entre las distintas dosis al comparar datos del mismo período de la vida de las hembras.

Estos resultados parecen indicar, como ya observaron KILGORE y PAINTER (1962) en *Musca domestica*, que el efecto del 5-fluoruracilo sólo se manifiesta en los primeros días de la vida del adulto. Estos autores comprobaron cómo el fármaco era paulatinamente eliminado, posiblemente al incorporarse a los huevos; por ello, aproximadamente a partir del décimo día de vida, ya no se aprecian los efectos esterilizantes. Algo similar obtuvieron MUÑIZ y REY (1977) al suministrar formaldehído en la dieta larvaria; estos autores afirman que existe una recuperación del daño producido al avanzar en la vida del adulto.

Cuadro 3.—Datos agrupados de volúmenes ováricos (volumen medio mm³ ± error estándar)

		Días					
		1 - 3	4 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50
F ₁	C	0,2017±0,098	0,7570±0,038	0,5512±0,030	0,4965±0,019	0,2818±0,020	0,2236±0,025
	FU-3	0,2247±0,128	0,6833±0,035	0,5504±0,021	0,4739±0,017	0,3117±0,015	0,2401±0,014
	FU-6	0,2173±0,102	0,6317±0,030	0,4944±0,020	0,4676±0,021	0,2753±0,014	0,2214±0,023
	FU-9	0,1597±0,094	0,6056±0,026	0,5201±0,016	0,5076±0,033	0,3051±0,016	0,2988±0,023
F ₂	C	0,2194±0,120	0,6449±0,072	0,3850±0,020	0,2922±0,011		
	FU-3	0,1705±0,103	0,5499±0,050	0,3420±0,019	0,2556±0,020		
	FU-6	0,1615±0,095	0,5801±0,062	0,3399±0,022	0,2697±0,016		
	FU-9	0,2360±0,156	0,6189±0,035	0,3476±0,012	0,2956±0,017		

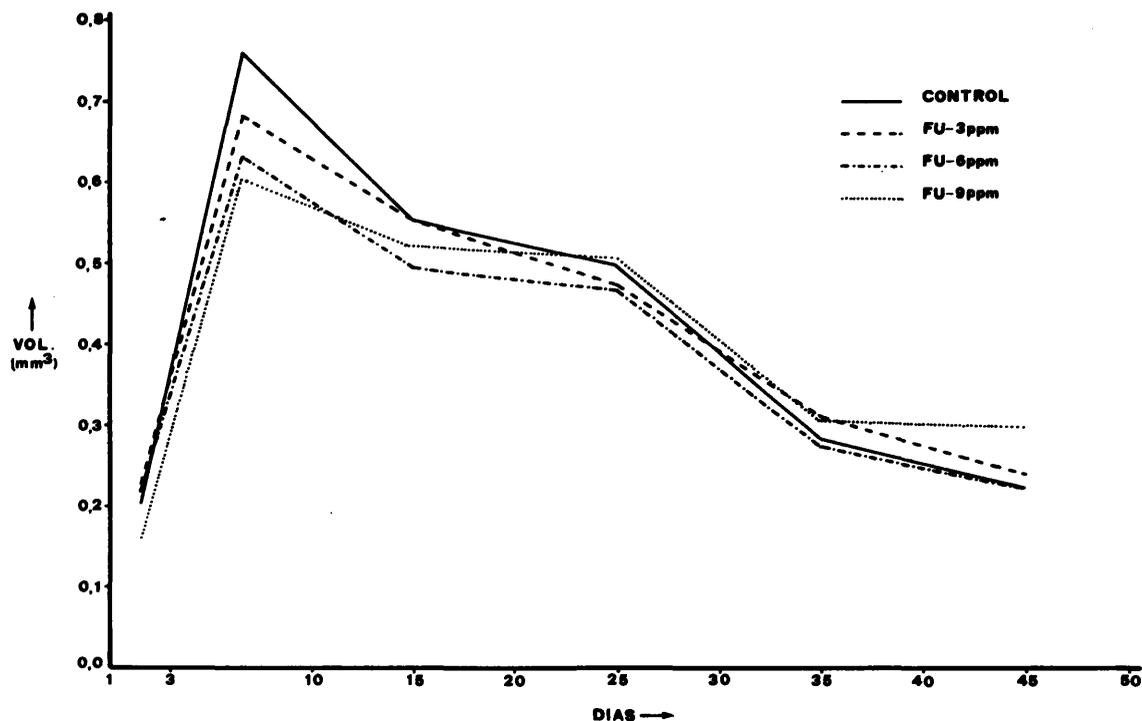


Fig. 5.—Evolución del volumen del ovario en controles y moscas tratadas con 5-fluoruracilo en la generación F_1 considerando los datos agrupados del Cuadro 3.

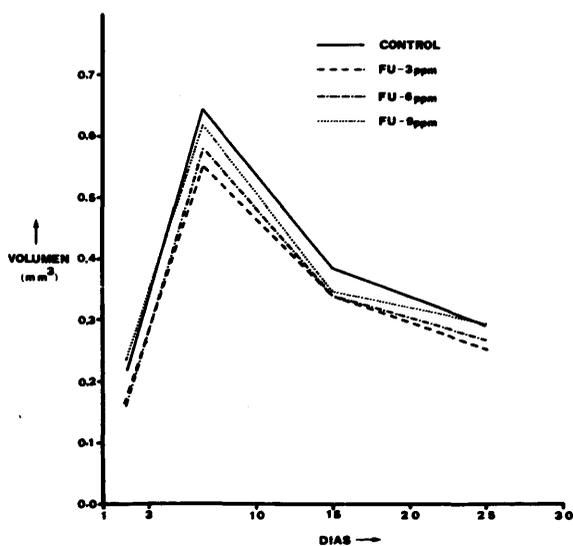


Fig. 6.—Evolución del volumen ovárico en controles y moscas tratadas en la generación F_2 tomando los datos agrupados en el Cuadro 3.

El período en que actúa el 5-fluoruracilo coincide con los días de máxima fecundidad (días 4 a 10, MUÑIZ y REY, 1977) y por tanto, la reducción del volumen ovárico en estos días —que provoca una disminución en la fecundidad— debida al 5-fluoruracilo reduciría el potencial reproductor de la especie, sobre todo, en estado silvestre donde la longevidad en general es menor que en las hembras de laboratorio.

El hecho de que en la F_2 no aparezcan diferencias significativas puede deberse a una habituación de las moscas a los efectos nocivos del 5-fluoruracilo; sin embargo, sería necesario realizar los experimentos que confirmaran esta hipótesis. Este hecho llama la atención sobre la necesidad del estudio prolongado de la acción del producto, ya que al estudiar varias generaciones pueden

aparecer efectos distintos a los aparecidos en la primera (MUÑIZ, 1980).

En el último período estudiado (días 41-50) el volumen del ovario en FU-9 es significativamente mayor al de los controles y otras dosis. En este caso el incremento de volumen no se debe a un aumento de la fecundidad, sino que, como se verá más adelante, en este período y dosis aumenta el porcentaje de ovarios hipertróficos, lo que provoca un crecimiento de volumen medio.

En cuanto a la comparación de los volúmenes medios entre distintos períodos de vida de las hembras, podemos decir que, salvo en algunas excepciones, existen diferencias significativas (cuadros 4 y 5), tanto mayores cuanto más separados en el tiempo están los datos que se comparan. Hay por ello una importante variación en el volumen del ovario a lo largo de la vida del insecto, y es adecuado tomar períodos de diez días para cuantificar esta variación en el tiempo.

Atrofias ováricas

Ovarios atróficos fueron observados ya por FYTIZAS (1967) al tratar *Dacus oleae* con tepa utilizando dosis entre 0,01 y 0,125 por 100; al ser mayores que las que nosotros hemos utilizado, producen porcentajes de hasta el 100 por 100 de atrofias en algunas muestras. En la figura 7, se puede apreciar cómo el porcentaje de ovarios atróficos aumenta con la edad de la hembra.

El porcentaje total es del 2,03 por 100 en la F₁ y del 0,85 por 100 en la F₂; la diferencia se debe a que en la F₂ no se estudiaron los dos últimos períodos, que son los de mayor frecuencia de estas anomalías (cuadro 6).

Los valores de la *t* de Student del cuadro 7 indican que las diferencias entre las distintas dosis no son significativas (salvo entre FU-3 y FU-9 en la F₂; *p*<0,05). Por ello, es posible que se necesiten dosis mayores para obtener aumentos significativos de las atro-

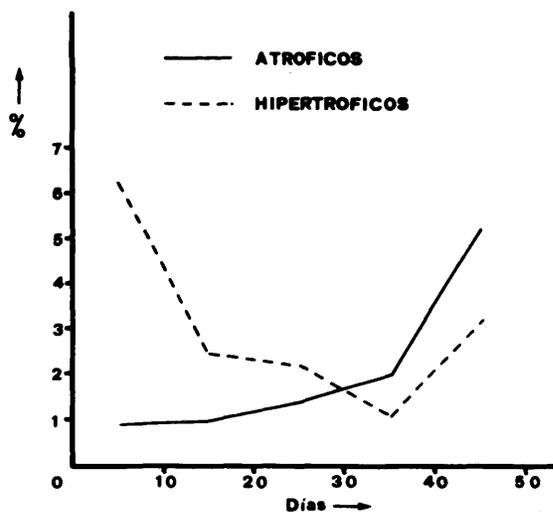


Fig. 7.—Evolución de los porcentajes de ovarios atróficos e hipertróficos a lo largo de la vida de las hembras de *Ceratitis capitata* Wied.

fias como los obtenidos por otros autores. Sin embargo, sí se obtienen diferencias significativas entre el porcentaje de los días 41 a 50 y el del resto de los períodos (*p*<0,01). Esto indica que al aumentar la edad de la hembra aumenta la posibilidad de que se produzcan anomalías en la fisiología del ovario, que como en este caso, son irreversibles.

Las atrofias se producen en muchas ocasiones en uno sólo de los dos ovarios (hecho

Cuadro 6.—Porcentajes de ovarios atróficos por dosis y días

	Días				
	3-10	11-20	21-30	31-40	41-50
F ₁	0,94	1,00	1,38	2,00	5,20
F ₂	0,47	0,75	1,32	—	—

	Dosis			
	C	FU-3	FU-6	FU-9
F ₁	1,77	1,88	2,14	2,37
F ₂	1,11	0,37	0,38	1,54

Cuadro 7.—Valores de la *t* de Student para la comparación de los porcentajes de ovarios atroficos (* y ** indican significación al nivel de probabilidad del 95 y 99 por 100 respectivamente)

$F_2 \backslash F_1$	C	FU-3	FU-6	FU-9
C	—	0,180	0,575	0,907
FU-3	1,419	—	0,398	0,731
FU-6	1,375	0,027	—	0,326
FU-9	0,613	1,969*	1,918	—

		Días				
$F_1 \backslash F_1$		3-10	11-20	21-30	31-40	41-50
3-10	—	0,115	0,767	1,629	4,425**	
11-20	0,670	—	0,701	1,645	4,757**	
21-30	1,627	1,092	—	0,962	4,182**	
31-40	—	—	—	—	3,331**	
41-50	—	—	—	—	—	

ya observado por FYTIZAS, 1967), lo que indica la independencia funcional de ambos órganos.

El ovario atrofico ha perdido por completo su función, carece de células germinales y de ovariolos funcionales, por lo que no se encuentran en él folículos en ningún estado del desarrollo.

Hipertrofias ováricas

Las dimensiones de los ovarios hipertróficos (a partir de 1,20 mm. de ancho y 1,44 milímetros de largo) son muy superiores a las del normal; el ovario, que adquiere una forma redondeada está además cargado de folículos maduros, que por alguna anomalía en los conductos genitales o en la genitalia externa, no han podido salir al exterior, por lo que se van acumulando en el ovario haciendo que aumente su volumen (MUNGUIRA, SALOM y MUÑIZ, 1983).

Aparecen hembras con un ovario normal y otro hipertrófico, lo que de nuevo indica la independencia funcional existente entre los dos ovarios de una misma hembra.

Como existe toda una gradación desde los ovarios normales hasta los típicamente hipertróficos, resulta difícil establecer las dimensiones que caracterizan a estos últimos. Sin embargo, hemos considerado válido como límite el de 1 mm.³ y los porcentajes del cuadro 8 se refieren a ovarios cuyo volumen estimado es superior a este valor.

Cuadro 8.—Porcentajes de ovarios hipertróficos por períodos y dosis

		Días					Total (1)
		3-10	11-20	21-30	31-40	41-50	
F_1	C	11,88	3,50	4,00	0,50	2,00	4,06
	FU-3	4,38	2,00	0,50	—	2,00	1,67
	FU-6	5,00	3,50	2,00	2,50	1,56	2,93
	FU-9	3,75	1,00	2,50	1,50	8,73	3,05
	Total (1)	6,25	2,50	2,25	1,13	3,21	2,92

		Días			Total (1)
		3-10	11-20	21-30	
F_2	C	8,75	0,50	—	2,78
	FU-3	0,63	1,50	0,56	0,93
	FU-6	5,63	—	0,63	1,92
	FU-9	3,75	2,00	—	1,92
Total (1)	..	4,69	1,00	0,29	1,89

(1) Los totales se refieren a los porcentajes medios en cada período y dosis.

Los porcentajes totales de la F_1 se han representado en la figura 7. Se observaron dos valores máximos en el primero y último de los períodos estudiados. La comparación de los porcentajes de los distintos períodos y dosis en la F_1 mediante el test de la *t* (cuadro 9), indica que existen diferencias significativas entre los porcentajes de los días 4-10 y 41-50 y los del resto de los períodos. Las diferencias entre las distintas dosis no aparecen claras al comparar datos totales, pero al comparar aisladamente los porcentajes de los

Cuadro 9.—Valores de la t de Student para la comparación de los porcentajes de ovarios hipertrofos en la F₁ (* y ** indican valores significativos con un 95 y 99 por 100 de probabilidad respectivamente)

	C	FU-3	FU-6	FU-9
C	—	3,319**	1,318	1,168
FU-3	—	—	1,815	1,963*
FU-6	—	—	—	0,148
FU-9	—	—	—	—

Días					
	3-10	11-20	31-30	31-40	41-50
3-10	—	3,539**	3,836**	5,232**	2,580**
11-20	—	—	0,328	2,053*	0,814
21-30	—	—	—	1,738	1,127
31-40	—	—	—	—	2,774**
41-50	—	—	—	—	—

períodos 4-10 y 41-50 se obtienen los siguientes valores de la t:

Días 3-10:

Control	FU-3	FU-6	FU-9
11,88%	4,38%	5,00%	3,75%
	2,455*	2,214*	2,709**

El porcentaje de hipertrofias en el control es significativamente mayor en este período al de FU-3 y FU-6 (p<0,05) y al de FU-9 (p<0,01).

Días 41-50:

FU-9	C	FU-3	FU-6
8,73%	2,00%	2,00%	1,56%
	2,284**	2,284**	2,593**

En este caso las hipertrofias son significativamente más frecuentes (p<0,01) en FU-9 que en los controles, FU-3 y FU-6; esto se

debe, en los primeros días, a la mayor frecuencia de hipertrofias en los controles producidas por hiperfunciones del ovario y que al coincidir con los días de mayor fecundidad provocan un aumento de ésta. En los días 41-50 aparecen más ovarios hipertrofos en FU-9; el origen en este caso es distinto y se debe a que por una serie de anomalías acumuladas a lo largo de la vida, e inducidas probablemente por el 5-fluoruracilo, los ovocitos maduros no pueden salir del ovario: provocándose así la esterilidad de la hembra y el aumento desproporcionado del volumen del ovario.

El aumento de hipertrofias en FU-9 en los días 41-50 provoca un aumento significativo del volumen medio de estos días (fig. 5). Este hecho supone una excepción a la afirmación de que la gráfica de la evolución del volumen es similar a las gráficas de fecundidad.

CONCLUSIONES

1. Los ejes longitudinal y transversal del ovario en *Ceratitis capitata* (Wied.), están relacionados mediante la expresión $l=0,622 t + 0,587$ (r=0,55 significativo al nivel de probabilidad del 99,9 por 100 con 71 grados de libertad).

2. El volumen ovárico aumenta rápidamente en los primeros días de vida, alcanzando su valor máximo entre el cuarto y el quinto día, para luego disminuir paulatinamente hasta la fase senil. Existe, por ello, una relación evidente entre el volumen ovárico y la fecundidad de la hembra.

3. El 5-fluoruracilo no afecta al volumen ovárico a la dosis de 3 ppm., y sí a 6 y 9 ppm., pero únicamente en el primer período de la vida del adulto y en la F₁; en la F₂ no aparecen diferencias entre moscas tratadas y controles, por lo que, puede producirse una acomodación del insecto al tratamiento con el producto.

4. Las atrofas ováricas, observadas tanto en los controles como en los diferentes tratamientos, son significativamente más frecuentes en el último período de la vida ($p < 0,01$).

5. Los ovarios hipertróficos se producen con mayor frecuencia entre los días 4-10 en controles y 41-50 con 5-fluoruracilo a 9 ppm, siendo el origen de estas anomalías distinto en uno u otro caso.

ABSTRACT

MUNGUIRA, M. L., MUÑIZ, M. y SALOM, F., 1984: Efecto del 5-fluoruracilo sobre la evolución del volumen ovárico en *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt. Trypetidae). *Bol. Serv. Plagas*, 10: 43-57.

This paper deals with the variation of the longitudinal and transversal axis in the ovaries of *Ceratitis capitata* (Wied.). A linear relation between both parameters was obtained, and the ovarian volume was also estimated.

In general, the maximum volume was obtained when the females were four or five days old, decreasing later along the females life.

The inclusion of 5-fluorouracil (3 ppm) in the laval diet did not affect the ovarian volume; however, a significant effect was observed in the F_1 when this compound was used at 6 ppm. and 9 ppm.

Atrophic and hypertrophic ovaries were found in the control as well as in the treatments.

REFERENCIAS

- AKOV, S., 1965: Inhibition of blood digestion and oocyte growth in *Aedes aegypti* by 5-fluorouracil. *Biol. Bull.*, 129: 439-453.
- ARAMBOURG, Y., PRALAVORIO, R., DOLBEAU, C., 1977: Premières observations sur l'action du diflubenzuron (PH 6040) sur la fécondité, la longévité et la viabilité des oeufs de *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt.: Trypetidae). *Revue Zool. aric. Path. Veg.*, 74 (4): 118-126.
- BURGOS, R., 1981: Alteraciones morfológicas en *Ceratitis capitata* (Wied.) por tratamiento con 5-fluoruracilo en la dieta larvaria (Dipt.: Trypetidae). *Graellsia*, 37: 77-96.
- BURGOS, R., MUÑIZ, M., 1981: Efectos del 5-fluoruracilo sobre el desarrollo larvario de *Ceratitis capitata* (Wied.). (Dipt.: Trypetidae). *Graellsia*, 37, 97-121.
- CAUSSE, R., 1972: Ontogenèse des cellules reproductrices chez *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptère: Trypetidae). *Annales Zool. Ecol. Anim.*, 4 (1): 35-53.
- CRYSTAL, M. M., 1963: The induction of sterility in the screw worm Fly by antimetabolites and alkylating agents. *J. Econ. Entomol.*, 56 (4): 468-473.
- DE MORA, R., MUÑIZ, M., 1982: Comportamiento reproductor de *Ceratitis capitata* (Wied.) ante el tratamiento con formaldehído y radiación gamma. *Graellsia*, 38: 129-143.
- DE MURTAS, I., CIRIO, U., GUERRIERI, G., ENKERLIN, D., 1970: An experiment to control the mediterranean fruit fly on the island of Procida by the sterile-insect technique. *Sterile Male Technique for Control of Fruit Flies*. IAEA, Vienna, 59-70.
- FYE, R. L., LABRECQUE, G. C., 1965: Compounds causing sterility in adult house flies. *J. Econ. Entomol.*, 58 (3), 446-448.
- FYTIZAS, E., 1967: Action du Tapa sur les adultes de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt.: Thepirtidae) en fonction des quantités du chimioestérilisant utilisées. *Ann. Inst. Phyt. Benaki*, 8 (1): 32-46.
- FYTIZAS, E., BACOVANNIS, A., 1970: Evolution des ovaries chez les adultes femelles de *Dacus oleae* Gmel. *Ann. Inst. Phyt. Benaki*, 9 (3): 230-237.
- GOLDSMITH, E. D., FRANK, I., 1952: Sterility in the female fly *Drosophilla melanogaster*, produced by the feeding of a folic-acid antagonist. *Amer. J. Physiol.*, 171 (3): 726-727.
- HOOPEER, G. H. S., 1970: Sterilization of the Mediterranean fruit fly: a review of laboratory data. *Sterile-Male Technique for Control of Fruit Flies*, IAEA, Vienna, 3-12.
- KILGORE, W. W., PAINTER, R. R., 1962: The effects of 5-fluorouracil on the viability of house fly eggs. *J. Econ. Entomol.*, 55 (5), 710-712.
- KNIPLING, E. F., 1955: Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. *J. Econ. Entomol.*, 48 (4): 359-462.
- MELLADO, L. y cols., 1970: Sterile male technique for control of fruit flies. Work at the Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. *Sterile-Male Principle for Fruit Fly Control*. IAEA, Vienna, 90-91.
- MITTAL, P. K., SHEIKHER, C., 1978: Histopathological and cytochemical studies on the 5-fluorouracil treated gonads of *Locusta migratoria*. *Cytobios*, 23, 169-176.
- MORGAS, P. H., 1967: Inhibition by 5-fluorouracil of the ovarian development of house flies, *Musca domestica*. *Ann. Entomo. Soc. Amer.*, 60 (6): 1158-1161.

- MUNGUIRA, M. L., SALOM, F., MUÑIZ, M., 1983: Estudio morfológico del aparato reproductor femenino de *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt. Trypetidae). *Bol. Serv. Plagas*, 9: 31-44.
- MUÑIZ, M., 1980: Acción del formaldehído sobre sucesivas generaciones de *Ceratitis capitata* Wied. *Graellsia*, 34: 223-235.
- MUÑIZ, M., 1982: Inhibición de la fecundidad y fertilidad de *Ceratitis capitata* (Wied.) por tratamiento con 5-fluoruracilo en generaciones sucesivas. *Graellsia*, 38, 175-182.
- MUÑIZ, M., DE MORA, R., 1981: Fecundidad y fertilidad de *Ceratitis capitata* (Wied.) bajo la acción de dosis subesterilizantes de radiación gamma. *Graellsia*, 35-36, 129-141.
- MUÑIZ, M., REY, J. M., 1977: Comportamiento de *Ceratitis capitata* (Wied.) ante el tratamiento con formaldehído en la dieta larvaria. (Dipt.: Trypetidae). *Graellsia*, 33: 279-308.
- NAVVAH GOJRATI, H. A., KEISER, I., 1975: Spermatogenesis and cogenesis of *Ceratitis capitata* Wied., *Dacus dorsalis* Mendel and *Dacus cucurbitae* Coquillet when sexually sterilized with tepa after adult emergence. *Sterility Principle for Insect Control*, IAEA, Vienna, 325-328.
- ORPHANIDIS, P. S., SOULTANOPOULOS, C. D., KARANDEINOS, M. G., 1963: Recherches en laboratoire sur la sterilisation d'adultes de *Ceratitis capitata* Wied. au moyen de substances stérilisantes. II Experiences au moyen de metaphoxide d'aphoxide et de chlorine de cuivre. *Ann. Inst. Phyt. Benaki*, 5: 323-331.
- RHODE, R. H., 1970: Application of the sterile male technique in Mediterranean fruit fly supression. A follow up experiment in Nicaragua. *Sterile-Male Technique for Control of Fruit Flies*, IAEA, Vienna, 43-50.
- SALOM, F., 1973: *Morfología externa, aparato reproductor y reproducción en Dacus oleae Gmel. (Dipt.: Trypetidae)*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.