

TOXICIDAD Y EFECTO ESTERILIZANTE
DE ALGUNAS COMBINACIONES
DE LOS QUIMIOESTERILIZANTES
SEXUALES AFOLATO Y
TEPA SOBRE *Musca domestica* (L.)¹

William Olarte E.²

INTRODUCCION

Los quimioesterilizantes sexuales constituyen actualmente uno de los medios más prometedores para lograr el control o la erradicación de las especies insectiles nocivas. Esto ha hecho que se les haya prestado atención cada vez mayor en los últimos años. No obstante, aparentemente se ha estudiado muy poco tanto su acción tóxica para los insectos como los efectos que producen cuando se aplican en forma combinada y la revisión de literatura indica que hasta el presente no se había considerado la inducción de esterilidad sexual en la mosca casera, *Musca domestica* (L.), mediante la aplicación combinada de dos esterilizantes químicos, a concentraciones poco tóxicas. Por tal razón, se planeó esta investigación, cuyos objetivos fundamentales fueron:

- a) Estudiar el efecto tóxico de algunas combinaciones de los quimioesterilizantes Afolato y Tepa, aplicadas topicalmente a pupas de *M. domestica*.
- b) Averiguar si al aplicar conjuntamente los dos compuestos se produce interacción de sus efectos letales y, en caso de haberla, de qué tipo se trata.
- c) Determinar si algunas de las combinaciones de Afolato y Tepa que demuestren tener baja toxicidad se comportan como esterilizantes sexuales efectivos en este insecto.

REVISION DE LITERATURA

Los quimioesterilizantes sexuales son productos químicos que privan de la capacidad reproductora a los animales a los cuales se administra (Borkovec, 1962; La Chance *et al.* 1968).

Uno de los principales inconvenientes que presentan algunos quimioesterilizantes es su toxicidad (Murvosh *et al.* 1965; Borkovec, 1962).

Durante el desarrollo de experimentos acerca de la actividad del Tepa, Tiotepa y 1 - Metanosulfonilaziridina se comprobó que estos compuestos son bastante tóxicos para *M. domestica* (Parish y Arthur, 1965). Los compuestos organoestánicos fueron presentados como insecticidas para *M. domestica* por Pieper y Cassida (1965) y Kissan y Hays (1966). El cloruro y el acetato de trifenilestaño, administrados oralmente y a tasas superiores a 0,25 mg/g, son muy tóxicos para *M. domestica* según Hays (1968). Entre 20 esterilizantes reconocidos como buenos para el tratamiento de *M. domestica* por vía oral, se encontró que algunos son altamente tóxicos para los machos (Fye y La Brecque, 1971). En los primeros experimentos de campo para el control de la mosca casera se obtuvo un alto grado de control utilizando cebos granulados impregnados con Tepa (La Brecque *et al.*, 1962). El afolato causa inhibición del desarrollo ovárico en *M. domestica* de acuerdo con información de Morgan y La Brecque (1962) y Dame y Schmidt (1964). La acción de 50 productos utilizados en pruebas para seleccionar quimioesterilizantes, empleando *M. domestica* fue reportada por Gouck *et al.*, (1963). El Tepa y el Metepa, administrados oralmente y al 1% a *M. domestica* inhiben el desarrollo del ovario y causan la degeneración de sus células germinales (Morgan y La Brecque, 1964). La longevidad de adultos de *M. domestica* tratados con Afolato o Metepa se redujo en cerca del 50%, en experimentos llevados a cabo por Murvosh *et al.* (1964). En

1 Diptera, Muscidae

2 Entomólogo. División de Investigaciones Científicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

Este trabajo fue hecho y presentado por el autor en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, como requisito para obtener el título de Maestro en Ciencias en la especialidad de Entomología.

ensayos realizados en Italia se expusieron cebos líquidos con un 0,2% de Tapa para controlar a *M. domestica* y los resultados obtenidos indicaron un alto grado de esterilidad en las poblaciones tratadas (Sacca y Stella, 1964). El afolato inhibió la síntesis del DNA en los huevos de *M. domestica* en ensayos llevados a cabo por Borkovec (1966). Durante el transcurso de un experimento extensivo que incluyó la aplicación de Afolato y Metepa en forma de cebos endulzados, para controlar a *M. domestica* se observó que un cebo líquido con un 1% de Metepa redujo la abundancia de moscas en más de un 90% en un período de 18 meses y un cebo líquido con el 1% de Afolato produjo una esterilidad moderadamente alta en un período de 3 meses y disminuyó la población de moscas en un 50 a 80% (Meifert *et al.*, 1967). La esterilidad producida por los quimioesterilizantes en los insectos se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de esterilidad} = \frac{\text{No. de huevos} - \text{No. de pupas}}{\text{No. de huevos}} \times 100$$

(Morgan *et al.*, 1967). Entre los efectos adversos de los quimioesterilizantes están la disminución de la longevidad y del vigor sexual, según observación de La Chance *et al.* (1968). El Afolato produjo cambios en el crecimiento del ovario y la oogénesis de *M. domestica* durante experimentos conducidos por Obasa (1968). El paso de machos y hembras de *M. domestica* a través de capas de tiras poliestirénicas tratadas con Tapa al 5% indujo su esterilidad (Fye *et al.*, 1968). El Afolato, suministrado oralmente y a concentraciones comprendidas entre el 0,2% y el 0,4%, esteriliza los adultos de *M. domestica* (Hafez *et al.*, 1969). Una alta esterilidad con mortalidad moderada fue obtenida en *M. domestica* suministrándole cebos con Tapa, Metepa y Hempa (Pausch, 1971; 1972).

MATERIALES Y METODOS

El material biológico al cual se aplicaron los quimioesterilizantes estuvo constituido por pupas de *M. domestica* (L.), de aproximadamente un día de edad, obtenidas a partir de los huevos depositados por moscas criadas y mantenidas en el insectario a 27°C, 75-80% H.R. y bajo luz fluorescente. La investigación se desarrolló en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México. El alimento de los imagos estuvo constituido por la siguiente dieta líquida: leche en polvo 12,00 g; azúcar (sacarina) 13,00 g; caseína 1,30 g; agua 350,00 ml, con la cual se remojaron diariamente algodones com-

pactos colocados en cajas de Petri que sirvieron además de sustrato de oviposición. Los huevos se colectaron diariamente y se enterraron superficialmente en el siguiente medio para cría y pupación de larvas: salvado de trigo 230,00 g; panela raspada 54,00 g; levadura de cerveza en polvo 25,00 g y agua hasta completar 500,00 ml. Allí se dejaron, bajo las condiciones antes descritas y las pupas se obtuvieron a los 6 ó 7 días.

Para estudiar las acciones tóxica y esterilizante sexual se empleó el diseño experimental completamente al azar, pero en el primer caso se utilizó un arreglo factorial de los tratamientos, empleando 5 niveles. En ambos casos cada tratamiento tuvo 3 repeticiones y se emplearon 50 pupas por tratamiento.

Los esterilizantes se disolvieron en etanol y se aplicaron topicalmente. Para el estudio de la toxicidad se emplearon tratamientos constituidos por las concentraciones de 2,5; 5,0; 10,0; 25,0 y 50,0 μg /pupa de Afolato o de Tapa, y por todas las combinaciones de ellas, según el arreglo factorial utilizado. Para la evaluación de la esterilidad se utilizaron las siguientes combinaciones de quimioesterilizantes, escogidas por su baja toxicidad entre 25 ensayadas con anterioridad: 50,0 μg /pupa de Afolato y 2,5 μg /pupa de Tapa; 25,0 μg /pupa de Afolato y 2,5 μg /pupa de Tapa y, 2,5 μg /pupa de Afolato y 5,0 μg /pupa de Tapa. Los testigos correspondientes a los tratamientos con un solo quimioesterilizante recibieron 1 μl de etanol del 96% y los de los tratamientos con dos quimioesterilizantes 2 μl de la misma sustancia. Cada vez que se aplicaron los dos esterilizantes a un mismo individuo, primero se administró el Afolato y después el Tapa. Entre las dos aplicaciones se dejó transcurrir una hora.

La fecundidad se registró contando los huevos depositados diariamente por las moscas de cada tratamiento. La fertilidad se obtuvo en cada caso por determinación del porcentaje de eclosión observado en 100 huevos tomados al azar y mantenidos en incubación a 27°C y 75 - 80% H.R. durante dos días. La pupación se midió por el porcentaje de pupas a que dió origen cada uno de los grupos de 100 huevos. El recuento de las pupas se verificó siete días después de haber puesto a incubar los huevos en el medio para cría y pupación de larvas ya mencionado.

La esterilidad sexual se determinó aplicando la fórmula utilizada por Morgan *et al.* (1967).

La longevidad de los adultos emergidos de las pupas tratadas se estableció mediante el registro del tiempo de vida alcanzado por cada uno de los individuos constituyentes de un grupo de 25 machos y de un grupo de 25 hembras, sometidos a observa-

ción. Los resultados experimentales se sometieron a análisis de regresión, probit y múltiple análisis de varianza y prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 muestra los porcentajes de mortalidad promedio de las pupas tratadas con Afolato, Tapa y combinaciones de ellos. Debido a que se hizo la corrección empleando la fórmula de Abbott dichos porcentajes representan la mortalidad neta o causada exclusivamente por los quimioesterilizantes aplicados. Se nota que en estas condiciones la mortalidad del testigo ha quedado reducida a cero. Los resultados indican que, a las diferentes concentraciones aplicadas, los esterilizantes Afolato y Tapa penetraron la cutícula de las pupas y causaron la muerte de éstas. Sin embargo, las mortalidades aquí obtenidas resultaron bajas comparadas con las registradas por Gouck (1964) para pupas de *M. domestica* (L.) tratadas por inmersión en soluciones de Afolato y Tapa, como por ejemplo, 65,6% para inmersión durante 300 segundos en una solución al 5,0% de Tapa. Es posible que esta diferencia se deba a la evaporación relativamente rápida del etanol, con formación de un depósito de cristales de los quimioesterilizantes sobre los puparios, lo cual impediría la penetración del esterilizante necesario para causar una mortalidad mayor.

TABLA 1. Porcentajes de mortalidad* de pupas de *Musca domestica* (L.) obtenidos en treinta y cinco tratamientos con Afolato, Tapa y combinaciones de ellos.

		T**					
		E					
		P					
		A					
AFOLATO**		0,0	2,5	5,0	10,0	25,0	50,0
	0,0	1 0,000	2 8,693	3 10,143	4 17,386	5 25,906	6 28,980
	2,5	7 11,103	8 1,783	9 14,506	10 39,696	11 49,620	12 53,436
	5,0	13 11,846	14 2,546	15 33,833	16 47,366	17 51,876	18 54,886
	10,0	19 13,326	20 5,346	21 41,353	22 48,870	23 52,630	24 57,136
	25,0	25 18,513	26 6,110	27 44,356	28 51,536	29 54,610	30 72,303
	50,0	31 24,443	32 9,163	33 50,373	34 53,073	35 59,226	36 76,920

* Promedio de 3 repeticiones con 50 pupas cada una, corregido por la fórmula de Abbott.

** Concentración aplicada (µg/pupa).

Los resultados obtenidos con el modelo propuesto para describir el comportamiento de los quimioesterilizantes aplicados:

$$Y_i = B_1A + B_2T + B_3AT + B_4A^2 + B_5T^2 + E_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

se presentan en las Tablas 2 y 3. En la Tabla 2 se puede ver que, cuando se prueban contra el error puro, se detecta la existencia de interacción de Afolato y Tapa, a nivel de significancia del 1%, pero cuando se prueban contra el error residual más la falta de ajuste del modelo, la interacción resulta no significativa. Por otra parte, es claro que la falta de ajuste es significativa, a nivel del 1%.

TABLA 2. Análisis de varianza de las mortalidades producidas por los tratamientos con Afolato, Tapa y combinaciones de ellos sobre pupas de *Musca domestica* (L.), según pruebas contra el error puro y contra el error residual.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS PARCIAL	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA ESTADISTICA
Afolato	5	10562,9809		2112,5961	58,5214	**
Afol. lineal*	1		6231,0563	6231,0563	172,6078	**
Afol. cuadrát.*	1		3019,8139	3019,8139	83,6525	**
Tapa	5	37361,8238		7472,3647	206,9936	**
Tapa lineal*	1		19814,5566	19814,5566	548,8872	**
Tapa cuadrát.*	1		8451,3446	8451,3446	234,1123	**
Afolato x Tapa	25	4016,5101		160,6604	4,4505	**
Afol. limTepalin*	1		353,2213	353,2213	9,7846	**
Modelo con A, T, A ² , T ² y AT	5		160164,9424	32032,9884	887,3526	**
Falta de ajuste del modelo	33		12085,3809	366,2236	10,1448	**
Error	72	2599,1645		36,0995		

* Fuentes de variación que se estudian tomando su suma de cuadrados parcial, es decir, la suma de cuadrados que aporta al incluirse en el modelo.

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

La regresión múltiple (Tabla 3) tiene por expresión:

$$Y_i = 1,44649 A + 2,57945 T + 0,00557 AT - 0,02107 A^2 - 0,03525 T^2$$

TABLA 3. Análisis de regresión múltiple correspondiente a las mortalidades de pupas de *Musca domestica* (L.) tratadas con Afolato, Tapa y combinaciones de ellos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	F Calculada	Probabilidad de F	Coefficiente de Regresión
Afolato	1	598,2585	0,0001	1,44649
Tapa	1	427,8232	0,0001	2,57945
Afolato ²	1	47,3549	0,0001	-0,02107
Tapa ²	1	57,3372	0,0001	-0,03525
Afolato x Tapa	1	2,4992	0,1130	0,00557

y de acuerdo con ella se puede decir que, bajo las condiciones de experimentación utilizadas, el Tapa es más tóxico que el Afolato y que cuando se aplican Afolato y Tapa hay interacción entre sus efectos. El valor negativo de los términos cuadráticos indica que el aumento de la letalidad debida al Afolato y al Tapa es de menor intensidad al aumentar su concentración; una medida de tal disminución está dada por la magnitud de dichos términos. Obviamente, esta ecuación no será aplicable más allá del rango de concentraciones con las que se alcance el 100% de mortalidad.

El efecto de interacción se puede percibir más claramente en las Figuras 1 y 2, en donde se constata gráficamente que la mayoría de las rectas de regresión probit se intersectan. La Tabla 4 contiene las ecuaciones correspondientes.

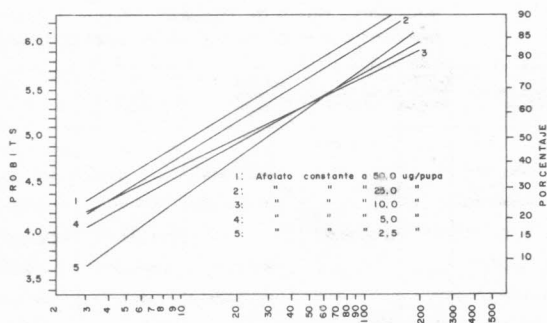


FIGURA 1. Rectas de regresión probit para los tratamientos correspondientes a la región de interacción en que se conserva constante la concentración del Afolato. Ver las ecuaciones de regresión respectivas en la Tabla 4.

Por otra parte, el examen de la Tabla 1 permite determinar que en 19 de las 25 combinaciones que forman la región de interacción la mortalidad obtenida es mayor que la suma de las mortalidades a que dieron origen las respectivas concentraciones aplicadas por separado. Esto indicaría la ocurrencia de sinergismo pero, puesto que no se han establecido, la forma en que actúan los compuestos usados ni los sistemas sobre los cuales ejercen su acción tóxica, es preferible designar el fenómeno producido como activación del efecto letal.

Finalmente hay que decir que, si bien el modelo probado no describe completamente el fenómeno objeto de estudio debido a la falta de ajuste significativo, sí lo hace en forma satisfactoria. Para poder obtener un modelo que explicara más extensamente los resultados obtenidos habría que agregar al anterior otros términos, lo cual daría origen a un modelo complejo que posiblemente resultará impráctico.

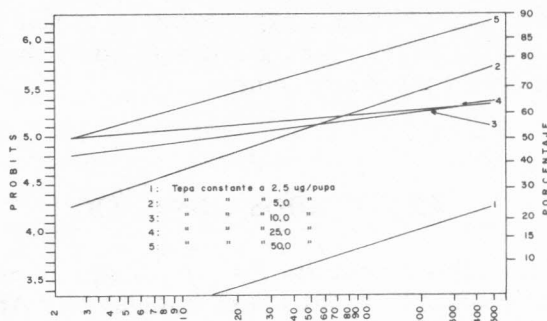


FIGURA 2. Rectas de regresión probit para los tratamientos correspondientes a la región de interacción en que se conserva constante la concentración del Tapa. Ver las ecuaciones de regresión respectivas en la Tabla 4.

Un resumen gráfico del efecto que producen las combinaciones poco tóxicas de los esterilizantes estudiados sobre la fecundidad, fertilidad y pupación de *M. domestica* se halla consignado en la Figura 3. En esta última se puede ver que el tratamiento topical de las pupas con combinaciones de los quimioesterilizantes Afolato y Tapa hizo disminuir la fecundidad y la fertilidad de las moscas emergidas de ellas con respecto a la fecundidad y fertilidad de las moscas normales. Los análisis matemáticos y gráficos de los resultados obtenidos en los ensayos, que dieron base a las anteriores afirmaciones, se pueden ver en las Tablas 5 a 9 y en la Figura 4. En los tres casos estudiados la actividad fisiológica fue inversamente proporcional a la cantidad total de esterilizante aplicada. Los porcentajes de esterilidad sexual correspondientes se hallan expuestos en la Tabla 10. En la Figura 5 aparecen las longevidades de los individuos provenientes de las pupas tratadas y en la Tabla 11 se resumen las longevidades alcanzadas por los imagos. El examen de estos resultados permite ver que la longevidad de las moscas estériles obtenidas está relacionada de manera inversa con la cantidad total de quimioesterilizantes aplicada y que, en general, las hembras viven un poco más que los machos.

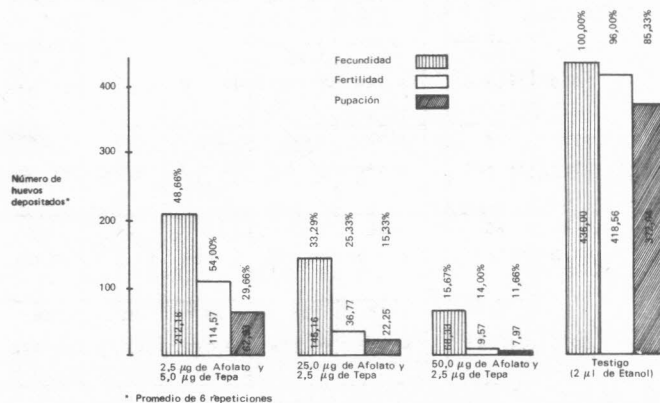


FIGURA 3. Porcentaje de fecundidad, fertilidad y pupación en *Musca domestica* (L.) provenientes de pupas tratadas con diferentes combinaciones de Afolato y Tapa.

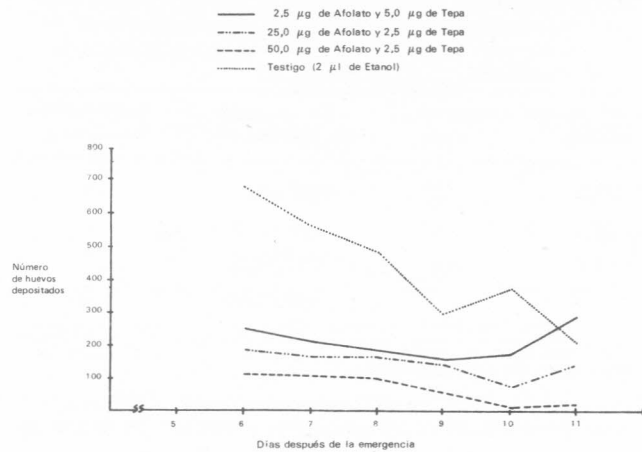


FIGURA 4. Fecundidad de hembras de *Musca domestica* (L.) provenientes de pupas tratadas con diferentes combinaciones de Afolato y Tapa (datos correspondientes a 25 hembras tratadas, enjauladas con 25 machos tratados).

TABLA 4. Regresiones probit para los diferentes grupos de tratamientos constituyentes de la región de interacción.

Esterilizante y Concentración Constantes (µg/pupa)		Grupo* No.	Ecuación de Regresión Probit
Afolato	Tepa		
50,0		1	$Y = 3,7666 + 1,1781 X$
25,0		2	$Y = 3,6588 + 1,1707 X$
10,0		3	$Y = 3,7769 + 0,9320 X$
5,0		4	$Y = 3,5608 + 1,0563 X$
2,5		5	$Y = 3,0306 + 1,3425 X$
	2,5	6	$Y = 2,6500 + 0,6052 X$
	5,0	7	$Y = 3,9467 + 0,6751 X$
	10,0	8	$Y = 4,7101 + 0,2334 X$
	25,0	9	$Y = 4,9220 + 0,1624 X$
	50,0	10	$Y = 4,7830 + 0,5379 X$

* Los grupos corresponden a las 5 filas (grupos 1 a 5) y 5 columnas (grupos 6 a 10) de la región de interacción (Tabla 1). En cada grupo se mantiene constante la concentración de un esterilizante y varía la del otro.

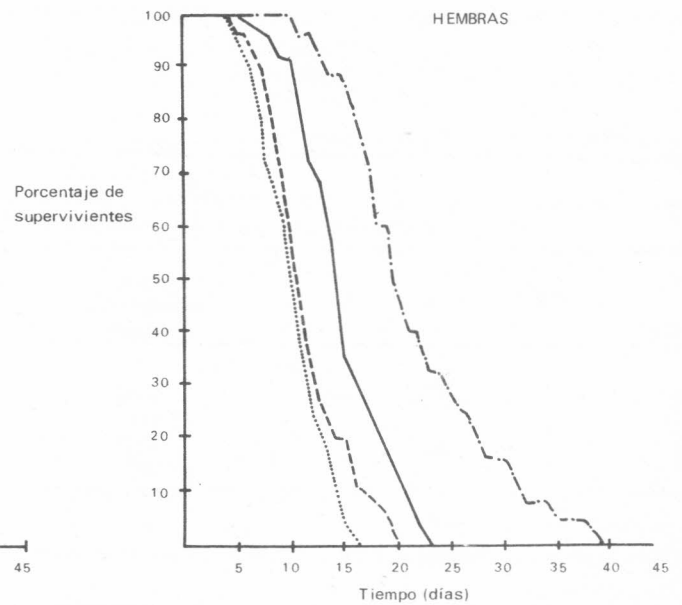
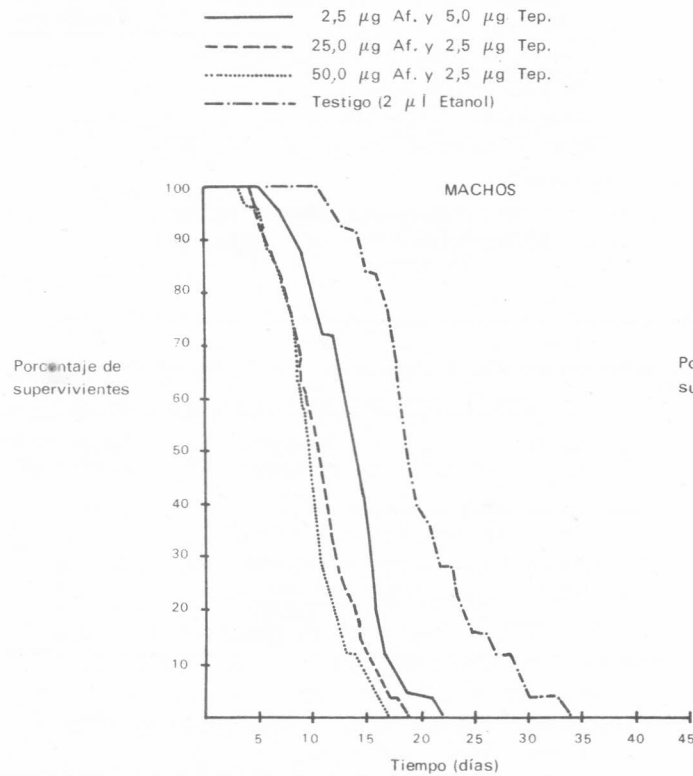


FIGURA 5. Supervivencia de *Musca domestica* (L.) provenientes de pupas tratadas con diferentes combinaciones de Afolato y Tapa.

TABLA 5. Análisis de varianza correspondiente a la fecundidad de hembras de *Musca domestica* (L.) provenientes de pupas tratadas* con Afolato y Tapa.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Significancia Estadística
Tratamiento	3	451416,833	150472,278	16,02346	**
Error	20	187815,000	9390,750		
Total	23	639231,833	27792,688		

* Los tratamientos estuvieron constituidos por las siguientes combinaciones de esterilizantes:

AFOLATO	2,5 µg/pupa	TEPA	5,0 µg/pupa
	25,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa
	50,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa

** Significativo al nivel de 0,01 de probabilidad.

TABLA 6. Separación estadística de los tratamientos hechos sobre pupas de *Musca domestica* (L.) con combinaciones de Afolato y Tapa, atendiendo a su efecto sobre la fecundidad.

Concentración (µg/pupa)		Fecundidad promedio*	Significancia Estadística**
Afolato	Tapa		
50,0	2,5	68,3333	+
25,0	2,5	145,1666	+
2,5	5,0	212,1666	+
—	—	436,0000	+

* Promedios de 6 repeticiones.

** Dos promedios que no estén conectados entre sí por una línea recta son diferentes significativamente a nivel de 0,05 de probabilidad.

TABLA 7. Análisis de varianza correspondiente a la fertilidad de *Musca domestica* (L.) proveniente de pupas tratadas* con Afolato y Tapa.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Significancia Estadística
Tratamiento	3	12024,0000	4008,0000	546,5454	**
Error	8	58,6667	7,3333		
Total	11	12082,6667	1098,4242		

* Los tratamientos estuvieron constituidos por las siguientes combinaciones de esterilizantes:

AFOLATO	2,5 µg/pupa	TEPA	5,0 µg/pupa
	25,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa
	50,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa

** Significancia al nivel 0,01 de probabilidad.

TABLA 8. Separación estadística de los tratamientos hechos sobre pupas de *Musca domestica* (L.) con combinaciones de Afolato y Tapa, atendiendo a sus efectos sobre la fertilidad y sobre la pupación.

Concentración (µg/pupa)		Fertilidad promedio*	S.E.**	Pupación Promedio*	Significancia Estadística**
Afolato	Tapa				
50,0	y	2,5	14,0000	11,6666	+
25,0	y	2,5	25,3333	15,3333	+
2,5	y	5,0	54,0000	29,6666	+
—	—	—	96,0000	85,3333	+

* Promedios de 3 repeticiones.

** Dos promedios que no estén conectados entre sí por una línea recta son diferentes significativamente, a nivel de 0,05 de probabilidad.

TABLA 9. Análisis de varianza correspondiente a la pupación de larvas de *Musca domestica* (L.) obtenidas a partir de huevos depositados por moscas provenientes de pupas tratadas* con Afolato y Tapa.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Significancia Estadística
Tratamiento	3	10476,3333	3492,1111	493,0039	**
Error	8	56,6667	7,0833		
Total	11	10533,0000	957,5454		

* Los tratamientos consistieron en la aplicación de las siguientes combinaciones de esterilizantes:

AFOLATO	2,5 µg/pupa	y	5,0 µg/pupa	TEPA
	25,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa	
	50,0 µg/pupa		2,5 µg/pupa	

** Significativo al nivel de 0,01 de probabilidad.

TABLA 10. Porcentajes de esterilidad* para hembras de *Musca domestica* (L.) emergidas de pupas tratadas con combinaciones de Afolato y Tapa.

Afolato	Concentración (µg/pupa)		Porcentaje de Esterilidad
		Tepa	
50,0	y	2,5	86,328
25,0	y	2,5	82,032
2,5	y	5,0	65,235
—	—	—	14,667

* Los cálculos (Fórmula de Morgan *et al.*, 1967) se hicieron con el promedio de 3 repeticiones de 100 huevos cada uno, puestos a incubar. El promedio de pupas se obtuvo a partir de datos corregidos por la fórmula de Abbott:

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente:

1. Tanto el Afolato como el Tapa, aplicados topicalmente a pupas de *Musca domestica* de aproximadamente un día de edad, exhiben toxicidad, siendo ésta mayor en el caso del Tapa.
2. La aplicación topical combinada de Afolato y Tapa al anterior material biológico activa el efecto letal de los compuestos.
3. La acción tóxica del Afolato, el Tapa y sus combinaciones se puede describir satisfactoriamente mediante el modelo estadístico

$$Y_i = B_1 A + B_2 T + B_3 AT + B_4 A^2 + B_5 T^2 + E_i; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

donde, Y_i : Mortalidad causada, B : Coeficiente de regresión, A : Efecto tóxico del Afolato, T : Efecto tóxico del Tapa, AT : Interacción tóxica Afolato-Tepa, E_i : Error experimental y n : Número de observaciones. Para obtener una descripción más completa del fenómeno se podrían agregar más términos al modelo, pero esto lo haría más complejo y probablemente poco práctico.

4. Las tres combinaciones de Afolato y Tapa estudiadas ocasionan en las moscas emergidas de las pupas tratadas una disminución de la fecundidad y la fertilidad; en los descendientes de éstas (F_1), ocasionan una disminución en el porcentaje de pupación.
5. Un efecto adverso de los tres tratamientos combinados en cuestión, contrapuesto a los beneficios de las anteriores propiedades esterilizantes, es la disminución de la longevidad que se observa en las moscas emergidas de las pupas tratadas, con relación a la de las moscas normales,

TABLA 11. Longevidad de *Musca domestica* (L.) proveniente de pupas tratadas con combinaciones de Afolato y Tapa.

Concentración (µg/pupa)		Machos		Hembras	
Afolato	Tepa	Promedio (días)	Rango (días)	Promedio (días)	Rango (días)
50,0	y 2,5	10,240	4-17	10,560	5-16
25,0	y 2,5	11,080	5-19	11,600	5-19
2,5	y 5,0	14,080	7-22	14,600	8-23
—	—	20,680	12-34	22,000	11-39

característica que es un poco más acentuada en los machos que en las hembras.

RESUMEN

Los esterilizantes sexuales químicos presentan propiedades que los hacen útiles para el control o la erradicación de insectos perjudiciales. Debido a que aparentemente no se ha estudiado la acción combinada de dos o más de ellos, ni desde el punto de vista tóxico ni atendiendo a su efecto esterilizante sexual, se llevó a cabo una investigación con el fin de determinar dicha acción.

Para el efecto se mantuvo en el laboratorio una cría artificial de la mosca casera, *Musca domestica* (L.), y en el estado de pupa se trató topicalmente con algunas combinaciones de Afolato y Tapa.

Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones de experimentación los dos productos exhiben toxicidad, siendo ésta mayor en el caso del Tapa y que el suministro conjunto activa el efecto letal. La acción tóxica en referencia puede representarse mediante un modelo estadístico. Además, las combinaciones de Afolato y Tapa utilizadas ejercen acción antifertilizante sobre las moscas adultas emergidas de las pupas tratadas a la vez que reducen la longevidad, siendo este efecto mayor en los machos que en las hembras.

SUMMARY

Chemical sexual sterilants present properties which make them useful for control or eradication of harmful insects. Because the combined action of two or more of them has apparently not been studied, neither from the toxicological nor from

the sterilizing point of view, a research was carried out with the objective of determining this action.

For this purpose the house fly *Musca domestica* (L.) was reared and maintained in the laboratory and the pupal stage was treated topically with some combinations of Apholate and Tapa.

The results obtained indicate that under the conditions of this experiment, both products exhibit toxicity, being the one observed with Tapa greater, and that the joint supply activates the lethal effect. Further, the toxic action in reference can be represented by means of a statistical model. The combinations of Apholate and Tapa utilized, have an antifertilizing action on the flies emerged from the treated pupae and at the same time reduce the longevity, being this effect greater in the males than in the females.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sentimientos de gratitud a los Doctores Waldemar Klassen y Alexej Borkovec del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, por el suministro de los quimioesterilizantes utilizados para realizar esta investigación y a los Doctores Alberto Broce C., Poovakunnel Itty Ittycheriah, Roberto Reyna R. y Alberto Castillo M. de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, por su asesoría en las partes entomológica y estadística.

BIBLIOGRAFIA

- BOBKOVEC, A.B.** 1962. Sexual sterilization of insects by chemicals. *Science* 137: 1034-37.
- , 1966. Insect chemosterilants. *Adv. in Pest Cont. Res.* Vol. VII. John Wiley and Sons, Inc., New York pp. 1-69.
- DE LA LOMA, J.L.** 1966. Experimentación Agrícola. Uteha. México. pp, 138-265.
- FYE, R.L.; G.C. LA BRECQUE; P.B. MORGAN and M. BOWMAN.** 1968. Development of an autosterilization technique for the house fly. *J. Econ. Entomol.* 61: 1578-81.
- FYE, R.L. and G.C. LA BRECQUE.** 1971. Chemicals as inhibitors of the reproduction of house flies. *J. Econ. Entomol.* 64: 756-8.
- GOUCK, H.K.** 1964. Chemosterilization of house flies by treatment in the pupal stage. *J. Econ. Entomol.* 57: 239-41.
- HAFEZ, M.; M.F. OSMAN; S. EL-ZIADY; A.A. EL-MOURSY and M.A. S. ERAKEY.** 1969. Studies on control of house flies in Egypt by chemosterilants. I. Laboratory studies on *Musca domestica vicina*. *J. Econ. Entomol.* 62: 324-9.
- HAYS, S.B.** 1968. Reproduction inhibition in house flies with triphenyl tin acetate and triphenyl tin chloride alone and in combination with other compounds. *J. Econ. Entomol.* 61: 1154-7.
- KISSAN, J.B. and S.B. HAYS.** 1966. Mortality and fertility response of *Musca domestica* (L.) adults to certain known mutagenic or anti-tumor agents. *J. Econ. Entomol.* 59: 748-9.
- LA CHANCE, L.E.; D.T. NORTH and W. KLASSEN.** 1968. Cytogenetic and cellular basis of chemically induced sterility in insects. *In: G.C. La Brecque and C.N. Smith.* ed. Principles of insect chemosterilization, North Holland Publishing Co., Amsterdam. p. 100-107.
- MORGAN, P.B. and G.C. LA BRECQUE.** 1964. Effect of tepa and metepa on ovarian development of house flies. *J. Econ. Entomol.* 57: 896-8.
- MORGAN, P.B.; G.C. LA BRECQUE; C.N. SMITH; D.W. MEIFERT and C.M. MURVOSH.** 1967. Cumulative effects of substerilizing dosages of apholate and metepa on laboratory populations of the house fly. *J. Econ. Entomol.* 60: 1064-7.
- MURVOSH, C.M.; G.C. LA BRECQUE and C.N. SMITH.** 1964. Effect of three chemosterilants on house fly longevity and sterility. *J. Econ. Entomol.* 57:89-93.
- OBASA, R.O.** 1968. An apholate - resistant strain of house fly, *Musca domestica* (L.). II. Ovarian growth and oogenesis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61:1351-4.
- PARISH, J.C. and B.W. ARTHUR.** 1965. Chemosterilization of house flies fed certain ethylenimine derivatives. *J. Econ. Entomol.* 58: 699-702.
- PAUSCH, R.D.** 1971. Local house fly control with baited chemosterilants. 1. Preliminary laboratory studies. *J. Econ. Entomol.* 64: 1462-5.
- , 1972. Local house fly control with baited chemosterilants. 2. Field applications in enclosed situations. *J. Econ. Entomol.* 65: 449-50.
- PIEPER, G.R. and J.E. CASSIDA.** 1965. House fly adenosine triphosphatases and their inhibition by insecticidal organotin compounds. *J. Econ. Entomol.* 58: 392-400.