

ESTUDIO SOBRE TOXICIDAD Y RESISTENCIA DE ALGUNOS

INSECTICIDAS EN MOSCA DEL MEDITERRANEO

Ceratitis capitata (Wied.)

Por

  
GABRIEL ANDRADE VASCONEZ

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Mayo, 1969

ESTUDIO SOBRE TOXICIDAD Y RESISTENCIA DE ALGUNOS  
INSECTICIDAS EN MOSCA DEL MEDITERRANEO

Ceratitis capitata (Wied.)

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados  
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Consejero

Kamta P. Katiyar, Ph.D.



Comité

Gilberto Pérez, Ph.D.



Comité

Hans Trojer, Ph.D.



Comité

Edilberto Camacho, M.A.

Mayo, 1969

Con profundo cariño dedico el presente trabajo a mi abnegada esposa, Teresita Ernestina y a mis hijos, Marcelo Gabriel y Leopoldo Vinicio.

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su sincero agradecimiento al Consejero Principal, Dr. Kamta P. Katiyar por su constante orientación en la planificación y realización de esta tesis.

A los demás miembros de su Comité Consejero, Dr. Gilberto Páez por su acertada ayuda en los análisis estadísticos y al Dr. Hans Trojer e Ing. Edilberto Camacho por sus valiosas sugerencias.

Al Ing. Eddie Ramírez por su desinteresada colaboración en la revisión del manuscrito.

El autor también expresa su agradecimiento al Programa de Energía Nuclear del Centro de Enseñanza e Investigación de Turrialba, Costa Rica, por haberle ofrecido la oportunidad de llevar a cabo la presente investigación.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Juanujo, Provincia de Bolívar, Ecuador, en el año 1925.

Sus estudios universitarios los realizó en la Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria de la Universidad Central de Quito, graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1957.

Trabajó como Agente de Extensión en el Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura de 1958 a 1961, luego desempeñó estas mismas funciones en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de 1961 a 1962.

Realizó estudios postgraduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, desde noviembre de 1962 hasta diciembre de 1964, mediante una beca concedida por el Programa de Energía Nuclear y la OEA.

De 1965 a la fecha desempeña las funciones de Entomólogo de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería de su país.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Importancia económica .....	3
2.2. Métodos corrientes de control .....	4
2.3. Desarrollo de resistencia .....	7
2.3.1. Historia .....	7
2.3.2. Que es la resistencia .....	9
2.3.3. Velocidad de desarrollo de resistencia .....	10
2.3.4. Factores que influyen .....	11
2.3.5. Perspectivas .....	17
3. MATERIALES Y METODOS .....	19
3.1. Técnica de crianza de mosca del mediterráneo en laboratorio .....	19
3.1.1. Obtención de huevos .....	19
3.1.2. Crianza de larvas .....	19
3.1.3. Obtención de pupas .....	20
3.1.4. Obtención de moscas adultas .....	20
3.2. Determinación de la toxicidad de algunos insectici- das en adultos de mosca del mediterráneo .....	21
3.3. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo .....	23
3.4. Comparación de la susceptibilidad a tres insectici- das en adultos de mosca del mediterráneo silves- tre y de laboratorio .....	24
4. RESULTADOS .....	26
4.1. Determinación de la toxicidad de algunos insectici- das en adultos de mosca del mediterráneo .....	26
4.2. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo .....	33
4.3. Comparación de susceptibilidad a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio .....	47

	Página
5. DISCUSION .....	51
5.1. Determinación de la toxicidad de algunos insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo .....	51
5.2. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo .....	53
5.3. Comparación de susceptibilidad a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio .....	55
6. CONCLUSIONES .....	57
7a. RESUMEN .....	58
7b. SUMMARY .....	61
8. LITERATURA CITADA .....	63
APENDICE .....	67

## LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		<u>Página</u>
1	Dosis Letal Media (DL50), Pendiente de la curva dosis-mortalidad (S) y Límites Confidenciales de 10 insecticidas en mosca de laboratorio ....	27
2	Comparación de toxicidad de 10 insecticidas por el método de razón de potencia en adultos de mosca del Mediterráneo .....	29
3	Prueba de paralelismo de línea dosis mortalidad (S) de 10 insecticidas en adultos de mosca del Mediterráneo .....	31
4	Comparación del potencial de toxicidad (DL50 $\mu\text{g/g}$ ) de 10 insecticidas en machos y hembras de mosca del mediterráneo por el método de razón de potencia .....	32
5	Niveles de presión de selección de tres insecticidas aplicados a cada generación de adultos de mosca del mediterráneo en estudio de desarrollo de resistencia .....	33
6	Dosis Letal Media (LD50), Pendiente de la Curva dosis-mortalidad (S) y Límites Confidenciales de tres insecticidas en varias generaciones de moscas .....	35
7	Valores de DL50 en $\mu\text{g}$ de toxicante por mosca, obtenidos por proceso de presión de selección de tres insecticidas aplicados durante varias generaciones de mosca del mediterráneo en laboratorio .....	42
8	Comparación de las pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) de diferentes generaciones obtenidas en laboratorio, por proceso de presión de selección de tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo .....	46
9	Dosis Letal Media (DL50), Pendiente de la Curva dosis-mortalidad (S) y Límites Confidenciales de tres insecticidas en mosca de campo .....	48



Cuadro N <sup>o</sup>		<u>Página</u>
10	Comparación de los valores de DL50 de tres insecticidas en adultos de mosca del Mediterráneo tomados del campo y del laboratorio .....	49
11	Prueba de paralelismo: comparación de la pendiente dosis-mortalidad (S) de tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio .....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura N <sup>o</sup>		<u>Página</u>
1	Curva de DL50 para lebaycid a través de 8 generaciones sucesivas en mosca de laboratorio ...	43
2	Curva de DL50 para dieldrín a través de 7 generaciones sucesivas en mosca de laboratorio ....	44
3	Curva de DL50 para malathion a través de 7 generaciones sucesivas en mosca de laboratorio ....	45

## 1. INTRODUCCION

La mosca del Mediterráneo, Ceratitis capitata (Wied.) se considera como una de las plagas de mayor importancia económica en cítricos y en un gran número de otras especies frutales de clima tropical y subtropical de diversos lugares del mundo (37).

En países del Mediterráneo causa a menudo grandes pérdidas. En Grecia en 1948, por ejemplo, el daño ocasionado a los cítricos llega a un 50 por ciento. Las pérdidas son mayores en los frutales de verano que en los de invierno.

En muchas áreas de Africa y Sudamérica la producción comercial de frutas se ha vuelto muy difícil y a veces casi imposible a causa de este insecto. En Brasil esta mosca ataca con frecuencia naranjas, café y otras plantas, cultivadas y silvestres. En Cerdeña en 1950, se perdió por lo menos un 80 por ciento de la producción de melocotones, resultando también seriamente dañada la producción de naranjas, peras y manzanas (8).

El daño causado por la mosca resulta del hábito de la hembra de depositar los huevos en las frutas hospederas maduras, perforando el pericarpio o corteza con su ovipositor en forma de aguja hipodérmica (7).

La utilización de insecticidas en el control de la mosca del mediterráneo data de muchos años, y posiblemente se mantendrá en vigencia mientras los métodos biológicos y el uso de la radiación gama no alcancen el perfeccionamiento y la eficacia deseables.

Los insecticidas empleados comúnmente en el combate de Ceratitis capitata son: malathion, dipterex, lebaycid, rogor y diazinón. Todos ellos se mezclan con un atrayente y se aplican en aspersiones al

follaje, o bien utilizando trampas adecuadas. Otros, como el dieldrín granular, se aplican al suelo debajo de los árboles infestados, para controlar las larvas próximas a pupar (42).

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica, de diciembre de 1963 a diciembre de 1964 y los siguientes fueron sus objetivos principales:

1. Determinar la toxicidad de varios insecticidas de uso corriente o potencial en el control de adultos de mosca del mediterráneo.
2. Estudiar el desarrollo de resistencia a tres insecticidas (lebaycid, dieldrín y malathion) en la mosca del mediterráneo, y
3. Hacer un estudio comparativo de susceptibilidad a los tres insecticidas mencionados en el numeral 2 en adultos de mosca del mediterráneo, silvestre y de laboratorio.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Importancia económica

La importancia económica de la mosca C. capitata (Wied.), radica en su extraordinaria capacidad invasora, en el gran número de especies hospederas, en las pérdidas por causa de la caída de las frutas y por la desvalorización de los frutos con lesiones. Hay que agregar también los gastos más altos de su complejo y laborioso control.

Los mercados de países extranjeros adoptan medidas de cuarentena para las frutas procedentes de áreas infestadas, dando lugar a gastos extras que elevan los costos de producción y determina una competencia mundial de precios muy desfavorable (36).

En 1929 apareció la mosca C. capitata en el Estado de Florida, E. U., y se necesitaron siete millones de dólares para su erradicación (7, 36).

En los años de 1956, 1962 y 1963 se produjeron nuevas infestaciones en 28 condados de Florida, cuya erradicación costó diez millones de dólares (32, 36).

Machado (28) indica que en 1959 en el valle de Huánuco, Perú, los nísperos (Eriobotrya japonica Ldl), las guayabas (Psidium guajaba L.) y las chirimoyas (Anona cherimolia Mil.) fueron infestadas en un 100 por ciento, provocando la pérdida total de las frutas.

Orihuela (37) menciona que los daños que ocasiona la C. capitata, especialmente en la citricultura, son tan grandes, que se pueden considerar como una verdadera calamidad nacional y añade que su aparición en Ocumare de la Costa y en Juanito, Venezuela, ocurrió en los

años de 1931-1932.

Según Van Dintner (48) la mosca mediterránea de la fruta, C. capitata (Wied.), es una plaga muy generalizada y una de las plagas más serias de las frutas en muchos países tropicales y subtropicales, en los que ocasiona grandes pérdidas económicas, tanto por el daño inferido en las frutas como por el costo que significa su control.

## 2.2. Métodos corrientes de control

Los graves daños ocasionados por la mosca del mediterráneo C. capitata (Wied.) en un gran número de especies frutales en todo el mundo, han hecho que se adopten medidas de control, con el propósito de detener su infestación en unos casos, o de erradicación completa en otros.

Desde hace muchos años los métodos comúnmente usados para el control de la mosca han sido más o menos los mismos, con ligeras variantes en cuanto al tipo de atrayentes, de insecticidas y de trampas utilizadas.

Gamero de la Torre (22) menciona que la utilización de cebos o sustancias atractivas en combinación con insecticidas permite incrementar la efectividad de estos últimos, debido a que hay un mejor aprovechamiento del insecticida por el insecto. Los atrayentes que más se han utilizado son: levadura, malta, vinagre, aceites esenciales, azúcar, melaza de caña, etc.

En Hawaii, en las campañas de 1954-1955, se empleó proteína hidrolizada como sustancia atractiva en el control de la mosca del mediterráneo, de la mosca oriental de la fruta y de la mosca del melón.

Para una área de 4047 m<sup>2</sup> (un acre) y una aplicación por semana la fórmula empleada fue la siguiente:

Malathion 25% W.P	2 libras
Proteína hidrolizada	1/2 libra
Agua	5-150 galones

En Florida para la campaña de erradicación de la mosca mediterránea de la fruta en 1956, se empleó como substancia atractiva proteína hidrolizada de maíz, la cual fue tan efectiva como otras de costo más elevado (Staley's Protein Insecticides Baits N. 2 y N. 7). La dosis empleada por hectárea, en pulverizaciones con avión o con equipo terrestre, fue la siguiente:

Malathion 25% W.P	4,5 libras
Proteína hidrolizada	3-6 libras
Agua	2,5 galones o más

Las aplicaciones se efectuaron de acuerdo con las características del huerto y distribuyendo las líneas de árboles tratados a un máximo de 500 m (se estima un poder de atracción hasta de 1 km.). Considerando que el poder residual del insecticida es de 7 días, las aplicaciones se repetían cada ocho o diez días. A este intervalo y con cinco o seis aplicaciones se puede controlar bien una infestación de mediana intensidad.

Gamero de la Torre (22) anota que para el control de la mosca mediterránea en citrus en el valle de Huánuco, Perú, se utilizaron mezclas de insecticidas y substancia atractiva, aplicadas a intervalos de 20 días en las siguientes dosis por hectárea:

Dipterex E.50%	10 cc
Melaza	5 litros
Levadura	1 libra
Agua	50 galones

Orihuela (37) opina que con C. capitata el control químico ha dado mejores resultados que otros métodos, por cuanto es eficaz, no afecta al control biológico y es económico. Añade que una de las fórmulas más recomendables es la siguiente:

Dipterex 80% P.M	100 g
Melaza	3 litros
Levadura seca Freshman	250 g
Agua	100 litros

Las aplicaciones pueden repetirse cada ocho o diez días hasta que los contajes indiquen disminución de los daños.

Shedley (42) informa que solo a partir de la producción de químicos ha sido posible un control satisfactorio de la mosca del mediterráneo en frutas de hueso y peras en el oeste de Australia. Añade que primero se usaron cebos de malathion y proteína, más tarde se utilizó dipterex y hace pocos años rogor y legaycid, en las siguientes fórmulas:

1. Malathion 25% P.M	1 onza
Proteína h.	1/2 a 1 onza
Agua	1 galón
2. Lebaycid	1 onza
Agua	8 galones

3.	Dipterex 80% P.M	1 onza
	Agua	6 galones
4.	Rogor	1 onza
	Agua	6 1/4 galones

Myburgh (34), opina que el Lebaycid es particularmente eficaz en pulverizaciones contra las moscas de la fruta C. capitata y Pterandrus rosa, sobre todo para la protección de las frutas, a las que se aplicó DDT sin buenos resultados. Añade también que Lebaycid es muy eficaz para la destrucción de larvas de las moscas en el interior de la fruta. Su acción dura cuatro semanas después de su aplicación y las larvas provenientes de huevos depositados después de dos semanas de la primera aplicación son perfectamente controladas.

Las experiencias realizadas muestran que aplicaciones de Lebaycid de 0,05 y 0,025% ofrecen una protección mucho más eficaz que la del DDT al 0,1%.

### 2.3. Desarrollo de resistencia

#### 2.3.1. Historia

La resistencia de los insectos a los insecticidas constituye una de las limitaciones del control químico de los insectos, el cual a pesar del progreso de otras ramas de investigación sobre el combate de los mismos, es el medio más importante y más empleado en el mundo.

El primero en señalar la posibilidad de existencia de diferentes grados de susceptibilidad a los insecticidas entre insectos de una misma especie, fue J. B. Smith en 1897; este investigador mencionó variaciones en los resultados en el control de Aspidictus perniciosus



Comstock, o escama de San José.

La primera demostración evidente de la existencia de cepas de insectos resistentes, la tuvo Qualy en 1916, en relación con la resistencia de la queresá *Aonidiella aurantii* (Mask) al fumigante ácido cianhídrico. Posteriormente se han presentado numerosos ejemplos continuamente.

En 1939 se descubrió el DDT, y su empleo en gran escala en 1946, así como el de insecticidas afines a base de cloro, marcaron un ritmo más rápido en la presentación de fenómenos de resistencia; las moscas domésticas desarrollaron resistencia no sólo al DDT, sino también a BHC, Lindano, Clordano, Dieldrín, Piretrinas, Paraoxón y Dilán (6).

Brown (10) señala que apenas una década después de la introducción de potentes insecticidas sintéticos en los programas de sanidad, el problema técnico principal ha sido el desarrollo de resistencia de los insectos a los insecticidas.

Gunther y Jeppson (23), al referirse al fenómeno de resistencia de los insectos a los insecticidas, mencionan que el primer informe de este suceso se conoció en 1908, después de que la escama de San José (en manzanas) mostró resistencia a la lechada de cal-azufre. Años más tarde el incremento de especies resistentes fue notable, hasta que se conoció que la mosca doméstica y mosquitos tenían la habilidad de desarrollar resistencia. Según estos autores las moscas y mosquitos adquirieron resistencia de la noche a la mañana y todos los investigadores en este campo reconocieron que muchos, por no decir casi todos los insectos, pueden adquirir resistencia a los agentes químicos.

Brown (12) expresa que la resistencia al DDT de las moscas domés ticas se conoce desde hace 21 años y que fue descubierta primero en el norte de Suecia y luego se conoció por el primer informe de Wilson y Ghan, el cual indica que una raza resistente al DDT se produjo por selección en el laboratorio de Orlando. A pesar de que la resistencia de la escama de San José a la cal-azufre fue detectada por Melander en Washington hace 60 años, el problema de la resistencia que nosotros conocemos vino al escenario con los insecticidas orgánicos residuales en 1946.

Antes del año 1946 la experiencia con respecto al problema estuvo limitada a diez especies: resistencia al Cianuro de Hidrógeno en tres insectos escamas, a Arseniatos en dos especies de garrapatas del ganado, en dos especies de orugas del manzano y una especie del barrenador de las ramas tiernas del durazno, y al Tártaro Emético en dos especies de thrips. Hasta 1967 se sabía de resistencia desarrollada en 224 especies de insectos y ácaros. De éstas, 97 son de salud pública o de importancia veterinaria y 127 atacan a los cultivos, a pro ductos forestales o a productos almacenados.

### 2.3.2. Qué es la resistencia?

Para el hombre práctico del campo, "resistencia significa que los insectos no se controlan actualmente con los mismos métodos y materiales que se usaron previamente". Para el Entomólogo investigador, "resistencia es la habilidad para resistir un insecticida, adquirida por mutación de los individuos que sobrevivieron a un tóxico particular e insuficiente para exterminar la colonia". Esto quiere decir

que el insecto tiene habilidad para sobrevivir y prosperar en presencia de agentes químicos que antes lo mataban (23).

El comité experto en insecticidas de la Organización Mundial de la Salud (WHO) en 1957, modificó la definición de la manera siguiente: "resistencia a insecticidas es el desarrollo de habilidad por parte de una raza de insectos para tolerar dosis de tóxicos que serían letales a la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie" (10).

El grado de resistencia resultante de una serie consecutiva de tratamientos se evalúa corrientemente, por medio de la comparación de gráficos de valores de las dosis de mortalidad de una muestra representativa de poblaciones sobrevivientes a tratamientos, con aquellos de poblaciones que jamás recibieron tratamientos químicos de control (23).

### 2.3.3. Velocidad del desarrollo de resistencia

La velocidad con que una población de insectos desarrolla resistencia por selección, ordinariamente depende del grado de variación o grado de alteración hereditario en la colonia y de la selección intensiva, resultante de altas dosis y frecuencia de aplicaciones. La relación cuantitativa entre la intensidad de selección y la velocidad de progreso es compleja y depende del número de genes relacionados, ou carácter dominante, efecto del medio ambiente, efectos neutralizantes de la selección natural y otros factores similares, pero de manera general mientras más intensa es la selección y menores los factores relacionados, la resistencia se desarrollará más rápidamente.

Generalmente la velocidad del desarrollo de resistencia es inicialmente baja, pero se acelera rápidamente y parece que finalmente alcanza un límite, el cual varía con los insecticidas individuales (23).

Decker y Bruce, citados por Gunther y Jeppson (23) indican que la resistencia no se desarrolla a igual velocidad para todos los agentes químicos. Una raza susceptible de mosca casera seleccionada en el laboratorio durante 30 generaciones con mezclas de piretrinas y butóxido de piperonil, mostró una resistencia cerca de 20 veces mayor que la primera generación, mientras que por más de 40 generaciones de selección con para-oxón, mostró una resistencia de únicamente 11 veces a este insecticida, y 55 generaciones seleccionadas con parathion produjeron una resistencia únicamente siete veces mayor. Añade además que la velocidad a la cual se desarrolla la resistencia varía no sólo con el agente químico, sino también con las especies de insectos.

Crow (15) señaló en 1957 que la resistencia aumenta primero muy lentamente y luego rápidamente, sólo por razones genéticas, ya que en cada generación la frecuencia de los genes de resistencia es mayor.

Bruce, citado por Beingolea (6), informó en 1952 que una raza de moscas domésticas que en noviembre de 1949 había mostrado una triplicación de su tolerancia al dieldrín, en julio de 1950 había aumentado ésta en 2.000 veces.

#### 2.3.4. Factores que influyen

Debido a la complejidad del fenómeno de desarrollo de resistencia de los insectos a los agentes químicos de control, los investigadores aún no se han puesto de acuerdo en determinar de manera clara

los factores que influyen en ese fenómeno.

Muchos autores de trabajos relacionados con este tema, mencionan como posibles, factores genéticos, bioquímicos, mecánicos, etc.

a. Factores Genéticos

Según Hoskins y Gordon (24) la base genética de la resistencia a los insecticidas ha recibido atención desde los primeros casos en que larvas de mariposas demostraron resistencia al arseniato de plomo, y la escama roja al Cianuro de hidrógeno.

Se ha encontrado que los insecticidas no son agentes mutagénicos, por lo tanto los cambios que sufre una población bajo una exposición, deben resultar de mutaciones causadas por otras razones, más probablemente de la propagación de caracteres genéticos ya presentes en una pequeña parte de la población original. La selección dentro de un grupo limitado, revelará únicamente la resistencia que existía potencialmente en ese grupo, la cual puede ser muy diferente de la de otro grupo de la misma especie.

Crow (15) en 1957 dice que niveles altos de resistencia por lo general ocurren sólo cuando hay una exposición sucesiva a materiales tóxicos; esto indica que el insecticida juega un papel en el desarrollo de resistencia en cualquiera de estas dos formas: 1) La resistencia es de tipo fisiológico y no depende de la constitución genética, siendo inducida directamente por el agente químico y 2) Diferencias genéticas en la resistencia están presentes actualmente en la población de insectos y el agente químico actúa como seleccionador favoreciendo los genotipos resistentes.

Otro aspecto por aclarar es si la resistencia es el resultado de una mutación simple o si intervienen varios genes en una mutación de tipo poligénico. Varios insectos han sido estudiados con suficiente detalle, pero los datos obtenidos con mosca drosóphila no son consistentes con la idea de que sea una sola región del cromosoma la que contribuya a determinar la resistencia, y aparentemente todos los cromosomas intervienen en el problema de resistencia. Es probable que en cada cromosoma haya varios genes de resistencia.

Merrill y Underhill, citados por Beingolea (6), indican que la adquisición de resistencia a los insecticidas por parte de los insectos descansan en el fenómeno de la variabilidad natural, por el cual los individuos de una población cualquiera difieren genotípicamente; por esta razón ningún agente químico actuará uniformemente sobre todos los individuos de una población, ni el promedio de su acción será igual en dos poblaciones diferentes. De acuerdo con estos investigadores el fenómeno de variabilidad ofrece el material necesario para la selección que se efectúa por la introducción del nuevo agente selectivo, el insecticida. Este elimina a los individuos más susceptibles y deja sólo los resistentes que pasarán a dominar la descendencia, ya que si una población tiene cierto potencial de variabilidad genética, la selección por resistencia al insecticida dará lugar a tipos cada vez más resistentes. Según ellos, la variabilidad genética no ha de ser de cualquier clase de genes, sino de los genes que confieren la resistencia.

Según Harrison et al., citados por Beingolea (6), pese a que los primeros estudios realizados con mosca doméstica señalan factores

poligénicos, los nuevos trabajos desautorizan tal versión, ya que muchos ejemplos muestran que un alto nivel de resistencia puede deberse a un solo factor.

Bulsvine y Khan, citados por Beingolea (6), informaron también en 1957 de casos en los cuales no hubo evidencia de un solo factor.

Según Brown (10) en 1958 se ha demostrado que el tipo específico de resistencia en mosca doméstica depende de un solo gene, y evidentemente así es también la resistencia al DDT del Aedes aegypti y Aedes sudaicus. El factor genético para la resistencia al DDT en la mosca doméstica no está ligado al sexo. Los resultados de cruces recíprocos han sido comprobados en varios estudios llevados a cabo en razas de Illinois, Italia y Dinamarca; para la raza Tompkins de New York y la raza Bellflower de California, se ha informado que las características maternas conducen a una mayor resistencia en la descendencia de cualquier sexo, cuando ésta es transmitida por la madre.

Brown (12) en 1967 informa que estudios genéticos de resistencia a diferentes tipos de insecticidas han demostrado que en casi todos ellos, ésta depende principalmente de un solo gene. Estos estudios revelaron resistencia al DDT en 13 especies, al dieldrín en 19 especies, y a compuestos orgánicos fosforados (OP) en seis especies.

El gene de la resistencia a compuestos orgánicos fosforados siempre mostró ser dominante, lo mismo que el de la resistencia a carbamatos. El de la resistencia al DDT siempre mostró ser recesivo, excepto en la mosca doméstica, y el de la resistencia al dieldrín casi siempre fue intermedio.

b. Factores Bioquímicos

Hoskins y Gordon (24) señalan que los mecanismos de resistencia pueden ser primariamente bioquímicos. Los insecticidas matan al interferir algún mecanismo sensitivo esencial a la vida (SM). El SM puede ser una enzima o un sistema de multienzimas o una membrana lipoproteica relativamente simple o muy compleja. La acción del insecticida sobre el SM puede combatirse de dos maneras: 1) Agregando un mecanismo protector (PM), el cual de algún modo previene la inter-acción del insecticida con el SM, o 2) Cambiando o reponiendo el SM con algún mecanismo insensitivo (IM) no afectado por el insecticida.

Gunther y Jeppson (23) indican que se han realizado progresos significativos en el conocimiento del comportamiento, causas y naturaleza de la resistencia mediante el estudio de sistemas bioquímicos.

Trabajos extensivos llevados a cabo por varios grupos de investigadores sobre la acción del DDT en moscas domésticas, han indicado que las moscas resistentes son capaces de metabolizar este compuesto a uno de toxicidad más baja como el DDT-etilo. Esta reducción de la toxicidad tiene lugar en los tejidos cuticulares externos del insecto cuyo mecanismo no es conocido, o también se efectúa dentro del cuerpo del insecto por la actividad de una enzima específica denominada dehidroclorinasa.

Según Crow (15) en mosca drosophila varias pruebas demuestran que la resistencia no obedece a la presencia de enzimas dehidroclorantes como en el caso de la mosca casera, y el nivel de resistencia no alcanza los valores que tiene en esta mosca.

Wiesmann y Reiff, citados por Gunther y Jeppson (23), 1956,



anotan que también se ha estudiado la función de los lípidos en la resistencia de los insectos a los insecticidas y que se ha demostrado que moscas domésticas resistentes tienen un contenido mayor de grasa que las susceptibles; esta grasa no se localiza únicamente en una parte del cuerpo, sino también en el tarso, en la cubierta externa y en algunos centros nerviosos. Estos investigadores consideran la absorción retardada y el almacenamiento del DDT en la grasa, de mucho más importancia que la detoxificación enzimática, como causa de la resistencia. Pero Metcalf en 1956 indicó también la posibilidad de resistencia polivalente, como resultado de la absorción retardada, almacenamiento y detoxificación, y sugirió que la condición resistente se intensifica con cada selección para nuevos insecticidas.

Kearns, citado por Brown (10) expresó en 1955 que la resistencia al DDT y análogos, es casi específica y segura en mosca doméstica y la deriva de la habilidad de detoxificar el insecticida por dehidroclorinación. En esto sólo una enzima, la DDT-dehidroclorinasa, puede ser el factor responsable. Un mecanismo similar se ha observado en Aedes aegypti y A. sudaicus.

Poco se conoce del mecanismo fisiológico en la resistencia a los policlorinados aromáticos, pero en Drosophila melanogaster la tolerancia al DDT también incluye tolerancia al BHC y otros hidrocarburos clorinados.

#### c. Factores Mecánicos

Según Gunther y Jeppson (23) las poblaciones de insectos pueden aumentar su habilidad de tolerar sustancias químicas mejorando

su nutrición, aumentando de peso o con cualquier otro factor de los asociados comúnmente con lo que se llama aumento de vigor.

Una línea derivada únicamente de aquellos individuos que sobrevivieron a exposiciones de temperaturas externas, a falta de humedad, a alimentación anormal o a un agente químico tóxico, tendrá una habilidad alterada para resistir o tolerar muchos tipos de condiciones adversas, inclusive la presencia de insecticidas. A este cambio derivado de la tolerancia normal se le ha llamado tolerancia del vigor y puede aumentar o disminuir la tolerancia normal.

En varios casos el efecto total puede ser la suma de la tolerancia del vigor más la resistencia verdadera, pero en especies altamente resistentes el efecto del vigor parece ser una pequeña parte del efecto total.

### 2.3.5. Perspectivas

Gunther y Jeppson (23) opinan que de acuerdo con los criterios expuestos por numerosos investigadores respecto del problema de desarrollo de resistencia, el futuro de los agentes químicos de control parece bastante incierto. El desarrollo de nuevas resistencias entre los insectos va aumentando con mayor velocidad que el desarrollo de sustancias químicas. Según estos autores el control por medio de insecticidas puede mantener su efectividad: 1) Si se descubren nuevos tipos de sustancias, las cuales deberán reaccionar y comportarse en sistemas fisiológicos enteramente diferentes y a las cuales el insecto no puede adaptarse fácilmente; y 2) Con un mejor conocimiento de los mecanismos de resistencia, de manera que puedan prepararse subs-

tancias químicas especiales para circunscribir los senderos de la resistencia.

Beingolea (6) indica que las soluciones posibles al fenómeno de resistencia serían: 1) Empleo de sustancias sinérgicas, con el objeto de llevar la selección por resistencia más allá de los límites que se consigue con el uso de insecticidas solos; 2) Reemplazo de un insecticida por otro utilizando especialmente un insecticida nuevo y sin afinidad química con aquel que es sustituido; y 3) Selección de insectos benéficos por resistencia a insecticidas. Este método está en desarrollo incipiente, sin embargo Pielou en 1950 consiguió seleccionar el braconido Macrocentrus ancyllivorus Rohw. por tolerancia al DDT.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Técnica de crianza de mosca del mediterráneo en laboratorio

La técnica utilizada en el presente trabajo para la crianza de C. capitata (Wied.) es la que comúnmente emplea el laboratorio de Entomología del Programa de Energía Nuclear del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica y que se describe a continuación:

##### 3.1.1. Obtención de huevos

Los huevos de mosca del mediterráneo se obtuvieron de hembras con una edad promedio de cuatro a cinco días, criadas en jaulas de madera de 30 centímetros de largo, 30 de ancho y 30 de alto, cubiertas con cedazo metálico de 14 mallas por pulgada lineal. La oviposición se logró mediante el empleo de frascos o limones plásticos perforados y humedecidos. A las 24 horas se retiraron estos recipientes, lavándose con agua y midiéndose la cantidad de huevos en una pipeta graduada colocada al extremo de un embudo, quedando el lado libre cubierto con una tela de nylon que permitía la acumulación de los huevos y la eliminación del agua. El número de huevos fue medido a razón de 3.000 huevos por cada 0,1 mililitro.

##### 3.1.2. Crianza de larvas

La dieta usada para la crianza de las larvas consistió de:

Polvo de zanahoria	100 g
Levadura de cerveza tipo 300-B	25 g

Benzoato de sodio	1-2 g
Acido clorhídrico concentrado	4-6 ml
Agua	500-600 ml

La preparación se hizo en bandejas plásticas, mezclándose en primer lugar el agua con el ácido clorhídrico; posteriormente se agregó el benzoato de sodio y a continuación se añadió el polvo de zanahoria y la levadura, batiéndose hasta obtener un compuesto homogéneo. En cada litro de dieta se colocó una muestra compuesta por 9.000 huevos ovipositados en un lapso de 24 horas. Las larvas eclosionaron a las 48 horas, permaneciendo en el medio nutritivo durante los siete y ocho días ( $25 \pm 4^{\circ}\text{C}$  de temperatura) en que completaron su desarrollo.

### 3.1.3. Obtención de pupas

Al indicar las larvas, con sus saltos característicos, que habían logrado su pleno desarrollo, se colocaron las bandejas que las contenían un poco inclinadas sobre cajones de arena con el objeto de que saltaran y empuparan en ellos. Después de 24 horas se tamizó la arena, obteniéndose en esta forma pupas de edad uniforme, las que se colocaron en recipientes con tapa de cedazo para proporcionarles suficiente aeración.

### 3.1.4. Obtención de moscas adultas

La duración del estado pupal fue de ocho a nueve días, a una temperatura promedio de  $25^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa del 70%, al término de los cuales se colocaron de 1.000 a 1.500 pupas por cada jaula de crianza para obtener las moscas adultas. El alimento suministrado a estas

últimas fue preparado en base a la siguiente fórmula:

Proteína hidrolizada tipo M	100 g
Cristales de jugo de naranja	200 g
Azúcar pulverizado	400 g

Además se les proveyó de agua mediante una mecha de algodón sumergido en un frasco erlenmeyer de 50 ml.

### 3.2. Determinación de la toxicidad de algunos insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

Con el objeto de probar la toxicidad de algunos insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo se escogieron los siguientes diez productos, tomando en consideración que casi todos ellos se usan corrientemente para el combate químico de diferentes dípteros y que además son fácilmente asequibles en el mercado:

Metil-parathion (O-dimetil-O-P-nitrofenilfosforotioato)

Phosdrín (dimetil -1-carbometoxi-1-propen-2-il fosfato)

Parathion (O-O-diethyl-O-P-nitrofenil fosforotioato)

Lebaycid (O,O-dimetil-O-4 (metilmercapto)-3-metilfeniltiofosfato)

Dieldrín (1, 2, 3, 4, 10, 10-hexacloruro-exo-6, 7 eposi-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octahidro-1,4-endo, exo-4, 8-dimetanonaftalenc)

Malathion (O,O-dimetil S-(1, 2-dicarbotoxietil) fosforoditioato)

Trithion (S-(clorofeniltiometil)-O-diethylfosforotioato)

Ethion (O,O,O<sup>1</sup>,O<sup>1</sup>-tetraetil S,S<sup>1</sup> metilenbisfosforoditioato)

Dipterex (O,O-dimetil (1-hidroxi-2, 2, 2-tricloroetil) fosfonato y

Formothion (O,O-dimetil-S-(N-metil-N-formil-carbamoilmetil)ditiofosfato).

Las poblaciones utilizadas en el estudio variaron entre 420 y 480 moscas, siendo la edad de las mismas de dos a tres días, con peso y sexo determinados. El peso promedio de las moscas hembras y machos se obtuvo en base al peso de 50 individuos de cada sexo. Para facilitar el manipuleo durante la determinación del sexo y la aplicación de las soluciones de insecticidas, se durmieron momentaneamente las moscas mediante aplicación de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Todos los experimentos se realizaron en condiciones de laboratorio (25 ± 4°C de temperatura y 70 ± 20% de humedad relativa).

Todas las moscas fueron tratadas individualmente con un microlitro de solución de insecticida en acetona, probándose un total de 6 a 7 concentraciones diferentes, cuyo rango varió de acuerdo con el producto químico. La aplicación se efectuó en el dorso del torax del insecto (33), mediante una jeringuilla micrométrica calibrada, marca Angla. Tanto en la preparación como en la aplicación de soluciones se usaron guantes de cirugía y mascarilla como medidas preventivas.

Las moscas tratadas se colocaron en frascos de cristal de boca ancha de 250 a 500 mililitros con tapas de cedazo metálico para proporcionar suficiente circulación de aire. Sobre las tapas se pusieron pedazos de algodón humedecidos en solución azucarada, para que las moscas sobrevivientes se alimentaran y se proveyeran de agua. Los datos de mortalidad se tomaron 24, 48 y 72 horas después de la aplicación de los insecticidas. Para los porcentajes promedios se utilizaron solamente los datos de mortalidad a las 24 horas, ya que los valores a las 48 y 72 horas eran muy similares a los anteriores.

Empleando el método de Litchfield y Wilcoxon (27) se construye-

ron las curvas dosis-mortalidad, determinándose con base en éllas las DL50 (Cantidad necesaria de un veneno o insecticida para matar el 50 por ciento de una población tratada) y las pendientes de las curvas; por la prueba de razón de potencia se estableció la diferencia significativa entre las DL50 de los distintos insecticidas probados y además se hizo la prueba de paralelismo en base a las pendientes. El diseño experimental usado fue irrestrictamente aleatorio con siete a ocho tratamientos, repetidos seis veces, constando cada repetición de cinco machos y cinco hembras.

### 3.3. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

En este experimento se trató de desarrollar resistencia contra los insecticidas lebaycid, dieldrín y malathion que son los productos más usados actualmente para el combate de la mosca. Las poblaciones utilizadas variaron entre 400 y 1.500 moscas de dos a tres días de emergidas. Las dosis empleadas fueron de 0,006  $\mu$ g 0,012  $\mu$ g y 0,015  $\mu$ g (microgramo) por mosca, de lebaycid, dieldrín y malathion respectivamente, que corresponden a una presión promedio de selección de DL40. Las aplicaciones se efectuaron a las distintas generaciones criadas, empleando la técnica descrita en el ensayo anterior. La información se tomó en forma similar a como se hizo en el experimento anteriormente citado. Las moscas sobrevivientes se mantuvieron en la misma jaula con el objeto de obtener la siguiente generación, a la que se aplicó de nuevo igual presión de selección y así se continuó durante ocho o nueve generaciones.



A partir de las respectivas segundas generaciones, se tomó además una muestra de moscas a las que se aplicaron soluciones en acetona de cada uno de los tres insecticidas usados, con el objeto de determinar en cada generación, las variaciones en cuanto a susceptibilidad mediante la determinación de la curva dosis-mortalidad. En el caso del lebaycid se emplearon soluciones de siete concentraciones diferentes, con un rango entre 0,006  $\mu\text{g}$  y 0,025  $\mu\text{g}$  por mosca, el dieldrín también se usó en siete concentraciones diferentes con rango de entre 0,012  $\mu\text{g}$  y 0,065  $\mu\text{g}$  por mosca y el malathion sólo se aplicó en seis concentraciones con un rango entre 0,015  $\mu\text{g}$  y 0,090  $\mu\text{g}$  por mosca. Los datos de mortalidad se tomaron 24, 48 y 72 horas después de las aplicaciones de los insecticidas. Los cálculos de la línea dosis-mortalidad, las pendientes (S) y las comparaciones de susceptibilidad se hicieron también por el método de Litchfield y Wilcoxon y además se construyeron las curvas Generaciones-DL50 ajustando los valores de las respectivas DL50 con el peso promedio de las moscas en cada generación, mediante ecuación polinomial de segundo grado.

El diseño experimental fue, como en el caso anterior, irrestrictamente aleatorio con siete a ocho tratamientos, cada uno de ellos repetidos cinco veces, constando cada repetición de cinco machos y cinco hembras.

#### 3.4. Comparación de la susceptibilidad a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio

El estudio de susceptibilidad de moscas silvestres se efectuó con poblaciones de 350 a 450 moscas obtenidas en el campo en frutos

de almendros (Terminalia catapa) infestados por Ceratitis capitata. Se aplicaron soluciones de los insecticidas lebaycid, dieldrin y malathion sobre las moscas de dos a tres días de emergidas, de peso y sexo determinados, utilizando iguales concentraciones que en el experimento de toxicidad (Sección 3.2). La técnica empleada y la toma de datos fueron similares a los experimentos anteriores. La curva dosis-mortalidad, el cálculo de las pendientes (S) y las comparaciones de susceptibilidad se hicieron por el método de Litchfield y Wilcoxon.

El diseño experimental fue asimismo irrestrictamente aleatorio con siete a ocho tratamientos cada uno repetido cinco veces, constando cada repetición de cinco machos y cinco hembras.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. Determinación de la toxicidad de algunos insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

Los resultados del porcentaje de mortalidad de machos y hembras de mosca del mediterráneo, tratados con diferentes dosis de metil-parathion, phosdrín, parathion, lebaycid, dieldrín, malathion, tri-thion, ethion, dipterex y formothion, aparecen consignados en los cuadros 1 al 10 del apéndice. Estos resultados se calcularon con base en la mortalidad observada 24 horas después de la aplicación de los distintos insecticidas. En todos los casos el porcentaje de mortalidad de los machos fue superior al de las hembras.

En el cuadro 1 se presentan los resultados de la efectividad de los diez insecticidas antes citados, expresados en términos de DL50 y de pendiente de la curva dosis-mortalidad (S), con sus respectivas regiones de confianza a nivel de 95 por ciento. Se incluye información separada para machos y para hembras, así como para el promedio de ambos sexos.

La comparación de la toxicidad de cada insecticida con los nueve restantes puede observarse en el cuadro 2, en donde los insecticidas están ordenados de acuerdo con sus respectivas toxicidades. Dicha comparación se hizo por el método de razón de potencia de Litchfield y Wilcoxon (27). Los resultados indican que el metil-parathion es el más tóxico, con un DL50 de 0,0080  $\mu$ g por mosca, presentando diferencias estadísticamente significativas con los restantes insecticidas, excepto con el phosdrín. A su vez éste no presenta diferencias

Cuadro 1. Dosis Letal Media (DL50), Pendiente de la curva dosis-mortalidad (S) y Límites

Confidenciales de 10 insecticidas en mosca de laboratorio.

Insecti- cida	Sexo de moscas	Peso pro- medio mos- cas en g.	24-horas DL50 µg/ mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Do- sis mortali- dad (S)	Región de con- fianza para (S) nivel de 95%
TRITHION 95% E.C.	Machos	0,0058	0,0285	0,0230 < DL50 < 0,0340	2,165	1,54 < S < 3,02
	Hembras	0,0072	0,0425	0,0370 < DL50 < 0,0480	1,765	1,47 < S < 2,09
	Mach. + Hemb.	0,0065	0,0360	0,0290 < DL50 < 0,0390	1,822	1,61 < S < 2,05
ETHION 95% E.C.	Machos	0,0068	0,0325	0,0280 < DL50 < 0,0370	1,700	1,39 < S < 2,05
	Hembras	0,0080	0,0435	0,0380 < DL50 < 0,0480	1,580	1,38 < S < 1,80
	Mach. + Hemb.	0,0074	0,0375	0,0340 < DL50 < 0,0400	1,640	1,47 < S < 1,82
PHOSDRIN 60% E.C.	Machos	0,0066	0,0046	0,0037 < DL50 < 0,0056	2,000	1,50 < S < 2,66
	Hembras	0,0072	0,0140	0,0110 < DL50 < 0,0160	2,000	1,62 < S < 2,46
	Mach. + Hemb.	0,0069	0,0082	0,0071 < DL50 < 0,0094	2,420	1,98 < S < 2,95
PARATHION 99% E.C.	Machos	0,0068	0,0082	0,0073 < DL50 < 0,0091	1,570	1,35 < S < 1,82
	Hembras	0,0076	0,0105	0,0090 < DL50 < 0,0110	1,700	1,39 < S < 2,07
	Mach. + Hemb.	0,0072	0,0094	0,0086 < DL50 < 0,0102	1,670	1,47 < S < 1,88
DIELDRIN 85% P.M.	Machos	0,0066	0,0156	0,0130 < DL50 < 0,0180	1,810	1,44 < S < 2,26
	Hembras	0,0078	0,0280	0,0230 < DL50 < 0,0320	1,890	1,53 < S < 2,32
	Mach. + Hemb.	0,0072	0,0200	0,0180 < DL50 < 0,0220	1,910	1,63 < S < 2,23

Continuación Cuadro 1.

Insecti- cida	Sexo de moscas	Peso pro- medio mos- cas en g.	24-horas DL50 µg/ mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Do- sis mortali- dad (S)	Región de con- fianza para (S) nivel de 95%
MALATHION 95% E.C.	Machos	0,0079	0,0186	0,0150 < DL50 < 0,0220	2,000	1,51 ≤ S < 2,64
	Hembras	0,0086	0,0430	0,0290 < DL50 < 0,0500	1,750	1,48 ≤ S < 2,06
	Mach. + Hemb.	0,0082	0,0295	0,0250 < DL50 < 0,0340	2,200	1,78 ≤ S < 2,70
DIPTEREX 99% P. M.	Machos	0,0072	0,1150	0,0990 < DL50 < 0,1330	1,910	1,50 ≤ S < 2,42
	Hembras	0,0078	0,1620	0,1390 < DL50 < 0,1870	1,890	1,54 ≤ S < 2,30
	Mach. + Hemb.	0,0075	0,1380	0,1230 < DL50 < 0,1540	1,970	1,68 ≤ S < 2,30
LEBAYCID 50% E.C.	Machos	0,0069	0,0082	0,0071 < DL50 < 0,0093	1,700	1,43 ≤ S < 2,00
	Hembras	0,0079	0,0105	0,0092 < DL50 < 0,0118	1,640	1,41 ≤ S < 1,90
	Mach. + Hemb.	0,0074	0,0095	0,0084 < DL50 < 0,0106	1,910	1,63 ≤ S < 2,23
METHYL PARATHION 80% E.C.	Machos	0,0068	0,0076	0,0065 < DL50 < 0,0088	1,930	1,50 ≤ S < 2,47
	Hembras	0,0086	0,0094	0,0084 < DL50 < 0,0109	2,000	1,57 ≤ S < 2,54
	Mach. + Hemb.	0,0077	0,0080	0,0072 < DL50 < 0,0088	1,800	1,58 ≤ S < 2,05
FORMO- THON 97% E.C.	Machos	0,0068	0,1340	0,1150 < DL50 < 0,1540	1,790	1,44 ≤ S < 2,12
	Hembras	0,0076	0,1950	0,1710 < DL50 < 0,2220	1,950	1,56 ≤ S < 2,44
	Mach. + Hemb.	0,0072	0,1550	0,1390 < DL50 < 0,1720	1,880	1,50 ≤ S < 2,21

Cuadro 2. Comparación de toxicidad de 10 insecticidas por el método de razón de potencia en adultos de mosca del Mediterráneo.

DL50 µg/mosca	Valores de P.R. y F.P.R.									
	Feromothion	Dipterex	Ethion	Trithion	Malathion	Dieldrin	Lebaycid	Parathion	Phosdrin	Methyl Parathion
	0,1550	0,1380	0,0375	0,0360	0,0295	0,0200	0,0095	0,0094	0,0082	0,0080
Methyl Parathion 0,0080	19,38° (1,16)	17,25° (1,16)	4,69° (1,14)	4,50° (1,15)	3,69° (1,19)	2,50° (1,16)	1,19° (1,16)	1,18° (1,14)	1,02 (1,19)	
Phosdrin 0,0082	18,90° (1,19)	16,83° (1,19)	4,57° (1,17)	4,39° (1,18)	3,60° (1,22)	2,44° (1,19)	1,16 (1,19)	1,15 (1,17)		
Parathion 0,0094	16,49° (1,14)	14,68° (1,15)	3,99° (1,13)	3,83° (1,13)	3,14° (1,19)	2,13° (1,15)	1,01 (1,15)			
Lebaycid 0,0095	16,32° (1,16)	14,53° (1,17)	3,95° (1,15)	3,79° (1,15)	3,11° (1,20)	2,11° (1,17)				
Dieldrin 0,0200	7,75° (1,16)	6,90° (1,17)	1,88° (1,15)	1,80° (1,15)	1,48° (1,20)					
Malathion 0,0295	5,25° (1,19)	4,68° (1,20)	1,27° (1,19)	1,22° (1,19)						
Trithion 0,0360	4,31° (1,15)	3,83° (1,15)	1,04 (1,13)							
Ethion 0,0375	4,13° (1,14)	3,68° (1,15)								
Dipterex 0,1380	1,12 (1,16)									
Feromothion 0,1550										

\* Valores significativos a nivel del 95%.

( ) Valores FPR leídos en nomógrafa 4A en Litchfield y Wilcoxon (27).

estadísticas con parathion y lebaycid, pero sí con los otros. El dieldrín y el malathion son significativamente diferentes con respecto a los que están situados bajo cada uno de ellos en el cuadro 2. El trithion y el ethion no presentan diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con respecto a dipterex y formothion, los que a su vez tampoco presentan diferencias entre sí.

Los resultados de la prueba de paralelismo de la curva dosis-mortalidad (S), obtenidos por el método de razón de potencia antes citado (27) se indican en el cuadro 3, en donde los insecticidas aparecen ordenados de acuerdo con las pendientes (S) de la curva dosis-mortalidad. El phosdrín presenta diferencias significativas con ethion, parathion, metil-parathion y trithion, pero no con los cinco restantes. El malathion tiene diferencias con respecto a ethion y a parathion. En los casos restantes no hay diferencias estadísticas.

En el cuadro 4 se presentan los resultados comparativos de las toxicidades de los distintos insecticidas, en función de las respectivas DL50 calculadas en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso, tanto para machos como para hembras de mosca del mediterráneo. En todos los insecticidas la dosis letal media de la hembra fue mayor que en los machos; esta diferencia fue significativa en los casos de phosdrín, dieldrín, malathion, dipterex y formothion. Estudiando las pendientes de la curva dosis-mortalidad (S), se observa que no hay variaciones apreciables entre machos y hembras.



Cuadro 3. Prueba de paralelismo de línea dosis-mortalidad (S) de 10 insecticidas en adultos de mosca del Mediterráneo.

Pendiente dosis-mortalidad (S)	Valores de S.R y FSR									
	Ethion	Parathion	Methyl Parathion	Trithion	Formothion	Lebaycid	Dieldrin	Dipterex	Malathion	Phosdrin
2,42	1,64 (1,25)	1,67 (1,25)	1,80 (1,26)	1,82 (1,25)	1,88 (1,30)	1,91 (1,27)	1,91 (1,27)	1,97 (1,27)	2,20 (1,31)	2,42
2,20	1,34 (1,25)	1,32 (1,26)	1,22 (1,27)	1,21 (1,26)	1,17 (1,30)	1,15 (1,29)	1,15 (1,29)	1,12 (1,29)		
1,97	1,20 (1,20)	1,18 (1,22)	1,09 (1,23)	1,08 (1,22)	1,05 (1,25)	1,03 (1,25)	1,03 (1,25)			
1,91	1,16 (1,20)	1,14 (1,22)	1,06 (1,23)	1,05 (1,22)	1,02 (1,25)	-	-			
1,91	1,16 (1,20)	1,14 (1,22)	1,06 (1,23)	1,05 (1,22)	1,02 (1,25)					
1,88	1,15 (1,20)	1,12 (1,22)	1,04 (1,22)	1,03 (1,22)						
1,82	1,11 (1,16)	1,09 (1,20)	1,01 (1,20)							
Methyl Parathion 1,80	1,10 (1,16)	1,08 (1,20)								
Parathion 1,67	1,02 (1,16)									
Ethion 1,64										

\* Valores significativos a nivel de 95%.

( ) Valores F S R leídos en nomógrafa 4 en Litchfield y Wilcoxon (27).



Cuadro 4. Comparación del potencial de toxicidad (DL50  $\mu\text{g/g}$ ) de 10 insecticidas en machos y hembras de mosca del mediterráneo por el método de razón de potencia.

Insecti- cida	Sexo	DL50 $\mu\text{g/mosca}$	DL50 $\mu\text{g/g}$	Pendiente Do- sis-mortalidad (S)	F.P.R.	DL50 mayor
						DL50 menor (P.R.)
Phosdrin	Macho	0,0046	0,70	2,00	1,30	2,71*
	Hembra	0,0140	1,94	2,00		
Metil-P.	Macho	0,0076	1,12	1,93	1,24	1,00
	Hembra	0,0094	1,09	2,00		
Parathion	Macho	0,0082	1,20	1,57	1,19	1,17
	Hembra	0,0105	1,38	1,70		
Lebaycid	Macho	0,0082	1,19	1,70	1,19	1,08
	Hembra	0,0105	1,33	1,64		
Dieldrin	Macho	0,0156	2,36	1,81	1,26	1,50*
	Hembra	0,0280	3,59	1,89		
Malathion	Macho	0,0186	2,35	2,00	1,29	2,08*
	Hembra	0,0430	5,00	1,75		
Trithion	Macho	0,0285	4,91	2,16	1,25	1,20
	Hembra	0,0425	5,90	1,76		
Ethion	Macho	0,0325	4,78	1,70	1,19	1,12
	Hembra	0,0435	5,44	1,58		
Dipterex	Macho	0,1150	15,97	1,91	1,23	1,30*
	Hembra	0,1620	20,77	1,89		
Formo- thion	Macho	0,1340	19,70	1,79	1,21	1,30*
	Hembra	0,1950	25,66	1,95		

4.2. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

En el cuadro 5 se pueden observar los porcentajes de mortalidad observados en las distintas generaciones, como consecuencia de la aplicación de una dosis constante de lebaycid, dieldrín y malathion. A estos porcentajes se les denomina niveles de presión de selección, siendo en promedio de 33, 47 y 38 por ciento respectivamente para cada uno de los tres insecticidas.

Cuadro 5. Niveles de presión de selección de tres insecticidas aplicados a cada generación de adultos de mosca del mediterráneo en estudio de desarrollo de resistencia.

Generaciones	% de mortalidad de diferentes generaciones de moscas tratadas con los insecticidas indicados		
	Lebaycid 0,006 µg/mosca	Dieldrín 0,012 µg/mosca	Malathion 0,015 µg/mosca
Parientes	29	77	69
1	22	35	22
2	21	20	19
3	19	23	20
4	47	54	43
5	35	52	40
6	32	64	37
7	37	50	50
8	55	-	-
% promedio mortalidad o/gen.	33	47	38

En los cuadros 11, 12, 13, 14, 15 y 16 del apéndice se presentan los porcentajes de mortalidad de hembras y machos de mosca del mediterráneo, tratados a través de varias generaciones con diferentes concentraciones de lebaycid, dieldrin y malathion, con el objeto de obtener las distintas DL50 para cada generación. Estos resultados fueron calculados con base en la mortalidad observada 24 horas después de la aplicación. Los datos de estos cuadros señalan que en todos los casos los porcentajes de mortalidad de las moscas en las diferentes generaciones aumentaron progresivamente, conforme se incrementaron las dosis de los insecticidas.

En el cuadro 6 aparecen las estimaciones de la dosis letal media (DL50) con sus respectivos límites confidenciales a nivel de 95 por ciento, y los valores de la pendiente dosis-mortalidad (S) con sus límites confidenciales para cada insecticida en varias generaciones. Estos análisis se aplicaron a cada producto, considerándose separadamente machos y hembras, y también ambos sexos en conjunto. En el cuadro 6 aparecen también los pesos promedios de las moscas por sexo y los pesos promedios de ambos sexos. Los datos de este cuadro indican que el peso promedio de las moscas adultas varía un poco de una generación a otra y, por tener la DL50 relación lineal con el peso se ajustó la DL50 de cada generación de acuerdo con los pesos de las moscas. Se investigó cuál sería la función interpoladora que mejor ajustara los datos observados, sobresaliendo entre todas las ensayadas el método de la ecuación polinomial de segundo grado por su menor desviación entre los valores observados y esperados, por lo que fue la que se usó.

Cuadro 6. Dosis Letal Media (DL50), Pendiente de la Curva dosis-mortalidad (S) y Límites Confidenciales de tres insecticidas en varias generaciones de moscas.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
II GENERACION					
LEBAYCID	Machos	0,0079	0,0080 < DL50 < 0,0100	1,440	1,440 < S < 1,59
50% E.C.	Hembras	0,0083	0,0100 < DL50 < 0,0130	1,660	1,41 < S < 1,94
	Mach.+ Hemb.	0,0081	0,0096 < DL50 < 0,0114	1,540	1,41 < S < 1,67
III GENERACION					
"	Machos	0,0081	0,0079 < DL50 < 0,0101	1,550	1,34 < S < 1,78
	Hembras	0,0087	0,0111 < DL50 < 0,0140	1,600	1,40 < S < 1,82
	Mach.+ Hemb.	0,0084	0,0098 < DL50 < 0,0118	1,640	1,46 < S < 1,83
IV GENERACION					
"	Machos	0,0077	0,0084 < DL50 < 0,0108	1,610	1,40 < S < 1,85
	Hembras	0,0090	0,0113 < DL50 < 0,0149	1,740	1,45 < S < 2,08
	Mach.+ Hemb.	0,0083	0,0100 < DL50 < 0,0124	1,700	1,49 < S < 1,93
V GENERACION					
"	Machos	0,0072	0,0085 < DL50 < 0,0111	1,700	1,44 < S < 2,00
	Hembras	0,0078	0,0110 < DL50 < 0,0150	1,690	1,43 < S < 1,99
	Mach.+ Hemb.	0,0075	0,0100 < DL50 < 0,0125	1,750	1,49 < S < 2,04

Continuación Cuadro 6.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
VI GENERACION					
LEBAYCID	Machos	0,0069	0,0083 < DL50 < 0,0105	1,610	1,41 < S < 1,83
50% E.C.	Hembras	0,0080	0,0113 < DL50 < 0,0149	1,740	1,45 < S < 2,08
	Mach.+ Hemb.	0,0074	0,0099 < DL50 < 0,0124	1,770	1,51 < S < 2,07
VII GENERACION					
"	Machos	0,0071	0,0080 < DL50 < 0,0104	1,730	1,39 < S < 2,14
	Hembras	0,0083	0,0114 < DL50 < 0,0143	1,610	1,41 < S < 1,83
	Mach.+ Hemb.	0,0077	0,0100 < DL50 < 0,0120	1,600	1,44 < S < 1,77
VIII GENERACION					
"	Machos	0,0069	0,0080 < DL50 < 0,0102	1,640	1,41 < S < 1,90
	Hembras	0,0083	0,0110 < DL50 < 0,0141	1,560	1,36 < S < 1,77
	Mach.+ Hemb.	0,0076	0,0102 < DL50 < 0,0122	1,570	1,42 < S < 1,72
IX GENERACION					
"	Machos	0,0067	0,0077 < DL50 < 0,0102	1,770	1,40 < S < 2,23
	Hembras	0,0083	0,0107 < DL50 < 0,0137	1,640	1,41 < S < 1,90
	Mach.+ Hemb.	0,0075	0,0099 < DL50 < 0,0119	1,590	1,43 < S < 1,76

Continuación Cuadro 6.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 $\mu$ g/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
II GENERACION					
DIELDRIN	Machos	0,0073	0,0155 < DL50 < 0,0227	2,120	1,54 < S < 2,90
85% P.M.	Hembras	0,0085	0,0330 < DL50 < 0,0480	2,100	1,59 < S < 2,77
	Mach.+Hemb.	0,0078	0,0241 < DL50 < 0,0324	2,260	1,79 < S < 2,84
III GENERACION					
"	Machos	0,0072	0,0237 < DL50 < 0,0353	1,860	1,46 < S < 2,56
	Hembras	0,0080	0,0384 < DL50 < 0,0526	1,890	1,54 < S < 2,30
	Mach.+ Hemb.	0,0076	0,0323 < DL50 < 0,0412	1,970	1,68 < S < 2,30
IV GENERACION					
"	Machos	0,0068	0,0239 < DL50 < 0,0339	1,890	1,50 < S < 2,38
	Hembras	0,0079	0,0387 < DL50 < 0,0522	1,860	1,53 < S < 2,25
	Mach.+ Hemb.	0,0073	0,0323 < DL50 < 0,0412	2,000	1,68 < S < 2,38
V GENERACION					
"	Machos	0,0069	0,0239 < DL50 < 0,0339	1,890	1,50 < S < 2,38
	Hembras	0,0079	0,0330 < DL50 < 0,0470	1,960	1,95 < S < 2,46
	Mach.+ Hemb.	0,0074	0,0300 < DL50 < 0,0380	2,000	1,68 < S < 2,38

Continuación Cuadro 6.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para nivel de 95%
VI GENERACION					
DIELDRIN	Machos	0,0285	0,0239 ≤ DL50 ≤ 0,0339	1,890	1,50 ≤ S ≤ 2,38
	Hembras	0,0420	0,0350 ≤ DL50 ≤ 0,0500	2,040	1,56 ≤ S ≤ 2,65
	Mach.+ Hemb.	0,0350	0,0300 ≤ DL50 ≤ 0,0390	2,050	1,70 ≤ S ≤ 2,46
VII GENERACION					
"	Machos	0,0265	0,0220 ≤ DL50 ≤ 0,0310	1,950	1,50 ≤ S ≤ 2,53
	Hembras	0,0410	0,0340 ≤ DL50 ≤ 0,0480	1,990	1,54 ≤ S ≤ 2,56
	Mach.+ Hemb.	0,0325	0,0280 ≤ DL50 ≤ 0,0360	2,030	1,70 ≤ S ≤ 2,41
VIII GENERACION					
"	Machos	0,0270	0,0226 ≤ DL50 ≤ 0,0321	2,000	1,55 ≤ S ≤ 2,56
	Hembras	0,0380	0,0320 ≤ DL50 ≤ 0,0440	1,920	1,53 ≤ S ≤ 2,40
	Mach.+ Hemb.3	0,0325	0,0280 ≤ DL50 ≤ 0,0360	1,030	1,70 ≤ S ≤ 2,41

Continuación Cuadro 6.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
II GENERACION					
Machos	0,0074	0,0330	0,0270 < DL50 < 0,0390	1,750	1,45 < S < 2,10
Hembras	0,0085	0,0520	0,0420 < DL50 < 0,0630	2,090	1,63 < S < 2,67
Mach.+ Hemb.	0,0079	0,0410	0,0350 < DL50 < 0,0470	2,110	1,72 < S < 2,57
III GENERACION					
Machos	0,0070	0,0300	0,0240 < DL50 < 0,0360	1,780	1,45 < S < 2,17
Hembras	0,0087	0,0640	0,0510 < DL50 < 0,0800	2,010	1,50 < S < 2,69
Mach.+ Hemb.	0,0078	0,0440	0,0380 < DL50 < 0,0500	2,050	1,75 < S < 2,43
IV GENERACION					
Machos	0,0071	0,0330	0,0260 < DL50 < 0,0410	2,040	1,54 < S < 2,69
Hembras	0,0082	0,0580	0,0580 < DL50 < 0,0690	2,100	1,69 < S < 2,60
Mach.+ Hemb.	0,0076	0,0430	0,0370 < DL50 < 0,0498	2,200	1,87 < S < 2,57
V GENERACION					
Machos	0,0072	0,0330	0,0260 < DL50 < 0,0410	2,040	1,54 < S < 2,69
Hembras	0,0081	0,0540	0,0542 < DL50 < 0,0658	2,190	1,65 < S < 2,89
Mach.+ Hemb.	0,0076	0,0430	0,0370 < DL50 < 0,0490	2,100	1,81 < S < 2,43



Continuación Cuadro 6.

Insecticida, Generación y sexo moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
VI GENERACION					
Machos	0,0070	0,0340	0,0270 < DL50 ≤ 0,0410	2,110	1,59 ≤ S ≤ 2,78
Hembras	0,0081	0,0500	0,0410 < DL50 ≤ 0,0600	2,180	1,66 ≤ S ≤ 2,85
Mach.+ Hemb.	0,0075	0,0410	0,0350 < DL50 ≤ 0,0470	2,170	1,79 ≤ S ≤ 2,62
VII GENERACION					
Machos	0,0069	0,0330	0,0271 < DL50 ≤ 0,0399	2,190	1,67 ≤ S ≤ 2,87
Hembras	0,0082	0,0540	0,0430 < DL50 ≤ 0,0660	2,230	1,67 ≤ S ≤ 2,96
Mach.+ Hemb.	0,0075	0,0420	0,0360 < DL50 ≤ 0,0480	2,300	1,85 ≤ S ≤ 2,85
VIII GENERACION					
Machos	0,0068	0,0290	0,0230 < DL50 ≤ 0,0360	2,210	1,61 ≤ S ≤ 3,02
Hembras	0,0075	0,0460	0,0380 < DL50 ≤ 0,0550	2,180	1,66 ≤ S ≤ 3,85
Mach.+ Hemb.	0,0071	0,0360	0,0300 < DL50 ≤ 0,0420	2,290	1,81 ≤ S ≤ 2,88

El modelo que se usó para el ajuste de las DL50 fue el siguiente:

$$DL50 = b_0 + b_1 G + b_{11} G^2 \text{ (ecuación polinomial de segundo grado)}$$

Donde

DL50 = Variable dependiente, función de la generación (DL50 estimado)

$b_0$  = Constante que indica el valor de DL50 en la generación inicial.

$b_1 = \frac{dDL50}{dG}$  Proporción de cambio de la DL50 por cada generación

$b_{11} = \frac{d^2DL50}{dG^2}$  = El cambio  $b_1$  o sea variación de la pendiente  $b_1$

G = Variable independiente (generación)

También se determinó la generación donde la DL50 alcanzó su punto máximo. Matemáticamente este punto se obtuvo por una simple diferenciación:

$$\frac{dDL50}{dG} = b_1 + 2b_{11} G = 0$$

$$2b_{11}G = - b_1$$

$$G = \frac{- b_1}{2b_{11}}$$

Donde G es la generación en la cual la DL50 alcanzó su máximo.

En el cuadro 7 se presentan los valores de la DL50 ajustados por el peso promedio de las moscas, obtenidos en diferentes generaciones tratadas con lebaycid, dieldrin y malathion. Estos valores están expresados en  $\mu\text{g}$  de toxicidad por mosca adulta. Ploteando en papel milimetrado los valores de DL50 ajustados del cuadro 7 contra las generaciones sucesivas, se obtuvieron las curvas generaciones-DL50, representadas en las figuras 1, 2 y 3, que muestran cierta tendencia de la mosca del mediterráneo a desarrollar resistencia a los insecticidas probados. Esas figuras muestran que en todos los casos las respectivas DL50 aumentaron ligeramente hasta la quinta generación, declinando

posteriormente hasta alcanzar casi el valor inicial en la octava o novena generación.

Cuadro 7. Valores de DL50 en  $\mu\text{g}$  de tóxico por mosca, obtenidos por proceso de presión de selección de tres insecticidas aplicados durante varias generaciones de mosca del mediterráneo en laboratorio.

Generaciones Sucesivas	DL50 $\mu\text{g}/\text{mosca}$ (ajustado por peso en diferentes generaciones) con tres insecticidas		
	Lebaycid	Dieldrin	Malathion
1	-	-	-
2	0,01068	0,02969	0,03826
3	0,01090	0,03171	0,04041
4	0,01105	0,03283	0,04178
5	0,01114	0,03305	0,04237
6	0,01115	0,03237	0,04218
7	0,01111	0,03079	0,04121
8	0,01099	0,02831	0,03946
9	0,01081	-	-

En el caso de la figura 1, que corresponde al lebaycid el aumento de la DL50 ocurrió en la proporción de  $0,0003849 \mu\text{g}$  de insecticida por cada generación. La curva alcanzó su máximo en el punto  $\frac{dDL50}{dg} = 0$ , correspondiente a la sexta generación. La declinación de la DL50 se produjo en la proporción de  $-0,0000333 \mu\text{g}$  de insecticida por cada generación.

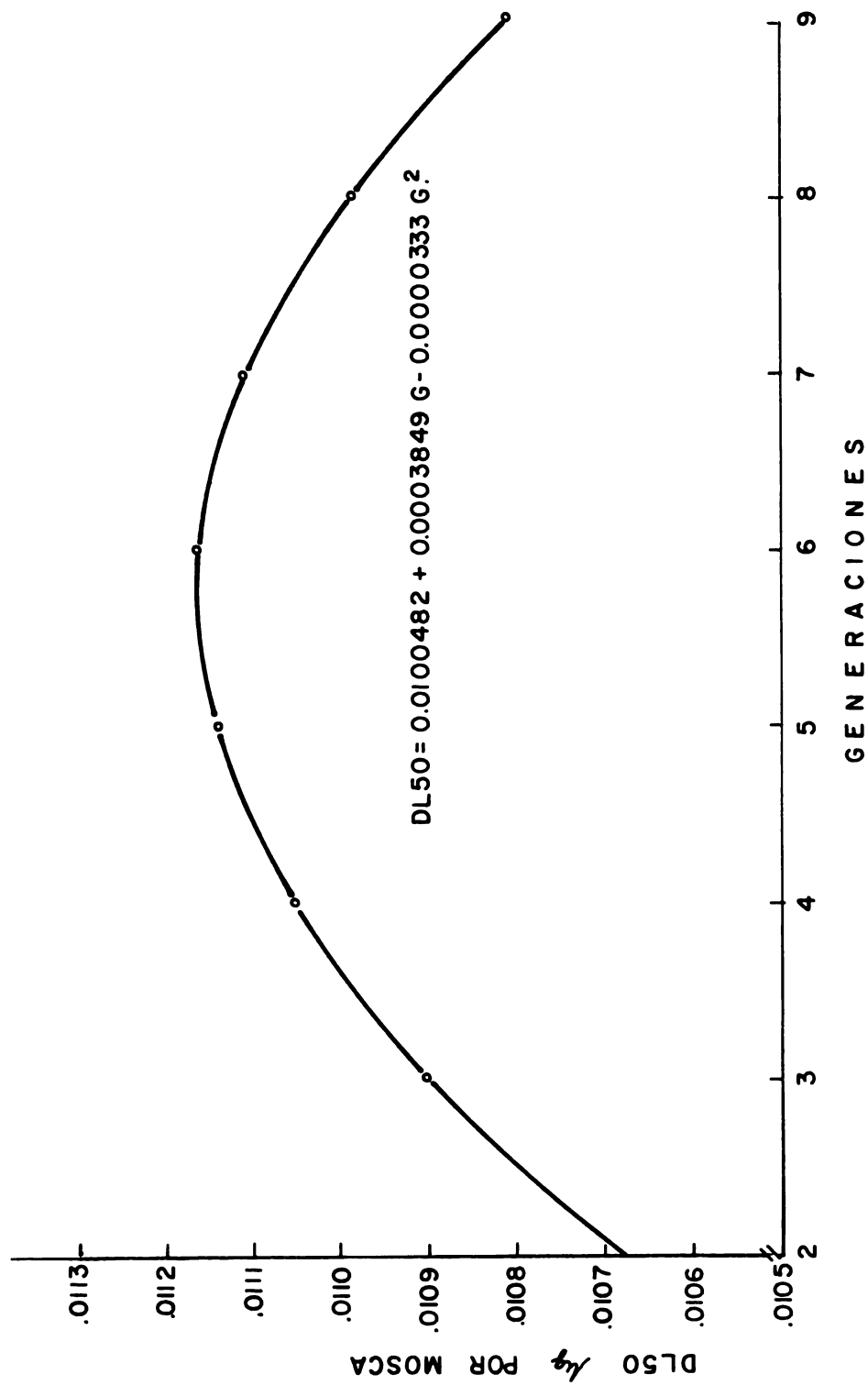


FIG. 1.- CURVA DE DL50 PARA LEBAYCID A TRAVES DE 8 GENERACIONES SUCCESIVAS EN MOSCA DE LABORATORIO.-

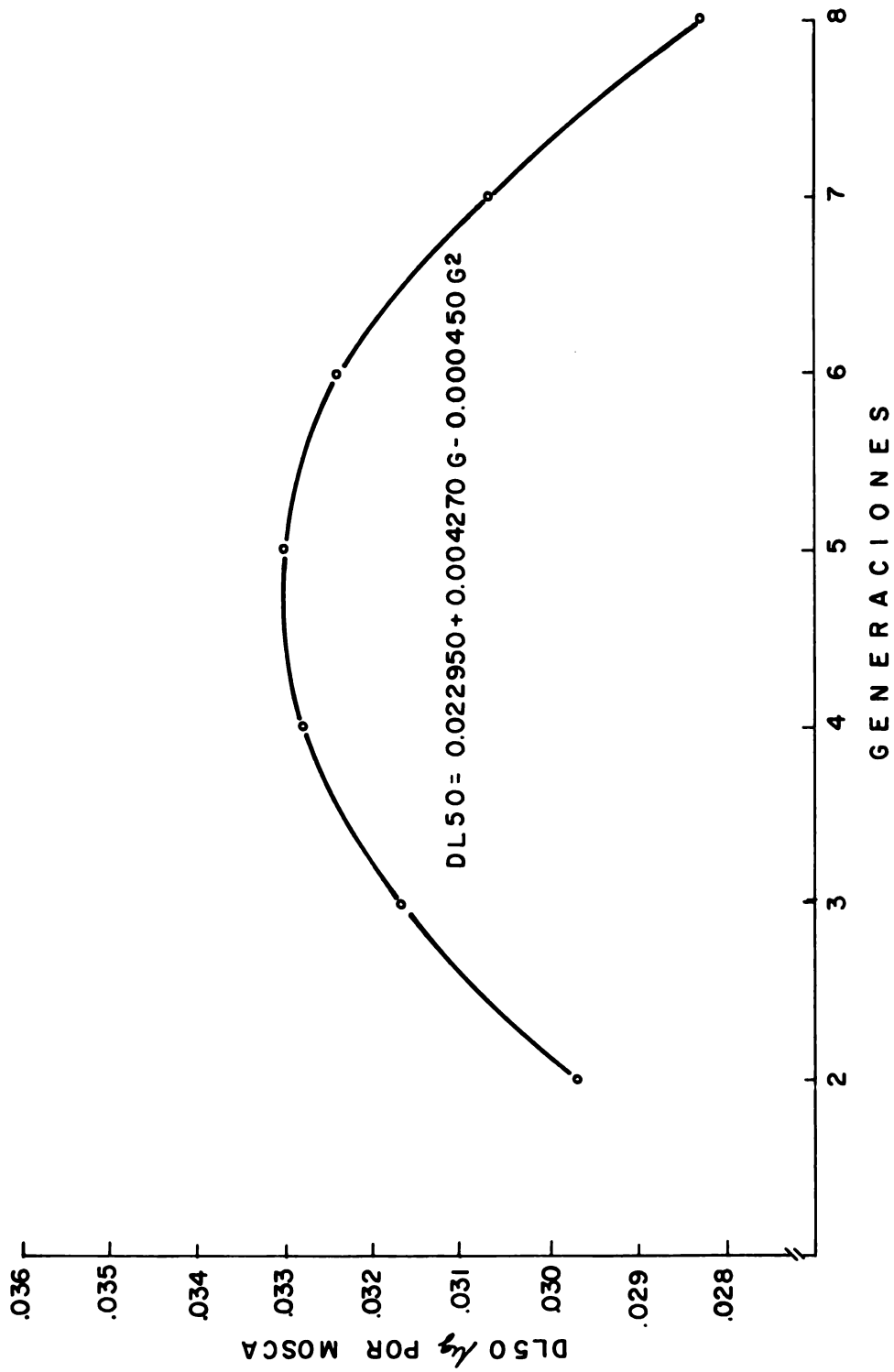


FIG. 2.- CURVA DE DL50 PARA DIELDRIN A TRAVES DE 7 GENERACIONES SUCCESIVAS EN MOSCA DE LABORATORIO.

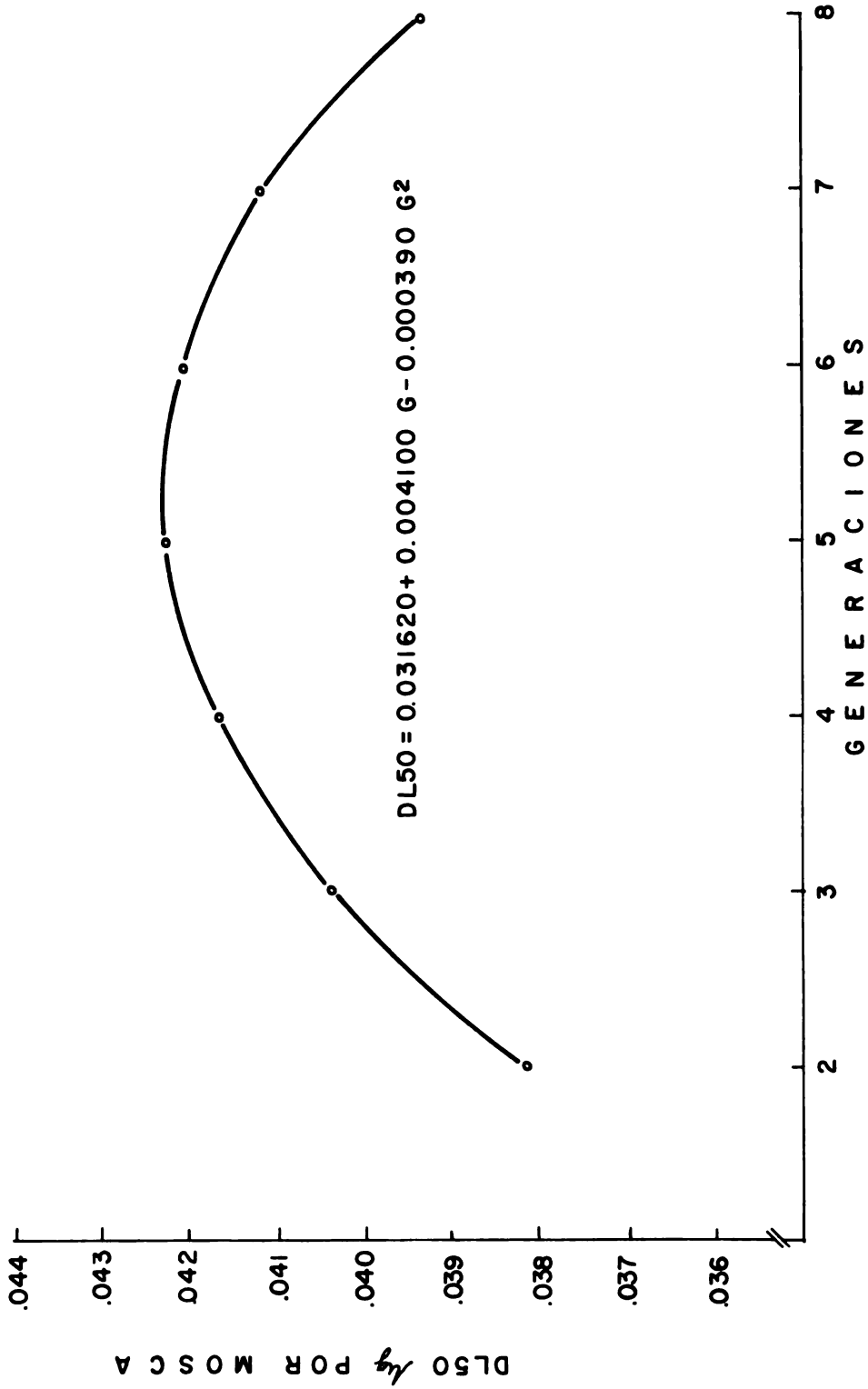


FIG. 3.- CURVA DE DL50 PARA MALATHION A TRAVES DE 7 GENERACIONES SUCCESIVAS EN MOSCA DE LABORATORIO.-

Las variaciones de la dosis letal media del dieldrín a través de las distintas generaciones se pueden apreciar en la figura 2. El aumento de la DL50 ocurrió en la proporción de 0,004270  $\mu\text{g}$  de insecticida por generación. El máximo de la curva se alcanzó en la quinta generación. La declinación de la DL50 se produjo en la proporción de -0,000450  $\mu\text{g}$  de insecticida por generación.

La figura 3 representa las variaciones de la dosis letal media del malathion a través de siete generaciones. La proporción de aumento de la DL50 por generación fue de 0,004100  $\mu\text{g}$  de insecticida, correspondiendo el punto máximo a la quinta generación. La declinación de la curva fue en la proporción de -0,000390  $\mu\text{g}$  de insecticida por generación.

Cuadro 8. Comparación de las pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) de diferentes generaciones obtenidas en laboratorio, por proceso de presión de selección de tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo.

Generaciones Sucesivas	Pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) de diferentes generaciones con tres insecticidas		
	Lebaycid	Dieldrín	Malathion
1	-	-	-
2	1,54	2,26	2,11
3	1,64	1,97	2,05
4	1,70	2,00	2,20
5	1,75	2,00	2,10
6	1,77	2,05	2,17
7	1,60	2,03	2,30
8	1,57	1,03	2,29
9	1,59	-	-

Los resultados del cuadro 8 indican que la pendiente de la curva dosis-mortalidad (S) no tiene una variación apreciable en las diferentes generaciones de la mosca del mediterráneo, tratados con lebaycid, dieldrín y malathion.

#### 4.3. Comparación de susceptibilidad a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio.

En el cuadro 9 se presenta el resumen de los resultados del experimento en que se estudió la efectividad de los insecticidas lebaycid, dieldrín y malathion sobre moscas silvestres. Al igual que en el experimento discutido anteriormente, se presentan los parámetros estimados de la respuesta dosis-mortalidad expresados en términos de DL50 y pendiente de la curva dosis-mortalidad con sus respectivos límites de confianza a nivel de 95 por ciento. Los datos de este cuadro indican que tanto los valores de las DL50 como los valores de las pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) de las moscas hembras son mayores que los valores de los machos en los tres insecticidas.

Los datos de toxicidad relativa de lebaycid, dieldrín y malathion en mosca silvestre y mosca de laboratorio están resumidos en el cuadro 10. Las columnas segunda y tercera de este cuadro indican que las moscas silvestres tienen en promedio menor peso que las moscas de laboratorio.



Cuadro 9. Dosis Letal Media (DL50), Pendiente de la Curva dosis-mortalidad (S) y Límites Confidenciales de tres insecticidas en mosca de campo.

Insecticida	Sexo de moscas	Peso promedio moscas en g.	24-horas DL50 µg/mosca	Región de confianza para la DL50 nivel de 95%	Pendiente de curva. Dosis mortalidad (S)	Región de confianza para (S) nivel de 95%
LEBAYCID 50% E.C.	Machos	0,0048	0,0066	0,0056 < DL50 < 0,0076	1,590	1,25 < S < 2,01
	Hembras	0,0052	0,0086	0,0074 < DL50 < 0,0098	1,680	1,36 < S < 2,06
	Mach.+ Hemb.	0,0050	0,0075	0,0068 < DL50 < 0,0082	1,660	1,44 < S < 1,90
DIELDRIN 85% P.M.	Machos	0,0044	0,0180	0,0148 < DL50 < 0,0217	1,800	1,41 < S < 2,28
	Hembras	0,0048	0,0214	0,0170 < DL50 < 0,0250	1,970	1,51 < S < 2,56
	Mach.+ Hemb.	0,0046	0,0195	0,0171 < DL50 < 0,0222	1,940	1,63 < S < 2,30
MALATHION 95% E.C.	Machos	0,0047	0,0202	0,0160 < DL50 < 0,0240	1,760	1,35 < S < 2,28
	Hembras	0,0049	0,0240	0,0193 < DL50 < 0,0297	1,960	1,45 < S < 2,64
	Mach.+ Hemb.	0,0048	0,0220	0,0190 < DL50 < 0,0250	1,800	1,53 < S < 2,10

Cuadro 10. Comparación de los valores de DL50 de tres insecticidas en adultos de mosca del Mediterráneo tomados del campo y del laboratorio.

Insecticidas	Peso promedio de mosca (machos y hembras) en g.		DL50 $\mu\text{g/g}$		P.R	FPR**
	Mosca silvestre	Mosca de Laboratorio	Mosca silvestres	Mosca de Laboratorio		
Lebaycid	0,0050	0,0074	1,50	1,28	1,15	1,16
Dieldrin	0,0046	0,0072	4,24	2,78	1,50*	1,18
Malathion	0,0048	0,0082	4,58	3,60	1,28*	1,22

\* Valores significativos a nivel del 95%.

\*\* Valores leídos en el nomógrafo nº 4A en Litchfield y Wilcoxon (27).

Con el objeto de evaluar la toxicidad relativa de estos tres insecticidas en moscas silvestres y de laboratorio, se convirtió la DL50 dada en  $\mu\text{g}$  por mosca a  $\mu\text{g}$  por gramo de peso del insecto. Estos valores aparecen en la cuarta y quinta columna del cuadro 10. Los resultados señalan que los valores de la DL50 de moscas silvestres son significativamente superiores a los de moscas de laboratorio con los insecticidas dieldrín y malathion, no observándose diferencias con lebaycid.

En el cuadro 11 se comparan las pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) de moscas silvestres y moscas de laboratorio para cada uno de esos tres insecticidas. La prueba de paralelismo indica que las líneas dosis-mortalidad de moscas silvestres son paralelas a las líneas dosis-mortalidad de moscas de laboratorio en los tres insecticidas. Las diferencias entre los valores de S de moscas de campo y de laboratorio no son significativas.

Cuadro 11. Prueba de paralelismo: comparación de la pendiente dosis-mortalidad (S) de tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio.

Insecticida	Pendiente de la curva dosis-mortalidad (S)		S.R.	F.S.R.*
	Moscas de Laboratorio	Moscas Silvestres		
Malathion	2,20	1,80	1,22 NS	1,30
Dieldrín	1,91	1,94	1,01 NS	1,25
Lebaycid	1,91	1,66	1,15 NS	1,23

NS Valores no significativos a nivel del 95%.

\* Valores leídos en el monógrafo 4 en Litchfield y Wilcoxon (27).

## 5. DISCUSION

### 5.1. Determinación de la toxicidad de algunos insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

Los resultados de la comparación de toxicidad de cada insecticida con los nueve restantes del cuadro 2, indican que el metil-parathion es el más tóxico, con una DL50 de 0,0080  $\mu\text{g}$  por mosca, y el formothion el menos tóxico, con DL50 de 0,1550  $\mu\text{g}$  por mosca; o sea que el primero es casi veinte veces más tóxico que el último. En forma general y poco estricta estos diez insecticidas se podrían clasificar en tres categorías definidas de toxicidad: 1) altamente tóxicos, con un rango de DL50 que varía entre 0,0080 y 0,0095  $\mu\text{g}$  por mosca; pertenecen a este grupo metil-parathion, phosdrín, parathion y lebaycid; 2) moderadamente tóxicos, con un rango de DL50 entre 0,0200 y 0,0375  $\mu\text{g}$  por mosca; están en este grupo dieldrín, malathion, trithion y ethion; y 3) poco tóxicos, con un rango de DL50 que varía entre 0,1380 y 0,1550  $\mu\text{g}$  por mosca; son ellos dipterex y formothion.

De las comparaciones de toxicidad, con base en las respectivas DL50 por el método de razón de potencia de Litchfield y Wilcoxon (27) (cuadro 2), se infiere que el metil-parathion es el más tóxico de los insecticidas probados, sin embargo no presenta diferencia significativa con phosdrín, pero sí con los restantes. El phosdrín no presenta diferencia significativa con parathion ni con lebaycid, pero sí con los ocho restantes. Dieldrín y malathion son significativamente diferentes con respecto a los que están situados bajo cada uno de ellos.

Entre trithion y ethion no existe diferencia, pero los mismos

fueron diferentes a dipterex y formothion, los que a su vez son estadísticamente iguales.

En la prueba de paralelismo de la curva dosis-mortalidad del cuadro 3, se observa que el phosdrín presenta diferencias significativas cuando se compara con ethion, parathion, metil-parathion y trithion; asimismo el malathion presenta diferencias estadísticas con respecto a ethion y parathion. Estas diferencias significativas indican que las moscas no respondieron en la misma forma cuando se les aplicó los insecticidas mencionados. El phosdrín por ejemplo, tiene una pendiente muy superior a la de los productos (ethion, parathion, metil-parathion y trithion) con los cuales difiere significativamente, por lo que se deduce que las moscas responden en forma relativamente más homogénea al phosdrín que a los insecticidas citados. Los demás productos presentan pendientes un poco menores que la de phosdrín, pero estadísticamente no existen diferencias entre ellas, por lo que puede inferirse que produjeron respuestas similares en las moscas.

Los bajos valores de S indican que la respuesta de la mosca del mediterráneo a todos los insecticidas probados resultó heterogénea; unas moscas murieron con dosis relativamente bajas de los distintos productos y otras sólo sucumbieron cuando las dosis se elevaron considerablemente.

La prueba de razón de potencia del cuadro 4 indica que las hembras resultaron significativamente más resistentes que los machos en los casos en que se usó phosdrín, dieldrín, malathion, dipterex y formothion. Para los restantes productos la toxicidad relativa fue similar en ambos sexos. Comparando las pendientes de la curva dosis-

mortalidad en el mismo cuadro, se observa que éstas no varían entre machos y hembras, lo que indica que los dos sexos respondieron igualmente a los insecticidas.

## 5.2. Desarrollo de resistencia a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo

Por simple observación de los resultados consignados en el cuadro 7 y de las figuras 1, 2 y 3, se llega a la conclusión de que no hubo desarrollo real de resistencia de las moscas a los insecticidas lebaycid, dieldrín y malathion. Las respectivas DL50 tuvieron en principio un ligero incremento que declinó posteriormente a partir de su punto máximo, el cual alcanzó prácticamente para los tres productos en la quinta generación.

Considerando las curvas de las DL50 ajustadas por el peso promedio de las moscas, mediante ecuación polinomial de segundo grado, se puede observar que hasta la quinta o sexta generación la DL50 se incrementó en las siguientes proporciones: 0,0003849, 0,004270 y 0,004100  $\mu\text{g}$  de toxicante por generación para lebaycid, dieldrín y malathion respectivamente, pero este pequeño incremento de la DL50 declinó a partir de su punto máximo en las proporciones de -0,0000333, -0,000450 y -0,000390  $\mu\text{g}$  de insecticida por generación para dichos insecticidas.

En el presente experimento no se logró inducir resistencia en C. capitata. Probablemente ello se debió a que en las poblaciones de moscas utilizadas para este estudio no estaban presentes los factores o genes de resistencia, o si existían no se desarrollaron por dos

razones fundamentales: 1) la presión de selección fue bastante baja, con un promedio de DL40, según se aprecia en el cuadro 5, y 2) el número de generaciones sometidas a presión de selección fue apenas de ocho a nueve.

Con respecto a la presión de selección Brown (10) opina que no es posible inducir resistencia en una raza normal de mosca común (Musca doméstica) con tratamientos subletales, y que aplicaciones de pequeñas dosis de insecticida aumentan la susceptibilidad. Sin embargo Eddy et al., citados por Brown (10), señalan que en Pediculus humanus la resistencia se incrementó 40 veces cuando se criaron durante 25 generaciones en ropa impregnada con una solución del 0,001 por ciento de DDT-acetona, la cual produjo poca mortalidad.

En relación con el número de generaciones necesarias para el desarrollo de resistencia, en la literatura se citan muchos casos en los que se trató de inducir resistencia en mosca doméstica, encontrándose que generalmente hasta la décima generación sólo hubo un desarrollo mínimo de la misma. Bruce y Decker, citados por Brown (10), señalan que moscas domésticas sometidas a presión de selección de clordano demostraron poca resistencia hasta la veinteava generación, después de la cual se elevó hasta llegar en la generación 40 a 1.500 veces la normal. Con dieldrín el incremento de resistencia no se apreció hasta la treceava generación, pero luego ascendió rápidamente hasta 20.000 veces la normal en la generación número 35.

### 5.3. Comparación de susceptibilidad a tres insecticidas en adultos de mosca del mediterráneo silvestre y de laboratorio

Los resultados de las columnas segunda y tercera del cuadro 10 señalan que los pesos promedios de las moscas de laboratorio son mayores que los pesos de las moscas silvestres, por lo que para poder efectuar correctamente las comparaciones entre las respectivas DL50 los valores obtenidos se transformaron de  $\mu\text{g}$  por mosca a  $\mu\text{g}$  por gramo de peso de los insectos. Se puede observar que al hacer estas transformaciones, las DL50 en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso de las moscas silvestres para dieldrín y malathion son significativamente superiores a las DL50, en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso de moscas de laboratorio. En consecuencia, cuando la comparación se verifica en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso de las moscas, se requieren dosis mayores de los insecticidas citados para eliminar las moscas silvestres que para las criadas en el laboratorio. En el caso del lebaycid no se detectaron diferencias estadísticas entre las dosis letales medias en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso de moscas silvestres y de laboratorio.

Es posible que la mayor resistencia que presentan las moscas silvestres a dieldrín y malathion, en comparación con las moscas de laboratorio, se deba a que las moscas silvestres puedan haber recibido aplicaciones de sustancias químicas que estimulen el desarrollo de cierta habilidad para soportar el efecto de un insecticida.

En las pendientes de las curvas dosis-mortalidad (S) del cuadro 11 de moscas silvestres y moscas de laboratorio para cada insecticida, se observa que las diferencias no son apreciables. La prueba de



paralelismo del mismo cuadro señala que las líneas dosis-mortalidad de moscas silvestres son paralelas a las líneas dosis-mortalidad de moscas de laboratorio con los tres insecticidas, lo cual quiere decir que tanto las moscas silvestres como las criadas en el laboratorio tienen una misma tendencia de respuesta a los tres insecticidas. Los valores bajos de S ponen de manifiesto la heterogeneidad de la población.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación dan base para las siguientes conclusiones:

1. Los insecticidas probados presentaron diferentes grados de toxicidad y en forma general se pueden agrupar en tres categorías: a) altamente tóxicos, metil-parathion, phosdrín, parathion, y lebaycid; b) moderadamente tóxicos, dieldrín, malathion, trithion y ethion; y c) poco tóxicos, dipterex y formothion. El más tóxico fue metil-parathion con una dosis letal media de 0,0080  $\mu\text{g}$  por mosca, y el menos tóxico formothion, con una dosis letal media de 0,1550  $\mu\text{g}$  por mosca.
2. Las hembras de la mosca del mediterráneo mostraron significativamente mayor resistencia que los machos a los insecticidas phosdrín, dieldrín, malathion, dipterex y formothion.
3. Moscas de laboratorio sometidas durante ocho o nueve generaciones a una presión de selección constante de DL40 de los productos lebaycid, dieldrín y malathion, no desarrollaron resistencia a dichos insecticidas.
4. Las moscas silvestres mostraron mayor resistencia al dieldrín, y malathion que las criadas en el laboratorio. Ambas poblaciones fueron igualmente susceptibles al lebaycid.

7a. RESUMEN

// La mosca del mediterráneo Ceratitis capitata (Wied.), se considera como una de las plagas de mayor importancia económica en cítricos y en muchas otras especies frutales. El método que se usa corrientemente para el control de esta plaga es la aplicación de productos químicos.

La presente investigación tuvo como objetivos: 1) la determinación de la toxicidad de diez insecticidas seleccionados; 2) el estudio de desarrollo de resistencia de moscas criadas en el laboratorio a lebaycid, dieldrín y malathion; y 3) la comparación de la susceptibilidad de moscas silvestres y moscas de laboratorio a los mismos tres insecticidas. /;

El estudio de la toxicidad de diez insecticidas se efectuó determinando la DL50 (cantidad necesaria de un veneno o insecticida para matar el 50% de una población tratada) de cada producto en moscas de peso y sexo conocidos, a las que se aplicó individualmente en el dorso del torax 1  $\mu$ l (microlitro) de solución de insecticida en acetona. Con base en la toxicidad, los insecticidas probados podrían clasificarse en tres grupos: 1) altamente tóxicos, con un rango de DL50 que varía entre 0,0080 y 0,0095  $\mu$ g por mosca, al cual pertenecen metilparathion, parathion, phosdrín y lebaycid; 2) moderadamente tóxicos, con un rango de 0,0200 y 0,0375  $\mu$ g por mosca, en el cual están dieldrín, malathion, trithion y ethion; y 3) poco tóxicos, cuyo rango de DL50 varía entre 0,1380 y 0,1550  $\mu$ g por mosca e incluye a dipterex y formothion.

Las toxicidades relativas de los distintos insecticidas se compararon con base en las respectivas DL50 por el método de razón de potencia de Litchfield y Wilcoxon (27), encontrándose diferencias significativas en la toxicidad de la mayoría de los insecticidas probados.

Los valores (S) de las pendientes de la curva dosis-mortalidad resultaron muy bajos en los ensayos realizados, lo que indica una respuesta heterogénea de los insectos hacia los insecticidas usados. Aunque en unos pocos casos hubo diferencias significativas, en la mayoría no los hubo.

La comparación de las DL50 calculadas en  $\mu\text{g}$  por gramo de peso tanto para machos como para hembras, revelan una dosis letal media mayor para las hembras en todos los insecticidas. Estas diferencias son estadísticamente significativas en cinco de los insecticidas probados.

// Para el estudio de desarrollo de resistencia a los insecticidas lebaycid, dieldrín y malathion, los adultos de las distintas generaciones fueron tratados individualmente con 0,006  $\mu\text{g}$ , 0,012 y 0,015  $\mu\text{g}$  respectivamente de esos productos, lo que resultó en una presión promedio de selección de DL40 en cada generación. Para apreciar las variaciones de la susceptibilidad, se determinaron las DL50 de cada generación. //

Por cuanto los pesos de las moscas variaban de una generación a otra, se hizo un ajuste de las respectivas DL50 de acuerdo al peso promedio de los insectos. Los resultados indican que no hubo desarro

llo real de resistencia de las moscas a esos tres insecticidas, aun cuando se observa un ligero aumento de los valores de DL50, el cual alcanzó su nivel máximo en la sexta generación para lebaycid y en la quinta para dieldrín y malathion; posteriormente estos valores disminuyeron hasta alcanzar de nuevo casi el nivel inicial.

En la prueba comparativa de susceptibilidad entre moscas silvestres y de laboratorio se determinaron las DL50 de lebaycid, dieldrín y malathion. La comparación de esos valores indica que las moscas silvestres fueron más resistentes que las de laboratorio a dieldrín y malathion, pero igualmente susceptibles a lebaycid. Los valores (S) de las pendientes de las curvas dosis-mortalidad de los tres insecticidas señalan que los adultos de ambas poblaciones tienen una misma tendencia de respuesta a los productos aplicados.

7b. SUMMARY

The Mediterranean fruit fly (Medfly), Ceratitidis capitata (Wied.), is one of the most destructive insect pests of citrus and many other tropical and subtropical fruits. The most effective control measure against this insect consists of insecticide applications.

The present research work was carried out with the following objectives: 1) to determine the relative toxicity of 10 selected insecticides to Medfly adults, 2) to study the development of resistance by laboratory strain flies to lebaycid, dieldrin and malathion, and 3) to compare the relative susceptibility of laboratory strain and wild strain flies to the above mentioned 3 insecticides.

Relative toxicity of Medfly to 10 insecticides was calculated by determining LD<sub>50</sub> values for each chemical. The adults were treated individually with 1  $\mu$ -liter droplet of acetone solution of the insecticide on the dorsal thoracic surface of the fly by topical applications. 24-hrs LD<sub>50</sub>'s were calculated for different insecticides. Based on the toxicity data (LD<sub>50</sub> values) the insecticides were grouped in 3 categories: 1) highly toxic group of methyl-parathion, parathion, phosdrin and lebaycid with LD<sub>50</sub> varying from 0.0080 to 0.0095  $\mu$ g/fly; 2) moderately toxic group of dieldrin, malathion, trithion and ethion with LD<sub>50</sub> ranging from 0.0200 - 0.0375  $\mu$ g/fly, and 3) the least toxic group of dipterex and formothion with LD<sub>50</sub> values varying from 0.1380 - 0.1550  $\mu$ g/fly.

The slopes (s values) of dosage-mortality lines for the 10 insecticides were very low (ranging from 1.64 for ethion to 2.42 for

phosdrin), indicating that the Medfly adults responded heterogeneously to all the chemicals tested.

Toxicity data ( $LD_{50}$ 's) based on per gram body weight of the adults, showed that in general females were more resistant than males to all the insecticides tested. The differences in  $LD_{50}$  values of male and female flies were significant for phosdrin, dieldrin, malathion, dipterex and formothion.

Studies on the development of resistance by Medfly to lebaycid, dieldrin and malathion were carried out by applying sub-lethal dosages (causing approximately 40% adult mortality) of the insecticides to 2-3 day old adults of every generation, until 8-9 generations. The flies were treated individually with insecticide solution in acetone by topical applications. Adjusted  $LD_{50}$ 's of the adults of different generations indicated that Medflies did not develop resistance to any of 3 insecticides tested. A slight increase in resistance up to the fifth generation was noted in the flies to each insecticide, later on this resistance decreased and reached its original level by the 8th or 9th generation.

Studies were carried out to determine the relative susceptibility of wild strain and laboratory strain Medflies to lebaycid, dieldrin and malathion. Results based on  $LD_{50}$  values ( $\mu\text{g}$  of insecticide/g body weight of the fly) indicated that wild strain flies were slightly resistant to dieldrin and malathion. Adults of both strains showed equal toxicity to lebaycid. Slopes (s) of dosage-mortality lines did not differ significantly in two strains, indicating that flies of both strains responded to these insecticides in a similar way.

8. LITERATURA CITADA

1. ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18(2):265-267. 1925.
2. ALBERTI, A. D. La mosca de las frutas (*Ceratitís capitata* Wiedeman). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural y Biología* 58(1):105-134. 1960.
3. ARRIETA, M. D. L. y JIMENEZ, E. J. Gravedad del problema de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitís capitata* Wied.) en América Central. *Fitófilo (México)* 5(40):5-7. 1963.
4. BARBER, C. W., STARNERS, O. y STARNES, E. B. Resistance of house flies to insecticides. *Soap* 24(11):120-121, 143. 1948.
5. BARTLETT, B. R. A study of insecticide resistance in strains of *Drosophila melanogaster* Mcig. *Canadian Entomology* 84:189-205. 1952.
6. BEINGOLEA, O. G. Resistencia de los insectos a los insecticidas, con ejemplos en el Perú. *Revista Peruana de Entomología Agrícola* 1(1):51-58. 1958.
7. BERGH, G. H. La mosca del Mediterráneo y sus ataques al café. Managua, Nicaragua, OIRSA, 1959. 5 p.
8. \_\_\_\_\_. Manual entomológico para inspectores de cuarentena vegetal. I. Mosca de las frutas. Managua, Nicaragua, OIRSA, 1959. 66 p.
9. BROWN, A. W. A. The development of resistance of insects of insecticides. *Entomological Society Ontario. Annual Report* 81:34-35. 1951.
10. \_\_\_\_\_. Insecticide resistance in arthropods. Geneva, World Health Organization, 1958. 240 p.
11. \_\_\_\_\_. Mechanisms of resistance against insecticides. *Annual Review of Entomology* 1:301-326. 1960.
12. \_\_\_\_\_. Insecticide resistance comes of age. *Bulletin of the Entomological Society of America* 14(1):3-9. 1968.
13. BULSVINE, J. R. The development of resistance to insecticides. Commonwealth Entomological Conference. Report 6:60-65. 1954.



14. CROUSEL, I. S. DE. Métodos de cultivo de Tephritidae en cautividad y en gran escala para experimentación biológica. IDIA (Argentina) 6(6):161-178. 1961.
15. CROW, J. F. Genetic of insect resistance to chemicals. Annual Review of Entomology 2:227-246. 1957.
16. CHIESA, M. O. Entomología agrícola. Mendoza, Argentina, Talleres Gráficos Daccursio, 1942. 571 p.
17. CHRISTENSON, L. D. Recent progress in the development of procedures for eradicating or controlling tropical fruit flies. International Congress Entomological 10(3):11-16. 1958.
18. DARROW, D. I. y PLAPP JR., F. W. Studies on resistance to Malathion in the mosquito Culex tarsalis. Journal of Economic Entomology 53(5):777-781. 1960.
19. DAVIDSON, C. Studies on insecticides resistance in anopheline mosquitos. World Health Organization 18(4):579-621. 1958.
20. ELLIOT, R. y RAMAKRISHNA, V. Insecticide resistance in Anopheles gambiae Giles. Nature 177(21):532-533. 1956.
21. EZZAT, M. A. A short note on the chemical control of the mediterranean fruit fly Ceratitidis capitata (Wied.). Agricultural Research Review 36(1):119. 1958.
22. GAMERO DE LA TORRE, C. Trabajos de control de las moscas de la fruta Ceratitidis capitata (Wied.) y Anastrepha striata Schin. Revista Peruana de Entomología Agrícola 1(1):60-66. 1958.
23. GUNTHER, F. A. y JEPSON, L. R. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. México, Continental, 1962. 293 p.
24. HOSKINS, W. M. y GORDON, H. T. Arthropod resistance to chemicals. Annual Review of Entomology 1:89-122. 1956.
25. KEIDING, J. Resistance to organic phosphorus insecticides of the house-fly. Science 123:1173-1174. 1956.
26. LABRECQUE, G. C., WILSON, H. C. y GHAN, J. B. Resistance of house flies in Florida to organophosphorus insecticides. Journal of Economic Entomology 51(5):616-617. 1958.
27. LITCHFIELD JR., J. T. y WILCOXON, F. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutic 96(2):99-108. 1949.

28. MACHADO, C. E. Estudio de la mosca de la fruta y métodos para su control en el valle de Huánuco. *Agronomía (Perú)* 27(2): 144-152. 1960.
29. MALLY, C. W. The fruit fly. *Agric. J.C.C.H. (b)*:647-662. 1940. (Original no consultado; citado en Myburgh, A. C. *Studies on toxicants in bait sprays against fruit flies. South Africa Journal of Entomological Society* 24(2):345-347. 1961).
30. MARTIN, H. y ALIBERT, H. Notes on Ceratitis capitata. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie d'Agriculture de France* n. 3:129-131. 1951.
31. MELIS, A. y ZOCCHI, R. Lo stato attuale del problema sulla Ceratitis capitata Wied. *Revista Ortoflorofrutticoltura (Italia)* 42(11-12):538-546. 1958.
32. METCALF, C. L. y FLINT, W. P. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. México, Continental, 1965. 1208 p.
33. METCALF, R. L. Methods of topical application and injection. In Shepard, H. H., ed. *Methods of testing chemicals on insects*. Minneapolis, Minn. Burgess Publishing, 1958. pp. 92-113.
34. MYBURGH, A. C. Lebaycid as a cover spray for fruit fly control. *South Africa Journal of Agricultural Science* 4(4):615-621. 1961.
35. \_\_\_\_\_. Studies on toxicants in bait sprays against fruit flies. *South Africa Journal of Entomological Society* 24(2):345-347. 1961.
36. OLALQUIAGA, F. G. et al. La mosca del Mediterráneo en Chile. Chile. Ministerio de Agricultura. *Boletín Técnico* no. 20. 1966. 36 p.
37. ORIHUELA, A. La mosca mediterránea de la fruta Ceratitis capitata. *Agricultor Venezolano* 24(22):13-16. 1960.
38. PLANES, G. S. y RIVERO, J. M. Ensayos de pulverización-oebo contra la mosca de las frutas Ceratitis capitata y mosca común. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola (España)* 26:291-297. 1962.
39. \_\_\_\_\_. Y RIVERO, J. M. Estado actual de la lucha química contra la mosca de la fruta Ceratitis capitata. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola (España)* 26:39-47. 1962.

40. PLANES, G. S. y RIVERO, J. M. Ensayos para combatir la mosca de la fruta Ceratitis capitata (Wied.). Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola (España) 27:267-270. 1964.
41. POTTER, C. Resistance of insects to insecticides. The effect of age and stage of development and nutrition. Chemistry and Industry (Rev) no. 42:1178-1181. 1956.
42. SHEDLEY, D. G. New recommendations for fruit fly control. Journal of Agriculture 2(10):793-795. 1961.
43. SPENCER, E. Y. y O'BRIEN, R. D. Chemistry and mode of action on organophosphorus insecticides. Annual Review of Entomology 2:261-278. 1957.
44. STEINER, L. F. Fruit fly control in Hawaii with poison sprays containing protein hydrolysates. Journal of Economic Entomology 45(5):838-843. 1952.
45. \_\_\_\_\_, MIYAHITA, D. y CHRISTENSON, L. D. Angelico oils as mediterranean fruit fly (Ceratitis capitata) Lures. Journal of Economic Entomology 50(4):505. 1957.
46. \_\_\_\_\_ et al. The role of attractants in the recent mediterranean fruit fly eradication. Program in Florida. Journal of Economic Entomology 54(1):30-35. 1961.
47. TURICA, A. y MALLO, R. G. Ensayo de atractivos para la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedeman). Revista de Investigaciones Agropecuarias. Serie 5. Patología Vegetal 1(2):13-15. 1964.
48. VAN DINTHER, J. B. M. Insect pests of cultivated plants in Surinam. Landbouwproefstation in Suriname. Bulletin no. 76. 1960. pp. 116-117.
49. WILLE, J. E. La mosca mediterránea Ceratitis capitata (Wied.) en el Perú. Revista Peruana de Entomología Agrícola 1(1): 59-60. 1958.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca del mediterraneo 24 horas después de la aplicación tópica de methyl parathion.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,004 µg/mosca	Macho	33	27	30,0
	Hembra	17	20	18,5
0,006 "	Macho	40	33	36,5
	Hembra	27	27	27,0
0,008 "	Macho	50	50	50,0
	Hembra	40	37	38,5
0,010 "	Macho	64	64	64,0
	Hembra	50	50	50,0
0,012 "	Macho	76	76	76,0
	Hembra	60	64	62,0
0,015 "	Macho	94	97	95,5
	Hembra	72	76	74,0
0,020 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	94	90	92,0

\* Acetona (1 µl/mosca).

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca de Medite-  
rráneo 24 horas después de la aplicación tópica de  
lebaycid.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,006 µg/mosca	Macho	30	27	28,5
	Hembra	20	16	18,0
0,008 "	Macho	46	44	45,0
	Hembra	30	30	30,0
0,010 "	Macho	56	60	58,0
	Hembra	40	44	42,0
0,012 "	Macho	70	77	73,5
	Hembra	54	54	54,0
0,015 "	Macho	77	80	78,5
	Hembra	70	73	71,5
0,020 "	Macho	97	100	98,5
	Hembra	90	90	90,0
0,025 "	Macho	97	100	98,5
	Hembra	97	100	98,5

\* Acetona (1 µl/mosca).

Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca de Medite-  
rráneo 24 horas después de la aplicación tópica de  
malathion.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,015 $\mu$ g/mosca	Macho	36	40	38,0
	Hembra	6	7	6,5
0,020 "	Macho	56	56	56,0
	Hembra	16	20	18,0
0,030 "	Macho	67	80	73,5
	Hembra	27	30	28,5
0,050 "	Macho	87	90	88,5
	Hembra	44	53	48,5
0,070 "	Macho	94	96	95,0
	Hembra	72	80	76,0
0,090 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	90	94	92,0

\* Acetona (1  $\mu$ l/mosca).

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca del Mediterraneo 24 horas después de la aplicación tópica de trithion.

Dosis	Sexo	% Mortalidad corregido		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	2	0	1,0
	Hembra	0	0	0,0
0,020 µg/mosca	Macho	40	24	32,0
	Hembra	16	6	11,0
0,030 "	Macho	58	46	52,0
	Hembra	36	16	26,0
0,040 "	Macho	65	66	65,5
	Hembra	40	36	38,0
0,050 "	Macho	75	80	77,5
	Hembra	60	42	51,0
0,060 "	Macho	86	84	85,0
	Hembra	83	52	67,5
0,070 "	Macho	92	90	91,0
	Hembra	90	73	81,5
0,080 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	90	86	88,0

\* Acetona (1 µl/mosca).



Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca del Mediterraneo 24 horas después de la aplicación tópica de ethion.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,020 $\mu\text{g}/\text{mosca}$	Macho	20	26	23,0
	Hembra	14	20	17,0
0,030 "	Macho	44	46	45,0
	Hembra	16	26	21,0
0,040 "	Macho	54	56	55,0
	Hembra	32	50	41,0
0,050 "	Macho	76	76	76,0
	Hembra	44	64	54,0
0,060 "	Macho	86	90	88,0
	Hembra	64	70	67,0
0,070 "	Macho	93	96	94,5
	Hembra	83	86	84,5
0,080 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	94	96	95,0

\* Acetona (1  $\mu\text{l}/\text{mosca}$ ).

Cuadro 9. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca del Mediterráneo 24 horas después de la aplicación tópica de dipterex.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,08 $\mu$ g/mosca	Macho	30	27	28,5
	Hembra	13	13	13,0
0,09 "	Macho	44	37	40,5
	Hembra	16	20	18,0
0,10 "	Macho	54	43	48,5
	Hembra	20	27	23,5
0,15 "	Macho	66	63	64,5
	Hembra	40	40	40,0
0,20 "	Macho	80	77	78,5
	Hembra	63	63	63,0
0,30 "	Macho	97	90	93,5
	Hembra	73	77	75,0
0,40 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	97	90	93,5

\* Acetona (1  $\mu$ l/mosca).

Cuadro 10. Porcentaje de mortalidad de adultos de mosca del Mediterráneo 24 horas después de la aplicación tópica de formothion.

Dosis	Sexo	% Mortalidad		
		Exp. I	Exp. II	Promedio Exp. I y Exp. II
Testigo*	Macho	0	0	0,0
	Hembra	0	0	0,0
0,095 µg/mosca	Macho	30	27	28,5
	Hembra	17	13	15,0
0,10 "	Macho	46	40	43,0
	Hembra	30	27	28,5
0,15 "	Macho	60	56	58,0
	Hembra	40	37	38,5
0,20 "	Macho	73	70	71,5
	Hembra	54	50	52,0
0,25 "	Macho	84	76	80,0
	Hembra	66	64	65,0
0,30 "	Macho	97	94	95,5
	Hembra	77	72	74,5
0,35 "	Macho	100	100	100,0
	Hembra	94	94	94,0

\* Acetona (1 µl/mosca).

Cuadro 11. Porcentaje de mortalidad de machos de mosca del Mediterráneo en diferentes generaciones, 24 horas después de la aplicación tópica de Lebaycid.

Dosis	Exp. No	% Mortalidad en diferentes generaciones							
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8	Gen 9
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005 µg/m	I	8	-	-	-	-	-	-	-
	II	4	-	-	-	-	-	-	-
0,006 "	I	16	24	20	12	16	20	16	28
	II	16	12	12	24	20	24	24	20
0,008 "	I	40	44	40	36	36	28	28	32
	II	32	36	32	32	36	36	32	32
0,010 "	I	56	68	60	52	52	44	48	56
	II	48	48	44	52	48	52	52	52
0,012 "	I	72	76	80	76	84	76	76	80
	II	84	72	72	84	72	80	80	72
0,015 "	I	88	92	84	88	92	84	84	88
	II	96	92	92	80	84	84	84	84
0,020 "	I	96	96	96	88	100	92	92	92
	II	100	96	92	92	88	92	96	92
0,025 "	I	-	100	96	96	100	100	96	100
	II	-	100	100	96	92	100	100	100

\* Acetona (1 µl/mosca).

Cuadro 12. Porcentaje de mortalidad de hembras de mosca del Mediterráneo en diferentes generaciones 24 horas después de la aplicación tópica de Lebaycid.

Dosis	Exp. Nº	% Mortalidad en diferentes generaciones							
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8	Gen 9
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005 µg/m	I	4	-	-	-	-	-	-	-
	II	4	-	-	-	-	-	-	-
0,006 "	I	12	8	8	0	12	8	8	8
	II	8	4	8	16	8	4	12	8
0,008 "	I	24	12	8	12	16	20	16	20
	II	16	16	16	20	16	16	16	16
0,010 "	I	40	28	24	24	28	32	28	28
	II	28	24	36	28	28	28	32	28
0,012 "	I	60	52	40	44	48	48	52	52
	II	40	36	44	40	40	48	52	52
0,015 "	I	84	72	72	64	64	64	64	64
	II	56	64	64	72	64	68	68	68
0,020 "	I	92	92	80	84	76	76	76	80
	II	76	76	80	80	80	76	76	84
0,025 "	I	-	100	92	92	88	92	92	92
	II	-	92	84	84	88	92	96	92

\* Acetona (1 µl/mosea).

Cuadro 13. Porcentaje de mortalidad de machos de mosca del Mediterráneo en diferentes generaciones 24 horas después de la aplicación tópica de dieldrín.

Dosis	Exp. N <sup>o</sup>	% Mortalidad en diferentes generaciones						
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0
0,012 µg/m	I	28	8	12	8	12	12	8
	II	28	8	12	12	8	16	16
0,015 "	I	44	12	20	16	16	16	12
	II	40	12	12	16	16	24	28
0,025 "	I	48	36	48	32	40	36	40
	II	52	44	32	40	36	40	44
0,035 "	I	72	60	64	56	60	60	64
	II	76	68	56	56	52	56	64
0,045 "	I	76	88	76	76	84	76	76
	II	76	68	76	76	68	84	76
0,055 "	I	96	88	88	80	88	84	84
	II	88	76	76	84	76	88	80
0,065 "	I	100	96	92	92	96	92	96
	II	96	84	92	96	88	96	96

\* Acetona (1 µl/mosca).

Cuadro 14. Porcentaje de mortalidad de hembras de mosca del Mediterráneo en diferentes generaciones 24 horas después de la aplicación tópica de dieldrin.

Dosis	Exp. No	% Mortalidad en diferentes generaciones						
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0
0,012 $\mu\text{g}/\text{m}$	I	0	0	0	4	4	4	4
	II	4	4	0	4	4	4	4
0,015 "	I	12	12	4	8	12	8	8
	II	12	4	4	8	8	8	12
0,025 "	I	32	24	16	24	20	24	24
	II	20	8	16	24	20	20	24
0,035 "	I	36	40	32	36	40	40	40
	II	40	20	36	40	36	36	40
0,045 "	I	64	48	56	60	56	56	60
	II	60	52	44	52	52	56	60
0,055 "	I	64	68	64	64	64	64	68
	II	68	60	60	60	64	60	64
0,065 "	I	80	76	76	76	80	80	80
	II	80	76	72	76	80	80	84

\* Acetona (1  $\mu\text{l}/\text{mosca}$ ).

Cuadro 15. Porcentaje de mortalidad de machos de mosca del Mediterráneo en diferentes generaciones 24 horas después de la aplicación tópica de malathion.

Dosis	Exp. Nº	% Mortalidad en diferentes generaciones						
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0
0,015 µg/m	I	12	20	20	24	20	24	24
	II	8	20	24	16	16	12	20
0,020 "	I	32	24	24	28	24	28	32
	II	16	24	24	20	24	24	32
0,030 "	I	48	44	44	40	40	44	48
	II	36	48	40	40	44	40	44
0,050 "	I	68	76	68	68	68	68	72
	II	60	84	68	64	72	64	72
0,070 "	I	84	80	80	88	84	84	84
	II	84	88	84	76	84	76	84
0,090 "	I	92	96	92	96	88	88	92
	II	100	100	92	88	92	92	92
0,10 "	I	-	-	100	100	96	96	96
	II	-	-	96	96	96	96	96

\* Acetona (1 µl/mosca).



Cuadro 16. Porcentaje de mortalidad de hembras de mosca del Mediterránea en diferentes generaciones 24 horas después de la aplicación tópica de malathion.

Dosis	Exp. No	% Mortalidad en diferentes generaciones						
		Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8
Testigo*	I	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0
0,015 µg/m	I	12	0	8	4	8	4	8
	II	4	4	0	8	8	8	12
0,020 "	I	12	4	12	4	12	12	16
	II	8	12	8	12	12	12	16
0,030 "	I	20	12	20	24	24	24	20
	II	20	16	20	20	24	20	24
0,050 "	I	52	32	48	48	44	48	48
	II	48	32	40	44	48	44	48
0,070 "	I	60	52	60	52	56	56	60
	II	48	52	48	60	60	56	60
0,090 "	I	76	64	80	76	76	80	80
	II	76	72	64	72	80	68	80
0,10 "	I	-	-	88	84	88	92	92
	II	-	-	76	88	92	84	92

\* Acetona (1 µl/mosca).