

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

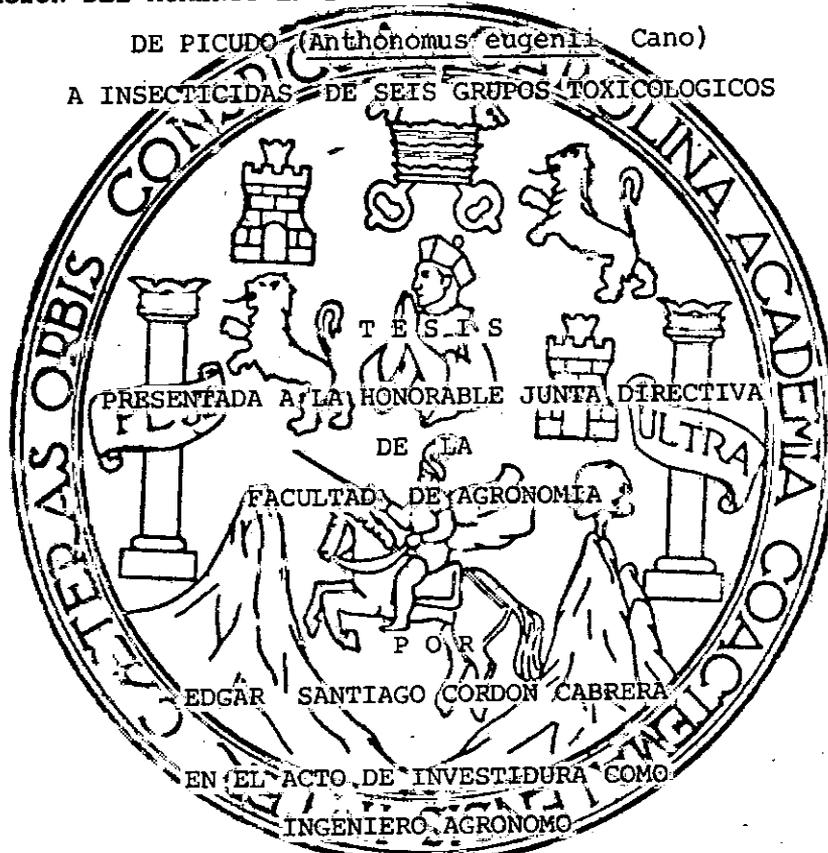
FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

EVALUACION DEL AUMENTO EN LA POBLACION DE INDIVIDUOS RESISTENTES

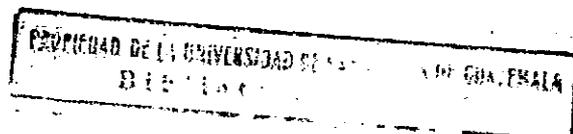
DE PICUDO (*Anthonomus eugeni* Cano)

A INSECTICIDAS DE SEIS GRUPOS TOXICOLOGICOS



EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1990



Dh
01
T(1156)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Maynor E. Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO	P. Agr. Alfredo Itzep M.
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marco Tulio Santos
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala,
15 de octubre de 1990

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Presente

Señores Miembros:

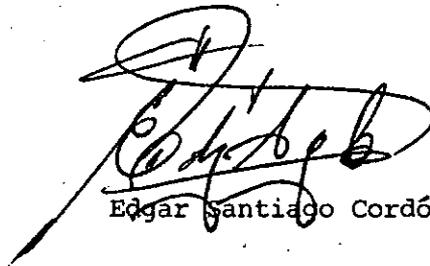
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San -
Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el
trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DEL AUMENTO EN LA POBLACIÓN DE INDIVIDUOS RESISTENTES DE
PICUDO (Anthonomus eugenii Cano) A INSECTICIDAS DE SEIS GRUPOS TOXICO
LOGICOS"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agró-
nomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo tenga su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,



Edgar Santiago Cordon Cabrera

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

TODOPODEROSO

A MIS PADRES:

Santiago Cordón Rubio

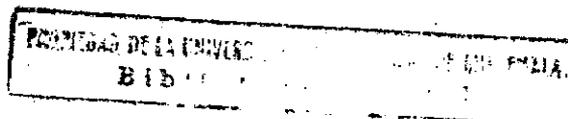
Zoila G. Cabrera Lara de Cordón

A MIS HERMANOS

A TODA LA FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL

AGRADECIMIENTO

Quiero patentizar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de cualquier manera contribuyeron a la realización de este trabajo.



CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE GRAFICAS	iv
RESUMEN	vi
I INTRODUCCION	1
II JUSTIFICACION	2
III HIPOTESIS	2
IV OBJETIVOS	3
V REVISION BIBLIOGRAFICA	3
A. Características generales del cultivo de chile pimien- to (<u>C. annum</u>)	3
B. Características y ciclo biológico del picudo del chile (<u>A. eugenii</u>)	4
C. Control químico	4
D. Grupos toxicológicos	6
E. Resistencia	6
F. Objetivos de la determinación de resistencia	7
G. Dosis letal media, DL50	8
H. Sitio de acción	8
I. Mecanismos de resistencia	9
J. Métodos para la determinación de resistencia	9
K. Marco de referencia	10
VI METODOLOGIA	11
A. Fase de campo para obtener el material biológico para los bioensayos	12

	PAGINA
B. Establecimiento de las parcelas de recolección de material biológico	13
C. Fase de laboratorio	14
D. Productos químicos en estudio	18
VII RESULTADOS Y DISCUSION	22
A. Determinación de las concentraciones parentales	22
B. Ventana de respuesta biológica (V.R.B.)	22
C. Comportamiento de la ventana de respuesta biológica de los productos químicos en estudio	29
D. Dosis intermedias	30
E. Determinación de la dosis letal media (DL50) por el método estadístico	36
F. Determinación de la dosis letal media (DL50) por el método del papel probit	56
G. Discusión general	63
VIII CONCLUSIONES	64
IX RECOMENDACIONES	65
X BIBLIOGRAFIA	67
XI ANEXOS	69

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Manejo tradicional en el control de <u>Anthonomus eugenii</u> Cano. en el municipio de Cabañas, Zacapa. 1986-1987	5
2	Concentraciones parentales	22
3	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Endosulfán	23
4	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Methyl-Parathión	24
5	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Azinfón-Methyl	25
6	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Malathión	26
7	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Carbaryl	27
8	Determinación de la ventana de respuesta biológica, para la primera y segunda población. Insecticida Cyfluthrín	28
9	Preparación de la dosis intermedia en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Endosulfán	30
10	Preparación de la dosis intermedia en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Methyl-Parathión	31

CUADRO No.		PAGINA
11	Preparación de dosis intermedias en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Azinfós-Methyl	32
12	Preparación de dosis intermedias en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Malathión	33
13	Preparación de dosis intermedias en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Carbaryl	34
14	Preparación de dosis intermedias en ppm, para la primera y segunda población. Insecticida Cyfluthrín	35
15	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Endosulfán	36
16	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Endosulfán	37
17	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Methyl-Parathión	39
18	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Methyl-Parathión	40
19	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Azinfós-Methyl	42
20	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Azinfós-Methyl	43
21	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Malathión	45
22	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Malathión	46

CUADRO No.		PAGINA
23	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Carbaryl	48
24	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Carbaryl	49
25	Cálculo de la DL50, primera población. Insecticida Cyfluthrín	51
26	Cálculo de la DL50, segunda población. Insecticida Cyfluthrín	52
27	Dosis letal media de 6 insecticidas, aplicados en adultos de picudo para la primera y segunda población	54

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA No.		PAGINA
1	Efecto del endosulfán por el método estadístico para la primera y segunda población de picudos	38
2	Efecto del methyl-Parathión por el método estadístico para la primera y segunda población de picudos	41
3	Efecto del azinfós-methyl por el método estadístico para la primera y segunda población de picudos	44
4	Efecto del malathión por el método estadístico para la primera y segunda población de picudos	47
5	Efecto del carbaryl por el método estadístico para la primera y segunda población de picudos	50
6	Efecto del cyfluthrín por el método estadístico, para la primera y segunda población de picudos	53
7	Efecto del endosulfán por el método del papel probit, para la primera y segunda población de picudos	57
8	Efecto del methyl-parathión por el método del papel probit, para la primera y segunda población de picudos	58
9	Efecto del azinfós-methyl por el método del papel -probit para la primera y segunda población de picudos	59
10	Efecto del malathión por el método del papel probit para la primera y segunda población de picudos	60

GRAFICA No.		PAGINA
11	Efecto del carbaryl por el método del papel prohibit para la primera y segunda población de picudos	61
12	Efecto del cyfluthrín por el método del papel prohibit para la primera y segunda población de picudos	62

EVALUACION DEL AUMENTO EN LA POBLACION DE INDIVIDUOS RESISTENTES
 DE PICUDO (Anthonomus eugenii Cano)
 A INSECTICIDAS DE SEIS GRUPOS TOXICOLOGICOS

PEPPER WEEVIL'S (Anthonomus eugenii Cano) INCREASE POPULATION
 TEST TO SIX DIFFERENT'S TOXICOLOGICAS GROUPS RESISTENCE

R E S U M E N

El aumento de población resistente de picudos (Anthonomus eugenii Cano) hacia los insecticidas disponibles en la región oriental de Guatemala, es originada por el uso intensivo de un insecticida o sustitución por otro que comparte un mecanismo común de resistencia.

Se efectuó el estudio de resistencia para los productos químicos: Endo--sulfán, GT⁺ 3; Methyl-Parathion GT⁺ 10; Azinfós-Methyl GT⁺ 14, Malathión GT⁺ 16; Carbaryl GT⁺ 18; Cyfluthrín GT⁺ 21.

Se establecieron seis parcelas de chile pimiento (Capsicum annum Lineo), para abastecimiento de picudos, una para cada insecticida en estudio, se tomaron dos muestreos, el primero formado por picudos recolectados 37 días después del trasplante y el segundo después de 10 aplicaciones de insecticida en cada parcela.

Se trazó la línea de respuesta logarítmico dosis-mortalidad (L-D-P); se calculó la dosis letal media (DL50) para la primera población y para la segunda población. Utilizando el método del papel probit, de este se obtiene directamente la DL50 y el método estadístico, calcula la DL50 por medio de una ecuación de regresión lineal. Ambos métodos relacionan la concentración de insecticida con el porcentaje de mortalidad. Las soluciones fueron disminuyendo al utilizar acetona como solvente. El porcentaje de mortalidad se obtiene usando el método de aplicación residual.

+ GT: Grupo Toxicológico.

En la primera población de picudos, los productos Azinfós-Methyl y Carbaryl presentaron menor toxicidad al picudo, dado que necesitaron las concentraciones más altas para lograr el 50% de mortalidad. En contraposición al Cyfluthrín presentó la más alta toxicidad. Los productos Endosulfán, Methyl-Parathión y Malathión poseen una toxicidad intermedia. En la segunda población de picudos la resistencia al Methul-Parathión aumentó en menor proporción comparado con los otros insecticidas estudiados. Los productos Carbaryl y Cyfluthrín, produjeron el mayor aumento de resistencia por parte del picudo. El Endosulfán y Malathión producen una resistencia intermedia.

Dado que todos los insecticidas producen resistencia al picudo se recomienda: no usar intensivamente un mismo insecticida, sino rotarlo con otro de diferente grupo toxicológico, con el objeto de no elevar la resistencia a niveles muy altos, lo cual compromete muy seriamente el control del picudo.

I. INTRODUCCION

En la región oriental de Guatemala, el cultivo de chile pimiento (Cap-sicum annum Lineo), ha formado parte de uno de los productos agrícolas con alto grado de rentabilidad. Sin embargo, en los últimos años el entusiasmo por los agricultores de producir chile, ha disminuído, debido al daño cau-ado a los frutos por el picudo (Anthonomus eugenii Cano).

El mayor problema al que se enfrenta el agricultor, es la resistencia que presenta la población de picudos hacia los insecticidas disponibles en la región, provocada por la falta de conocimientos tecnológicos sobre control de plagas. Esto no solo causa resistencia, sino que resulta antieconómico, perturba el medio ecológico y constituye un peligro para la salud de los consumidores.

Según Berttini (1970), citado por Rodríguez (1982), dice: "La resistencia es una menor sensibilidad de una población de especies animales o vegetales ante un antiparasitario o un agente de lucha contra las plagas como resultado de su aplicación" (14).

Rodríguez (1982), dice que es necesario para una elección correcta de un sustituto a un insecticida que va perdiendo efectividad, que se tomen en cuenta los principios de acción de los grupos toxicológicos. Debido que cada grupo posee una fuerte afinidad respecto a los mecanismos de resistencia que comparten (14).

Se detectó el aumento de población resistente de la primera a la segunda población de picudos, para seis insecticidas de seis grupos toxicológicos, por medio del cálculo de la dosis letal media (DL50).

Para obtener la dosis letal media (DL50), se utilizó el método del papel probit y el método estadístico. Ambos métodos relacionan el porcentaje de mortalidad con las diferentes concentraciones de cada insecticida.

El bioensayo se montó en el laboratorio del Centro Universitario de Oriente, Chiquimula. A partir de octubre de 1989.

II. JUSTIFICACION

En la región oriental del país el bajo rendimiento que se tiene en el cultivo de chile (Capsicum sp.) es causado principalmente por la plaga Anthonomus eugenii C. (picudo del chile).

Este insecto por la resistencia que ha adquirido a los insecticidas, se ha convertido en la plaga más importante a combatir en el cultivo del chile. Debido al uso de productos químicos ya sea en concentraciones e levadas, haciendo mezclas o en mayor número de aplicaciones; el manejo inadecuado de los insecticidas han dado como resultado que el insecto adquiera resistencia, perdiendo así la efectividad de los productos químicos y la posibilidad de poder reducir los efectos de la plaga.

Pacheco, T. (1987) y Muñoz, V. (1988), definen la forma tradicional de aplicación de insecticidas en Cabañas, Zacapa, para el control de picudo, en el cual demuestran que el agricultor efectúa 17 aplicaciones en total, en el cual hace aplicaciones de diferentes insecticidas, mezclas inadecuadas y rotación o uso alternado inadecuado de insecticidas.

Las pruebas de bioensayos con la finalidad de determinar dosis o concentraciones letales sobre determinada plaga es indispensable para una selección correcta del sustituto al insecticida que ya perdió efectividad, además, minimiza los costos de producción por el uso correcto de los productos químicos en el control del picudo.

III HIPOTESIS

La resistencia del insecto Anthonomus eugenii Cano. tiene la misma tendencia o el mismo incremento indistintamente del insecticida de que se trate.



IV. OBJETIVOS

1. GENERAL

Contribuir al entendimiento y manejo de la evolución de la resistencia de la población de picudos (Anthonomus eugenii C.) a los diferentes grupos toxicológicos para manejarlos adecuadamente.

2. ESPECIFICOS

- 2.1 Obtener la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P), para cada grupo toxicológico estudiado.
- 2.2 Encontrar la dosis letal media (DL50), para la primera y segunda población de picudos, a nivel de laboratorio y para cada insecticida de los grupos toxicológicos estudiados.
- 2.3 Comparar el método del papel probit versus el método estadístico en el cálculo de la dosis letal media (DL50).
- 2.4 Determinar el incremento de la resistencia de Anthonomus eugenii C. a los diferentes insecticidas estudiados.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. CARACTERISTICAS GENERALES DEL CULTIVO DE CHILE PIMIENTO

El chile pimiento (Capsicum annum L.) es una solanacea, originaria de América, es una planta anual, de tallo anguloso y semileñoso, sencillo en la base, ramificado dicotómicamente en su parte superior. Puede alcanzar alturas de 60 a 120 cm, según sea la variedad, sus hojas están dispuestas en forma alterna y con flores blancas axilares; fructifica en baya semicartilaginosa, de forma y dimensiones distintas, con dos o tres celdas no completamente aisla-

das y se le cultiva para el aprovechamiento de los frutos. Es una planta de clima cálido y templado, prefiere suelos francos y franco-arenosos, fértiles y profundos, con pH de 5 a 7 (3).

B. CARACTERISTICAS Y CICLO BIOLÓGICO DEL PICUDO DEL CHILE

Según su clasificación taxonómica pertenece al Phylum Arthropoda; clase insecta; orden Coleóptera; familia Curculionidae; sub-familia Anthonomidas; género Anthonomus; especie A. eugenii Cano (3).

Su tamaño es variable entre 2 y 3.5 mm de longitud, teniendo la forma oval típica del género Anthonomus. Su color varía de caoba oscuro a casi negro, dependiendo principalmente de la edad del adulto (8).

Sus larvas son ápodas, con cabeza de color café, midiendo 6 mm de largo y se encuentra formando túneles en las masas de semillas y al igual que las pupas, se localizan en el centro y dentro de los frutos de Chile. Los adultos se tornan a un color que va de café negro a gris brillante. Estos se posan sobre las yemas florales o los frutos pequeños, en donde ovipositan (3, 10).

Barillas y Ortíz determinaron que la duración del ciclo biológico de A. eugenii, es de 37 días, divididos en 3 días en estado de huevo, 10 para el estado de larva, 4 en estado pupal y 20 días en estado adulto (2, 10).

Se reporta que la hembra del picudo oviposita en botones terminales, botones florales, flores y frutos jóvenes; la duración del período de oviposición y el número de huevos depositados por cada hembra es sumamente variable (10).

C. CONTROL QUÍMICO

Es el tipo de control que utiliza insecticidas, los cuales son com-

puestos químicos con capacidad para controlar el insecto-plaga -
(1).

En la región oriental del país este tipo de control se realiza en forma intensa, con altas concentraciones, con elevado número de aplicaciones, como mezclas y como método único en el control de plagas. Esta forma de aplicar insecticidas trae como resultado el aumento de resistencia de los insectos hacia los productos químicos (3). (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Manejo tradicional en el control de Anthonomus eugenii Cano, en el municipio de Cabañas, Zacapa. 1986-1987.

PRODUCTOS QUIMICOS (POR APLICACION EN BOMBA ASPERSORA DE 4 GALONES)		NUMERO DE APLICACIONES
AZODRIN	= monocrotofón (4) FA-OM organofosforado alifático	2
METAVIN- METASYSTOX	= ocidemotón metílico (4) organofosforado alifático	2 (mezcla)
BAYTROID	= cyfluthrin (21) piretroide permetrina-fenvalerato	
GUSATHION	= azinfós metílico (14) FH-SM Organofosforado heterocíclico	1 (mezcla)
LANNATE	= metomil (17) CA-MM carbamato alifático	
BAYTROID	= cyfluthrín (21) piretroide permetrina-fenvalerato	5
BAYTROID	= cyfluthrin (21) piretroide permetrina-fenvalerato	
TAMBO	= profenofos + cipermetrina (9+21) organofosforado cíclico	3 (mezcla)
LANNATE	= metomil (17) CA-MM carbamato alifático	
AZODRIN	= monocrotofós (4) FA-OM organofosforado alifático	3 (mezcla)
BAYTROID	= cyfluthrin (21) piretroide permetrina-fenvalerato	

FUENTE: Pacheco, A.B. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, USAC.

(11)

D. GRUPOS TOXICOLÓGICOS

Grupo toxicológico son los que se encuentran agrupados por la molécula principal. Ej. clorados, fosforados. Es necesario para una elección correcta de un sustituto a un insecticida que va perdiendo efectividad en el control de la plaga que esté tratando, que se tomen en cuenta los principios de acción de los grupos toxicológicos (12).

Características más sobresalientes de los grupos toxicológicos: a) dentro de cada grupo, sus elementos poseen una fuerte afinidad respecto a los mecanismos de resistencia que comparten; b) los grupos toxicológicos deben ser por su naturaleza esencialmente diferentes entre sí; c) cada insecto debe ser claramente ubicado dentro de su grupo respectivo (12).

E. RESISTENCIA

La resistencia que las poblaciones de insectos-plaga presentan hacia los insecticidas disponibles en la localidad, ha sido una de las causas importantes que han motivado la sustitución de cultivos de gran trascendencia económica (5). Debido a eso, se hace necesario hacer estudios de resistencia a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos con la finalidad de analizar la evolución de las DL50; y cuando el producto químico ya no sea efectivo poder decidir su aumentar la dosis sea más conveniente que cambiar a otro insecticida que no esté relacionado con el anteriormente usado (15) (Anexo cuadro 1).

1. Definición de resistencia a los insecticidas:

Bertini, 1970, citado por Rodríguez (1982) indica que: "La resistencia es una sensibilidad de una población de especies animales o vegetales ante un antiparasitario o un agente de lucha contra las plagas como resultado de su aplicación". (14).

Lagunes, 1982, indica que: "Una población es resistente cuando ya no puede ser controlada económicamente con determinado insecticida". (6)

2. Teorías de la resistencia:

Teoría Preadaptativa:

Propone que los genes que confieren la resistencia a los tóxicos, ya están presentes en la población y dichos tóxicos solo seleccionan a los individuos que tienen estos genes.

Teoría posadaptativa:

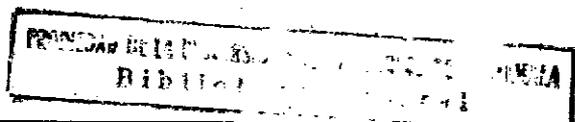
Sostiene que los tóxicos inducen los cambios bioquímicos en los sobrevivientes, haciéndolos resistentes.

La teoría más aceptada es la preadaptativa, la cual aprecia el fenómeno desde un punto de vista evolutivo, es decir, de la sobrevivencia del más apto (5).

- F. La determinación de los niveles de susceptibilidad o resistencia, tiene dos objetivos básicos: A) detectar lo más pronto posible la aparición de genotipos resistentes; y B) observar la evolución de la resistencia a través de la cuantificación del promedio de cambio en el nivel de la susceptibilidad en la población hacia un insecticida determinado expresado en DL50, DL95, etc.

El propósito del primer objetivo se refiere a la detección de individuos resistentes antes de que el fenómeno de la resistencia sea un grave problema y evitar el decremento repentino en la efectividad de los plaguicidas.

El segundo objetivo está encaminado a conocer los niveles de susceptibilidad o resistencia a través del tiempo en una localidad determinada. El uso de la DL50 ó DL90 revela los cambios de posición de la línea l-d-p la cual tiende a desplazarse a la derecha



a medida que aumenta la frecuencia de genes de resistencia (5).

G. DOSIS LETAL MEDIA (DL50)

Es la dosis de un insecticida expresado en mg/kg que es capaz de matar aproximadamente el 50% de la población.

Para encontrar la DL50 a cualquier insecticida en una especie dada el primer paso consiste en determinar la dosis máxima cuyo efecto se refleja en una mortalidad de cero por ciento o un valor cercano a éste y la dosis más baja capaz de matar al cien por ciento de los especímenes bajo prueba. A dicho rango de respuesta se le conoce como ventana de respuesta biológica (5). Una vez encontrada la ventana de respuesta biológica, el siguiente paso consiste en preparar diluciones intermedias para determinar la línea de respuesta dosis-mortalidad.

H. SITIO DE ACCION

Para que el insecticida mate al insecto, necesita vencer una serie de barreras, hasta llegar al sitio de acción donde interfiere algún proceso vital. Los individuos resistentes poseen alguna barrera fisiológica (integumento poco permeable), o bio-química (mayor detoxificación enzimática), que descompone o almacena al plaguicida, antes que llegue al sitio de acción (6).

Factores que afectan la llegada del tóxico al sitio de acción:

- a. Volatilidad: a mayor volatilidad mayor pérdida;
- b. Descomposición: fotoquímica ó hidrolítica;
- c. Penetración: ya sea mayor ó menor (reducida);
- d. Partición en lípidos (por almacenamiento);
- e. Excreción (sin degradarse);
- f. Proporción de activación;

- g. Degradación bioquímica;
- h. Insensibilidad en el sitio de acción. (6)

I. MECANISMOS DE RESISTENCIA

- a. Reducida penetración en la cutícula;
- b. Insensibilidad en el sitio de acción;
- c. Sensibilidad reducida en el receptor del sitio de acción;
- d. Mayor destoxificación enzimática; siendo éste el mecanismo más común en los insectos. (6)

J. METODOS PARA LA DETERMINACION DE RESISTENCIA

1. Bioensayo:

Es cualquier método que permita determinar alguna propiedad de un material o sustancia en base a la respuesta biológica que producen. Constituye una herramienta de vital importancia para la evaluación de los niveles de resistencia o susceptibilidad de las plagas a los plaguicidas (5).

Someter a pruebas de bioensayos a los plaguicidas agrícolas con la finalidad de determinar dosis o concentración letal sobre determinada plaga, está adquiriendo carácter de obligatoriedad para su uso correcto. Los bioensayos para determinar los niveles de resistencia de las plagas a los plaguicidas puede llevarse a cabo con individuos colectados en el campo y sin reproducirlos en laboratorio, los datos son bastante confiables si la muestra es representativa (5).

2. Método de aplicación residual:

Este método consiste en aplicar a un frasco de volumen conocido el insecticida disuelto en acetona, posteriormente el frasco se rota para que al evaporarse la acetona, quede el insecticida residual.

ticida impregnado en las paredes interiores del frasco. Las lecturas de mortalidad se realizarán diariamente durante cuatro días después de la aplicación. Del porcentaje de insectos muertos durante 2 días, se basan los resultados finales (13).

K. MARCO DE REFERENCIA

1. Unidades Probit:

Existen una tablas (anexo cuadro 2) que nos permiten hacer directamente dichas transformaciones, su manejo es sencillo, pues para encontrar el valor de Probit para cierta mortalidad por ejemplo del 40% basta con buscar el 40% en la línea vertical del lado izquierdo y el 0 en la línea horizontal superior y donde se cruzan se localiza el valor del Probit, en este caso es de 4.75.

2. Papel Log.-Probit:

Se utiliza para trazar la línea logaritmo dosis-mortalidad y calcular cualquier DL_x . Son hojas especiales, donde no se necesitan transformar el porcentaje de mortalidad a unidades Probit ni la dosis a su logaritmo. Cada hoja consta de tres ciclos perfectamente diferenciados, cada uno de éstos varía en centenas, decenas, décimos, centésimos, milésimos. El valor de cada ciclo debe asignarse de acuerdo a los valores de las dosis, de tal manera que todos los valores de las dosis queden cubiertos (4, 5) (Anexo gráfica 3).

3. Línea de Respuesta Logaritmo Dosis-Mortalidad (L-D-P)

Es la relación entre el logaritmo de la dosis de un insecticida y la mortalidad expresada en unidades Probit de los especímenes bajo estudio. Dicha línea tiende a desplazarse a la derecha a medida que aumenta la frecuencia de genes de resisten-

cia (5).

4. Ventana de Respuesta Biológica:

Corresponde a la mayor cantidad de insecticida cuyo efecto se refleja en una mortalidad de 0% hasta la menor cantidad de insecticidas capaz de matar al 100% de la población de insectos. (5).

5. Concentraciones Parentales:

Son las cantidades en mililitros de producto químico equivalente a un gramo de ingrediente activo disuelto en cien mililitros de solvente (acetona), para lograr concentraciones al 1% (5).

6. Material Biológico:

Los picudos (A. eugenii) representan el material biológico - (5).

VI. METODOLOGIA

El presente trabajo es un estudio que determinó la resistencia a los insecticidas en el picudo del chile (Anthonomus eugenii). Utilizando la metodología propuesta por W. Plapp (1971) y T.A. Lagunes (1974). Esta metodología relaciona los datos de mortalidad que se obtienen al usar diferentes concentraciones de insecticida, para luego obtener la ecuación de regresión y así, calcular la dosis letal media.

Para dicho estudio se obtuvo la dosis letal media (DL50) de la primera población, para cada insecticida de cada grupo toxicológico, por medio del método de la ecuación lineal simple, que relaciona la dosis en partes por millón (ppm) con el porcentaje de mortalidad.

Después se obtuvo la dosis letal media (DL50) para la segunda población y se comparó con la DL50 de la primera población.

La primera población o población original:

Se procedió al desarrollo del cultivo de chile (Capsicum annum L.); 20 días después del trasplante inició la floración, a partir de este momento se presentaron los picudos; cuando se inició la formación de -- frutos, la población de picudos había aumentado considerablemente. Entonces se colectaron frutos conteniendo huevos, larvas y pupas, los que se llevaron al laboratorio y fueron colocados en las cámaras de cría, donde al terminar el período pupal los picudos adultos salieron al exterior de los frutos y se utilizaron para calcular la ventana de respuesta biológica y luego determinar la dosis letal media; esta -- DL50 corresponde entonces a los progenitores.

La segunda población o población final:

Se utilizó un solo insecticida por parcela, efectuando lo aplicacio-- nes con intervalos de 2 días entre cada fumigación. Supuestamente -- los adultos que resistieron el insecticida continuaron en el campo el ciclo biológico, apareándose en su momento, para producir la primera generación; se colectaron frutos con huevos, larvas y pupas en cada parcela, para obtener la DA50 de cada grupo toxicológico y compararla con la DL50 de la primera población y así, determinar la adquisición de resistencia para cada insecticida de cada grupo toxicológico.

A. FASE DE CAMPO PARA OBTENER EL MATERIAL BIOLÓGICO PARA BIOENSAYOS

Se desarrolló el cultivo del chile pimiento (C. annum) en la aldea San Esteban, municipio de Chiquimula, Chiquimula, a una altura de 424 msnm, con latitud de 14°48'00" y longitud de 89°32'40",

ubicada a 4 km al sur de la cabecera departamental. El clima es cálido, con días claros en la mayor parte del año, con una precipitación pluvial de 800 mm anuales y una temperatura media de 27° C.

B. ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS DE RECOLECCION DE MATERIAL BIOLÓGICO

- 6 parcelas, 1 para cada insecticida;
- Area de cada parcela 100 m², con calles de 1 metro;
- Chile pimiento variedad criolla;
- Cada parcela al aparecer los frutos fue tratada con un grupo - toxicológico diferente para el control del picudo (Anexo gráfico 1).

1. Fase de recolección de la primera población:

Al iniciarse la formación de frutos se colectaron algunos frutos conteniendo huevos, larvas y pupas, los que se llevaron al laboratorio y fueron colocados en cámaras de cría, donde al terminar el período pupal los adultos se utilizaron para calcular la ventana de respuesta biológica y luego determinar la dosis letal media.

2. Fase de recolección para la segunda población:

Para obtener la primera generación de picudos expuestos a un solo insecticida, se diseñaron parcelas de 100 m² con calles de 1 m, además se aisló una parcela de otra con plástico de 1.5 m de altura. A cada parcela se le asignó un insecticida para el control del picudo, utilizando la dosis sugerida por la casa comercial, aplicando el insecticida cada 2 días después del trasplante, de 6 a 8 horas de la mañana.

3. Etapas para la recolección:

a. Muestreo:

Cada parcela se dividió en cuadrantes para colectar los frutos de chile ya ovipositados por hembras de picudo.

b. Transporte del material biológico del campo al laboratorio:

Ya que el material biológico son huevos, larvas y pupas y están dentro de los frutos de chile, el transporte no representa problema (5).

c. Manejo de los especímenes en la cámara de cría:

Se inspeccionó el material con la finalidad de desechar a los individuos que murieron, así como se eliminó a enemigos naturales que se trajo consigo.

C. FASE DE LABORATORIO

Se colectó A. eugenii en los estadios de: huevos, larva y pupa dentro de chiles (C. annuum) en las parcelas experimentales.

Se estableció la cría con una dieta natural, consistente en frutos de chile; en un laboratorio del Centro Universitario de Oriente - (CUNORI), con una temperatura promedio de 26°C, con una humedad relativa promedio de 65-70% y un fotoperíodo de 12 horas de luz y 12 horas de obscuridad.

Para este estudio se usó el método de aplicación residual. Este método consiste en exponer a un número determinado de insectos a una película de insecticida aplicado a las paredes interiores de un frasco. Para cada concentración de insecticida se emplearon - 10 adultos por frasco con 5 repeticiones, además 3 testigos con a cetona para corregir la mortalidad con la fórmula de Abbott (citada en la bibliografía no. 13).

Ajuste de % de mortalidad =
$$\frac{\% \text{ sobreviviente en testigo} - \% \text{ sobrevivientes en la dosis}}{\% \text{ sobrevivientes en testigo}} * 100$$

1. Preparación de las concentraciones parentales:

Para preparar cada una de las concentraciones se utilizó el sistema de ecuaciones siguientes: (5)

$$(A) \times (B) = C$$

+ +

$$(D) \times (E) = F$$

$$(G) \times (H) = I$$

Donde:

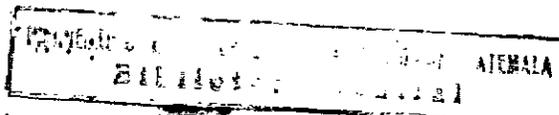
- A. Es la cantidad en ml o gr de la solución parental que se utilizó como base para preparar la dilución deseada.
- B. Concentración de la solución parental
- C. Es el producto de (A) x (B)
- D. Es la cantidad en ml de solvente que se utilizó
- E. Concentración tóxica del solvente
- F. Es el producto de (D) x (E), este será cero
- G. Es la suma de (A) + (D) y representa la cantidad total en ml de la solución que se desea preparar
- I. Es la suma de (C) + (F)

a. Preparación de las diluciones:

Para encontrar la DL50 a cualquier insecticida en una especie dada el primer paso consistió en determinar la dosis máxima cuyo efecto se refleje en una mortalidad de cero por ciento o un valor cercano a éste y la dosis más baja capaz de matar al 100% de los especímenes bajo prueba. A dicho rango de respuesta se le conoce como ventana de respuesta biológica. (5)

b. Preparación de dosis intermedias en ppm:

Una vez determinada la ventana de respuesta biológica se procedió a la preparación de dosis intermedias entre el -



cero y el cien por ciento de mortalidad, formando una tabla con cuatro columnas A, B, C, D. (5)

Donde:

- A. Concentración del insecticida previamente preparadas. expresadas en porcentaje.
- B. Son las concentraciones del insecticida previamente preparadas. Expresadas en partes por millón (ppm)
- C. Cantidad en ml que debe tomarse del frasco de la columna A y agregarse al vaso del tratamiento para obtener la concentración deseada en ppm en vasito de la columna D.
- D. Dosis intermedia en ppm en vasito que se desean preparar.

Ecuación de cálculo: $C = D/B$

2. Métodos para la obtención de la línea L-D-P:

Se utilizaron dos métodos para obtener la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P). La relación entre la dosis y la mortalidad está representada por una línea sigmoide, la cual es difícil de interpretar; por lo que es deseable transformarla para poder ajustar un modelo de línea recta. Para realizar esto es necesario usar el logaritmo de la dosis y cambiar el porcentaje de mortalidad a unidades Probit. (5)

- a. Transformación del porcentaje de mortalidad a unidades Probit:
Existen unas tablas que nos permiten hacer directamente dicha transformación (Anexo cuadro 2).
- b. Transformación de la dosis a su logaritmo:
Cada dosis utilizada se transforma a su correspondiente logaritmo (5).

a. Método estadístico:

Este utiliza el método de la regresión lineal simple. La línea recta de mejor ajuste no se traza a criterio del investigador, sino que por métodos estadísticos se obtienen los valores de la ordenada al origen y la pendiente. (5).

Primer paso: Obtener el valor de la pendiente utilizando la siguiente ecuación de cálculo:

$$b_1 = \frac{\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i) / n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n}$$

Donde:

X_i Es el logaritmo de la dosis

Y_i Son las unidades probit

$\sum X_i Y_i$ es la sumatoria del producto de X_i por Y_i

$\sum X_i^2$ es la sumatoria de X_i elevado al cuadrado

n es el número de pruebas de mortalidad.

Sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y b_1 en la ecuación siguiente, se obtiene el valor de b_0 .

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Donde:

\bar{Y} es el promedio de los valores probit

b_0 es la ordenada al origen

b_1 es la pendiente de la línea

\bar{X} es el promedio de los logaritmos de las dosis.

La ecuación de regresión obtenida es:

$$Y = b_0 + b_1 X$$

Al sustituir los valores de b_0 y de b_1 , podemos calcular cualquier DLx. Se calcularon las DL50 de cada insecticida para los progenitores y la progenie (5).

b. Método del papel probit:

Existen hojas conocidas como papel log-probit y no es necesario transformar el porcentaje de mortalidad a unidades probit ni la dosis a su logaritmo, dado que el papel ya lo está considerando. (5)

Cada hoja consta de tres ciclos perfectamente diferenciados. El valor de cada ciclo debe asignarse de acuerdo a los valores de las dosis, de tal manera que todos los valores queden cubiertos. La línea en el diagrama de dispersión es trazada a criterio del investigador y la dosis letal media se obtiene donde se intersecta dicha línea con el valor 5 del probit que es igual al 50% de mortalidad.

El análisis de datos se obtuvo calculando la dosis letal media para la primera población de picudos para compararla con la dosis letal media de la segunda población y así observar el incremento de la población resistente de picudos ante la exposición continua de cada insecticida.

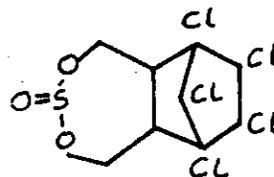
D. PRODUCTOS QUIMICOS EN ESTUDIO

La selección de los productos químicos se llevó a cabo mediante una encuesta a los agricultores de Zacapa y Chiquimula.

1. Endosulfán:

Grupo toxicológico No. 3, de los organoclorados, ciclodienos (OC-Cd). Es un insecticida de amplio espectro de acción, actúa por contacto, ingestión e inhalación que sucede gracias a su fase gaseosa; puede mezclarse con la mayoría de los productos agroquímicos de uso en la agricultura, no para aquellas soluciones acuosas y alcohólicas, alcalinas y ácidas. (11,16)

Su fórmula química es $C_9H_6Cl_6O_3S$

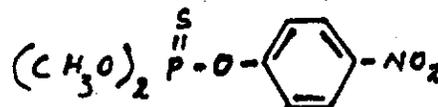


Su nombre químico es 6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano 2,4,3-benzodioxathiepin-3-oxide. Su nombre comercial entre otros, el THIODAN con una dosis utilizada de 2.86 lt/ha. Posee un DL50 de 98 a 359 mg/kg. (11)

2. Methyl-Parathión:

Grupo toxicológico No. 10, de los organofosforados cíclicos con enlace P-S, mono-dimetil (FC-SM). Es un insecticida organo-fosforado en forma de líquido emulsionable, actúa por contacto, por ingestión y respiración. Es miscible con todos los insecticidas usuales. Tiene un DL50 de 14-24 mg/kg. (9).

Su fórmula química es $C_8H_{10}NO_5PS$

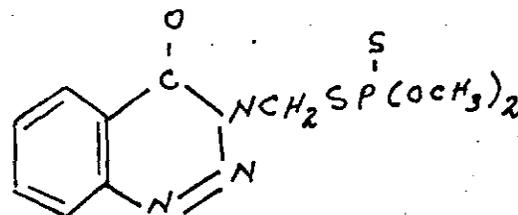


Su nombre técnico es 0,0-dimethyl-0-(4-nitro-fenil)-phosphorothionato. Su nombre comercial entre otros, PARAFOS 480, con una dosis de 2-2.5 lt/ha. (9,16).

3. Azinfos-Methyl:

Grupo toxicológico No. 14, de los organofosforados heterocíclicos con enlace P=S, mono-dimetil (FH-SM). Es un insecticida - acaricida, líquido emulsionable. Su DL50 es de 18 mg/kg.

Su fórmula química es:
$$\text{NCH}_2\overset{\text{S}}{\underset{|}{\text{P}}}(\text{OCH}_3)_2$$

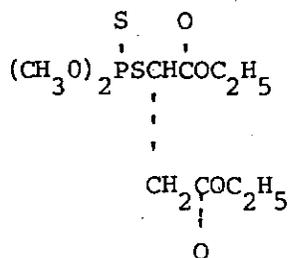


Su nombre técnico es: 0,0 dimetil-S-5-OXO-1,2,3-benzotriazina-3-(4H)-il-metil-fosforositoato. Su nombre comercial es GUSATHION. Actúa por contacto, ingestión y vía respiratoria. La dosis comercial a utilizar es de 1.4 a 3 lt/ha. (11,16).

4. Malathión:

Grupo toxicológico No. 16, de los organofosforados con carboxilos (F-Cx). El modo de acción es por ingestión, inhalación y contacto. Es compatible con los insecticidas de uso actual excepto con productos de reacción alcalina. Tiene un DL50 de 1375 a 5800 mg/kg. (9,16).

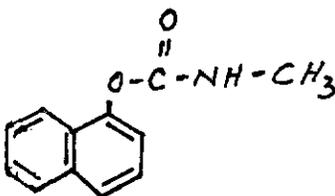
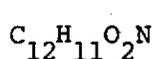
Su fórmula química es:



Su nombre técnico es: 0,0-dimetil-5-(1,2-dicarboxil)fosforoditioato. La dosis comercial es de 1.4 a 2.15 lt/ha. (9,16).

5. Carbaryl:

Grupo toxicológico No. 18, de los carbomatos cíclicos mono metil (CC-MM). Es un insecticida residual, actúa por contacto e ingestión se conoce con el nombre comercial de SEVIN el cual es compuesto orgánico de síntesis. Su nombre químico es: 1-naftil metilcarbamato. Su fórmula química es:

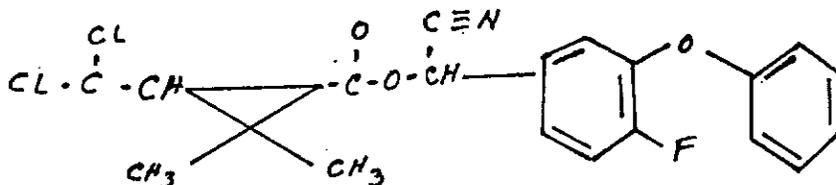


La dosis utilizada es de 2 lb/mz en 100 gl de agua. (11,16)

6. Cyfluthrín:

Grupo toxicológico No. 21, de los piretroides (PIRT). Es un piretroide sintético, su DL50 es de 590 mg/kg. Actúa por contacto e ingestión; es miscible con otros productos. Su nombre técnico es ácido cyclopropanocarboxílico-3-(2,2-dichloro ethe--nyl)-2,2-dimetilcyano-(4-fluoro-3-phenoxyphenil)methyl-ester. Se conoce con el nombre comercial de CAYTRID, la dosis comercial es de 1.4 a 2 lt/ha. (11,16)

Su fórmula química es:



VII. RESULTADOS Y DISCUSION

A. DETERMINACION DE LAS CONCENTRACIONES PARENTALES.

Cuadro 2. Concentraciones parentales.

PRODUCTO QUIMICO	NOMBRE COMERCIAL	GRAMOS DE INGREDIENTE ACTIVO POR LITRO	MILILITROS DE INSECTICIDA PARA TENER 1 GRAMO DE INGRED. ACTIVO
Endosulfán	Thiodán	350	2.86
Methyl-Parathión	Parafós	480	2.08
Azinfós-Methyl	Gusathión	250	4.00
Malathión	Malathión	600	1.67
Carbaryl	Sevín	800	1.25
Cyfluthrín	Baytroid	25	40.00

En la última columna del cuadro anterior se dicta la cantidad de mililitros de cada producto comercial para obtener un gramo de ingrediente activo.

Cada cantidad de mililitros de insecticida equivale a un gramo de ingrediente activo, se lleva a un volumen de 100 ml con acetona, para tener concentraciones del 1%; luego utilizando el sistema de ecuaciones del punto C.1 del capítulo anterior, obtuvimos las concentraciones de 0.1%, 0.01%, 0.001% hasta 1×10^{-9} %.

B. VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

Cuadro 3. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii, para la primera y segunda población. Insecticida ensodulfán.

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD
1×10^{-1}	100	100
1×10^{-2}	100	100
1×10^{-3}	100	82
1×10^{-4}	86	58
1×10^{-5}	62	32
1×10^{-6}	28	0
1×10^{-7}	0	0
1×10^{-8}	0	0

V.R.B.*

* V.R.B.: Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% de mortalidad en la primera población se necesitó una concentración de insecticida al 1×10^{-3} % y para tener un 0% de mortalidad la concentración fue de 1×10^{-7} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica y nos sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango de 1×10^{-2} % a 1×10^{-6} %

La concentración de insecticida para alcanzar el 100% de mortalidad aumentó de la primera a la segunda población de 1×10^{-3} % a 1×10^{-2} % y proporcionalmente la concentración de insecticida para lograr un 0% de mortalidad aumentó de 1×10^{-7} % en la primera generación a 1×10^{-6} % en la segunda población.

Cuadro 4. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii, para la primera y segunda población. Insecticida: Methyl-Parathión.

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD
1×10^{-2}	100	100
1×10^{-3}	100	100
1×10^{-4}	100	72
1×10^{-5}	64	48
1×10^{-6}	22	18
1×10^{-7}	0	0
1×10^{-8}	0	0

* V.R.B: Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% de mortalidad en la primera población se necesitó una concentración de insecticida al 1×10^{-6} % y para tener un 0% de mortalidad la concentración fue de 1×10^{-7} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica y nos sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y el 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango de 1×10^{-3} % a 1×10^{-7} %. La concentración de insecticida para alcanzar el 100% de mortalidad aumentó de la primera a la segunda población de 1×10^{-4} % a 1×10^{-3} % y la concentración para lograr un 0% de mortalidad se mantuvo en 1×10^{-7} %, de la primera a la segunda población.

Cuadro 5. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii, para la primera y segunda población. Insecticida: Azindós-Methyl

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD %	% DE MORTALIDAD %
1	100	100
1×10^{-1}	100	100
1×10^{-2}	100	56
1×10^{-3}	100	28
1×10^{-4}	68	0
1×10^{-5}	34	0
1×10^{-6}	0	0
1×10^{-7}	0	0

V.R.B.*

V.R.B.*

* V.R.B. Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% en la primera población se necesitó una concentración de insecticidas al 1×10^{-3} % y para un 0% de mortalidad, la concentración fue de 1×10^{-6} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica (V.R.B.) y sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y el 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango de 1×10^{-1} % a 1×10^{-4} %.

La concentración de insecticida para alcanzar el 100% de mortalidad aumentó de la primera a la segunda población de 1×10^{-3} % a 1×10^{-1} % y la concentración para lograr un 0% de mortalidad aumentó de 1×10^{-6} % a 1×10^{-4} %, aumentando proporcionalmente.

Cuadro 6. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii, para la primera y segunda población. Insecticida Malathión.

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD
1	100	100
1×10^{-1}	100	100
1×10^{-2}	100	92
1×10^{-3}	100	82
1×10^{-4}	100	66
1×10^{-5}	76	40
1×10^{-6}	30	0
1×10^{-7}	4	0
1×10^{-8}	0	0

V.R.B.*

V.R.B.*

* V.R.B. Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% de mortalidad en la primera población se necesitó una concentración de insecticida al 1×10^{-4} % y para tener un 0% de mortalidad, la concentración fue de 1×10^{-8} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica (V.R.B.) y sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y el 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango 1×10^{-1} % a 1×10^{-6} %

La concentración de insecticida para alcanzar el 100% de mortalidad aumentó de la primera a la segunda población de 1×10^{-4} % a 1×10^{-1} % y la concentración para lograr un 0% de la mortalidad aumentó de 1×10^{-8} % a 1×10^{-6} %. Este insecticida nos da las concentraciones más bajas para lograr el 0% de mortalidad, así también para lograr el 100% de mortalidad en la segunda población la concentración aumentó considerablemente.

Cuadro 7. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii, para la primera y segunda población. Insecticida Carbaryl.

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD
1	100	100
1×10^{-1}	100	74
1×10^{-2}	100	42
1×10^{-3}	84	0
1×10^{-4}	60	0
1×10^{-5}	42	0
1×10^{-6}	0	0
1×10^{-7}	0	0

V.R.B. *

V.R.B. *

* V.R.B. Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% de mortalidad en la primera población se necesitó una concentración de insecticida al 1×10^{-2} % y para tener un 0% de mortalidad, la concentración fue de 1×10^{-6} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica (V.R.B.) y sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y el 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango de 1 a 1×10^{-3} %.

La concentración de insecticida para alcanzar el 100% de mortalidad aumentó de 1×10^{-2} % a 1% de la primera a la segunda población y la concentración para lograr un 0% de mortalidad aumentó a 1×10^{-6} %. Este insecticida da las concentraciones más altas para lograr el 100% de mortalidad, además la concentración para obtener un 0% de -

mortalidad aumenta considerablemente en la segunda población.

Cuadro 8. Determinación de la ventana de respuesta biológica. Especie A. eugenii para primera y segunda población. Insecticida Cyfluthrin.

DOSIS %	PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD
1×10^{-1}	100	100
1×10^{-2}	100	100
1×10^{-3}	100	68
1×10^{-4}	100	52
1×10^{-5}	100	34
1×10^{-6}	90	0
1×10^{-7}	56	0
1×10^{-8}	6	0

V.R.B.*

V.R.B.*

* V.R.B. Ventana de respuesta biológica.

En el cuadro anterior se observa:

Para obtener un 100% de mortalidad en la primera población se necesitó una concentración de insecticida al 1×10^{-5} % y para tener un 0% de mortalidad, la concentración fue de 1×10^{-8} %. Este rango es la ventana de respuesta biológica (V.R.B.) y sirve para preparar dosis intermedias entre el 0 y el 100% de mortalidad.

Para la segunda población la ventana de respuesta biológica se encontró en el rango de 1×10^{-2} % a 1×10^{-6} %.

La concentración de insecticida para alcanzar un 100% de mortalidad aumentó de 1×10^{-5} a 1×10^{-6} %. Este insecticida nos da la concentración más baja para obtener el 0% de mortalidad, en la segunda población aumentó considerablemente.

C. COMPORTAMIENTO DE LA VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS EN ESTUDIO

Los cuadros del 3 al 8, visualizan los porcentajes de mortalidad para las diferentes concentraciones de cada insecticida en la primera población, así como para la segunda.

En la primera población se observa la alta toxicidad del Cyfluthrín en relación a los otros insecticidas estudiados, debido que la dosis al 1×10^{-7} % de dicho producto, logra el 56% de mortalidad, mientras que los otros insecticidas con la misma concentración tienen una mortalidad de el 0%. El Carbaryl es el producto de menor toxicidad para el picudo, debido que necesitó la mayor concentración para alcanzar el 100% de mortalidad. Para delimitar la ventana de respuesta biológica el Methyl-Parathión necesitó 4 dosis en la primera población y 5 dosis en la segunda población y el Cyfluthrín necesitó 4 dosis en la primera población y 5 dosis en la segunda población. Esto nos indica que el Methyl-Parathión, Malathión y Cyfluthrín, son más tóxicos al picudo que el Endosulfán, Azinfos-Methyl y Carbaryl, debido a la persistencia de dichos productos ante el notable incremento de individuos resistentes de picudos después de 10 aplicaciones de producto.

Los productos Azinfos-Methyl, Carbaryl y Cyfluthrín, seleccionaron el mayor número de picudos resistentes, ya que el producto Azinfos-Methyl con la dosis de 1×10^{-3} % en la primera población logró el 100% de mortalidad y con la misma concentración en la segunda población obtuvo el 28% de mortalidad. El producto Carbaryl con la dosis 1×10^{-2} % en la primera población obtuvo el 100% de mortalidad y con la misma concentración en la segunda población logró el 42% de mortalidad. El producto Cyfluthrín con la dosis de 1×10^{-5} % en la primera población logró el 100% de mortalidad y con la misma concentración en la segunda población obtuvo el 34% de mortalidad.

Para los productos Edosulfán y Methyl-Parathión el aumento de picu-

dos resistentes fue menor, nótese que con la dosis de 1×10^{-3} % de Endosulfán en la primera población se logró el 100% de mortalidad y en la segunda población con la misma dosis la mortalidad fue de 82% y el producto Methyl-Parathión con la dosis de 1×10^{-4} % en los progenitores obtuvo el 100% de mortalidad y en la progenie con la misma dosis la mortalidad fue de 72%.

D. DOSIS INTERMEDIAS

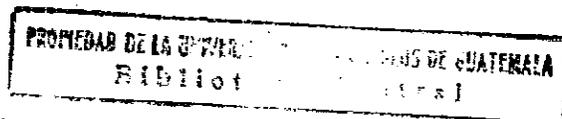
Determinada la ventana de respuesta biológica (V.R.B.) se procedió a la preparación de dosis intermedias entre el 0 y 100% de mortalidad. Formando una tabla con cuatro columnas A,B,C,D, para cada insecticida. (Cuadros del 9 al 14).

Cuadro 9. Preparación de dosis intermedias en partes por millon (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida: Endosulfán

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION			
A %	B ppm	C ml	D ppm	A %	B ppm	C ml	D ppm
1×10^{-3}	10	1.	10	1×10^{-2}	100	1.	100
1×10^{-4}	1	1.	1	1×10^{-3}	10	1.	10
		0.5	5×10^{-1}			0.6	6
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}			0.3	3
		0.6	6×10^{-2}	1×10^{-4}		1.	1
		0.3	3×10^{-2}			0.6	6×10^{-1}
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}			0.3	3×10^{-1}
		0.6	6×10^{-3}	1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}
		0.3	3×10^{-3}			0.5	5×10^{-2}
1×10^{-7}	1×10^{-3}	1.	1×10^{-3}	1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población, la primera dosis que se utilizó en base a la ventana de respuesta biológica fue de un mililitro de la concen-



tracción 1×10^{-3} % que equivale a 10 ppm, hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración 1×10^{-3} ppm. Ejemplo: para obtener la concentración de 5×10^{-1} ppm se utiliza 0.5 ml de la concentración 1 ppm. En la segunda población de picudos se inició con la concentración de 100 ppm hasta 1×10^{-2} ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 6 ppm se aplican 0.6 ml de la concentración 10 ppm

Cuadro 10. Preparación de dosis intermedias en partes por millon (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida: Methyl-Parathión.

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION					
A %	B ppm	C ml	D ppm	A %	B ppm	C ml	D ppm		
1×10^{-4}	1	1.	1	1×10^{-3}	10	1.	10		
		0.6	6×10^{-1}			0.6	6		
		0.3	3×10^{-1}			0.3	3		
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}	1×10^{-4}	1	1.	1		
		0.6	6×10^{-2}			0.5	5×10^{-1}		
		0.3	3×10^{-2}			1.	1×10^{-1}		
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}	1×10^{-5}	1×10^{-1}	0.6	6×10^{-2}		
		0.6	6×10^{-3}			0.3	3×10^{-2}		
		0.3	3×10^{-3}			1.	1×10^{-2}		
1×10^{-7}	1×10^{-3}	1.	1×10^{-3}	1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}		
						1×10^{-7}	1×10^{-3}	1.	1×10^{-3}

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población en base a la ventana de respuesta biológica la primera dosis que se utilizó fue de un ml de la concentración 1×10^{-4} % equivalente a 1 ppm hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración de 1×10^{-3} ppm. Ejemplo: para obtener la concentración de 6×10^{-1} ppm se utilizó 0.6 ml de la concentración 1 ppm.

En la segunda población de picudos se inició con la concentración de 10 ppm hasta 1×10^{-3} ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 5×10^{-1} se aplican 0.5 ml de la concentración 1 ppm.

Cuadro 11. Preparación de dosis intermedias en partes por millon (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida Azin-fos-methyl

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION			
A %	B ppm	C ml	D ppm	A %	B ppm	C ml	D ppm
1×10^{-3}	10	1.	10	1×10^{-1}	1000	1.	1000
		0.6	6			0.6	600
		0.6	3			0.3	300
1×10^{-4}	1	1.	1	1×10^{-2}	100	1.	100
		0.6	6×10^{-1}			0.6	60
		0.3	3×10^{-1}			0.3	30
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}	1×10^{-3}	10	1.	10
		0.6	6×10^{-2}			0.6	6
		0.3	3×10^{-2}			0.3	3
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}	1×10^{-4}	1	1.	1

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población en base a la ventana de respuesta biológica la primera dosis que se utilizó fue de un ml de la concentración 1×10^{-3} equivalente a 10 ppm hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración de 1×10^{-2} ppm. Ejemplo para obtener la concentración de 6 ppm se utilizó 0.6 ml de la concentración 10 ppm.

En la segunda población de picudos se inició con la concentración de 1000 ppm hasta 1 ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 300 ppm se aplican 0.3 ml de la concentración 1000 ppm.

Cuadro 12. Preparación de dosis intermedias en partes por millón (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida Malathión.

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION			
A %	B ppm	C ml	D ppm	A %	B ppm	C ml	D ppm
1×10^{-4}	1	1.	1	1×10^{-1}	1000	1.	1000
		0.5	5×10^{-1}	1×10^{-2}	100	1.	100
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}	1×10^{-3}	10	1.	10
		0.6	6×10^{-2}			0.5	5
		0.3	3×10^{-2}	1×10^{-4}	1	1.	1
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}			0.5	5×10^{-1}
		0.6	6×10^{-3}	1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}
		0.3	3×10^{-3}			0.6	6×10^{-2}
1×10^{-7}	1×10^{-3}	1.	1×10^{-3}			0.3	3×10^{-2}
1×10^{-8}	1×10^{-4}	1.	1×10^{-4}	1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población en base a la ventana de respuesta biológica la primera dosis que se utilizó fue de un ml de la concentración 1×10^{-4} % equivalente a 1 ppm hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración de 1×10^{-4} ppm. Ejemplo: para obtener la concentración de 5×10^{-1} ppm se utilizó 0.5 ml de la concentración 1 ppm.

En la segunda población de picudos se inició con la concentración de 1000 ppm hasta 1×10^{-2} ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 3×10^{-2} ppm se aplican 0.3 ml de la concentración 1×10^{-1} ppm.

Cuadro 13. Preparación de dosis intermedias en partes por millón (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida - Carbaryl.

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION			
A %	B ppm	C ml	D ppm	A %	B ppm	C ml	D ppm
1×10^{-2}	100	1.	100	1	10000	1.	10000
		0.5	50			0.6	6000
1×10^{-3}	10	1.	10	1×10^{-1}	1000	0.3	3000
		0.5	5			1.	1000
1×10^{-4}	1	1.	1			0.6	600
		0.5	5×10^{-1}			0.3	300
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}	1×10^{-2}	100	1.	100
		0.6	6×10^{-2}			0.6	60
		0.3	3×10^{-2}			0.3	30
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}	1×10^{-2}	10	1.	10

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población en base a la ventana de respuesta biológica la primera dosis que se utilizó fue de un ml de la concentración 1×10^{-2} % equivalente a 100 ppm hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración de 1×10^{-2} ppm. Ejemplo: para obtener la concentración de 50 ppm se utilizó 0.5 ml de la concentración 100 ppm.

En la segunda población de picudos se inició con la concentración - de 10000 ppm hasta 10 ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 3000 ppm se aplican 0.3 ml de la concentración 10000 ppm.

Cuadro 14. Preparación de dosis intermedias en partes por millón (ppm), para uso en la primera y segunda población de picudos, insecticida: Cyfluthrín.

PRIMERA POBLACION				SEGUNDA POBLACION			
%	ppm	ml	ppm	%	ppm	ml	ppm
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1.	1×10^{-1}	1×10^{-2}	100	1.	100
		0.5	5×10^{-2}			0.6	60
1×10^{-6}	1×10^{-2}	1.	1×10^{-2}	1×10^{-3}	10	0.3	30
		0.6	6×10^{-3}			1.	10
		0.3	3×10^{-3}			0.5	5
1×10^{-7}	1×10^{-3}	1.	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1	1.	1
		0.6	6×10^{-4}			0.5	5×10^{-1}
		0.3	3×10^{-4}			1×10^{-5}	1×10^{-1}
1×10^{-8}	1×10^{-4}	1.	1×10^{-4}	1×10^{-6}	1×10^{-2}	0.5	5×10^{-2}
		0.5	5×10^{-5}			1.	1×10^{-2}

En el cuadro anterior se observa:

En la primera población en base a la ventana de respuesta biológica la primera dosis que se utilizó fue de un ml de la concentración 1×10^{-5} % equivalente a 1×10^{-1} ppm hasta llegar a la dosis de 1 ml de la concentración de 5×10^{-5} ppm. Ejemplo: para obtener la concentración de 5×10^{-2} ppm se utilizó 0.5 ml de la concentración 1×10^{-1} ppm.

En la segunda población de picudos se inició con la concentración de 100 ppm hasta 1×10^{-2} ppm. Ejemplo: para obtener una concentración de 30 ppm se aplican 0.3 ml de la concentración 100 ppm.

E. DETERMINACION DE LA DOSIS LETAL MEDIA (DL50) POR EL METODO ESTADISTICO

La relación entre la dosis y la mortalidad está representada por una línea sigmoide; para interpretarla se transforma a un modelo de línea recta. Se usa el logaritmo de la dosis y se cambia el porcentaje de mortalidad a unidades probit.

Cuadro 15. Cálculo de la dosis letal media (DL50) para la primera población de picudo (A eugenii) insecticida Endosulfán

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
1	86	0.0000	6.08	0.00	0.00
5x10 ⁻¹	78	- 0.3010	5.77	- 1.7368	0.0906
1x10 ⁻¹	62	- 1.0000	5.31	- 1.3100	1.00
6x10 ⁻²	54	- 1.2218	5.10	- 6.2312	1.4928
3x10 ⁻²	30	- 1.5228	4.48	- 6.8221	2.3189
1x10 ⁻²	28	- 2.0000	4.42	- 8.8400	4.00
6x10 ⁻³	18	- 2.2218	4.09	- 9.0872	4.9364
3x10 ⁻³	6	- 2.5228	3.45	- 8.7037	6.3645
1x10 ⁻³	0	- 3.0000	0.00	0.0	9.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI.C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y b_1 en la ecuación $\bar{Y} = b_0 + b_1 \bar{X}$.

Tercero, sustituir los valores de b_1 y b_0 en la ecuación de regre-

sión, queda: $Y = 6.6099 + 1.5168 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X, y utilizando el valor de $Y = 5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad).

$DL50 = 8.68 \times 10^{-2}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (ver gráfica 1) (línea L-D-P).

Cuadro 16. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudos (A. eugenii) insecticida Endosulfán.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
10	82	1.0000	5.92	5.92	1.00
6	74	0.7781	6.54	4.3885	0.6054
3	66	0.4771	5.41	2.5811	0.2276
1	58	0.0000	5.20	0.00	0.00
6×10^{-1}	42	- 0.2218	4.80	- 1.0646	0.0492
3×10^{-1}	36	- 0.5228	4.64	- 2.4258	0.2733
1×10^{-1}	32	- 1.0000	4.53	- 4.53	1.00
5×10^{-2}	14	- 1.3010	3.93	- 5.1129	1.6026
1×10^{-2}	0	- 2.0000	0.00	- 0.00	4.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

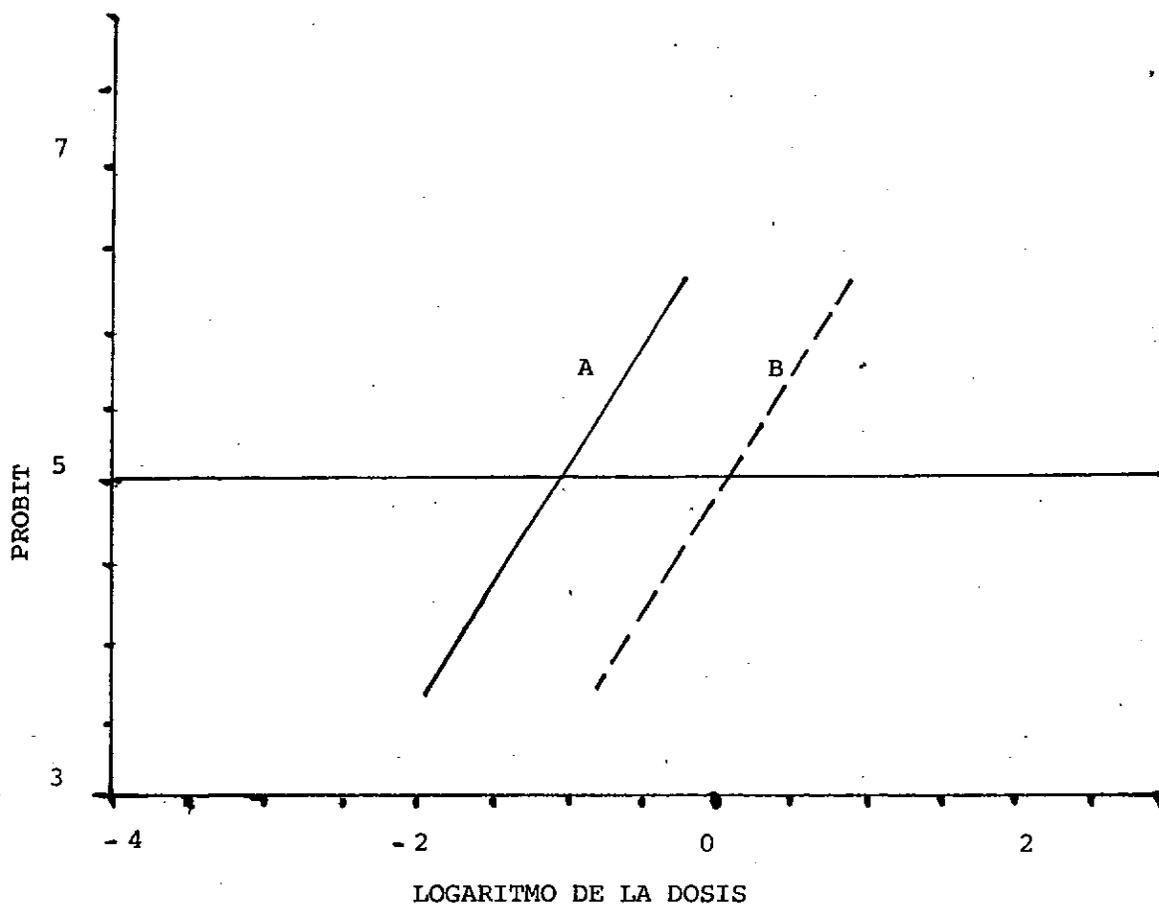
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 4.9269 + 1.5304 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de Y-5 (valor del probit para el 50% de mortalidad). --
DL50 = 1.12 ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 1).



Gráfica 1. Efecto del producto químico Endosulfán sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 6.6099 + 1.5168X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 4.2969 + 1.5304X$

En la gráfica 1 se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (expresada en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida (expresada en el logaritmo de la dosis).

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se ve el aumento de resistencia al necesitar una concentración mayor para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 17. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la primera población de picudos (A. eugenii) insecticida Methyl-Parathión.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.0
6x10 ⁻¹	80	- 0.2218	5.84	- 1.2953	0.0492
3x10 ⁻¹	64	- 0.5228	5.36	- 2.8022	0.2733
1x10 ⁻¹	64	- 1.0000	5.36	- 5.36	1.00
5x10 ⁻²	48	- 1.2218	4.95	- 6.0479	1.4928
3x10 ⁻²	34	- 1.5228	4.59	- 6.9896	2.3189
1x10 ⁻²	22	- 2.0000	4.23	- 8.46	4.00
6x10 ⁻³	12	- 2.2218	3.83	- 8.5095	4.9364
3x10 ⁻³	4	- 2.5228	3.25	- 8.1991	6.3645
1x10 ⁻³	0	- 3.0000	0.00	0.00	9.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 7.1739 + 1.8498 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad). $DL50 = 6.68 \times 10^{-2}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P). (ver gráfica 2).

Cuadro 18. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudos (A. eugenii) insecticida Methyl-Parathión.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
6	96	0.7781	6.75	5.2522	0.6054
3	86	0.4771	6.08	2.9007	0.2276
1	72	0.0000	5.58	0.00	0.00
5×10^{-1}	62	- 0.3010	5.31	- 1.5983	0.0906
1×10^{-1}	48	- 1.0000	4.95	- 4.95	1.00
6×10^{-2}	40	- 1.2218	4.75	- 5.8035	1.4928
3×10^{-2}	34	- 1.5228	4.59	- 6.9896	2.3189
1×10^{-2}	18	- 2.0000	4.09	- 8.18	4.00
1×10^{-3}	0	- 3.0000	0.00	0.00	9.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

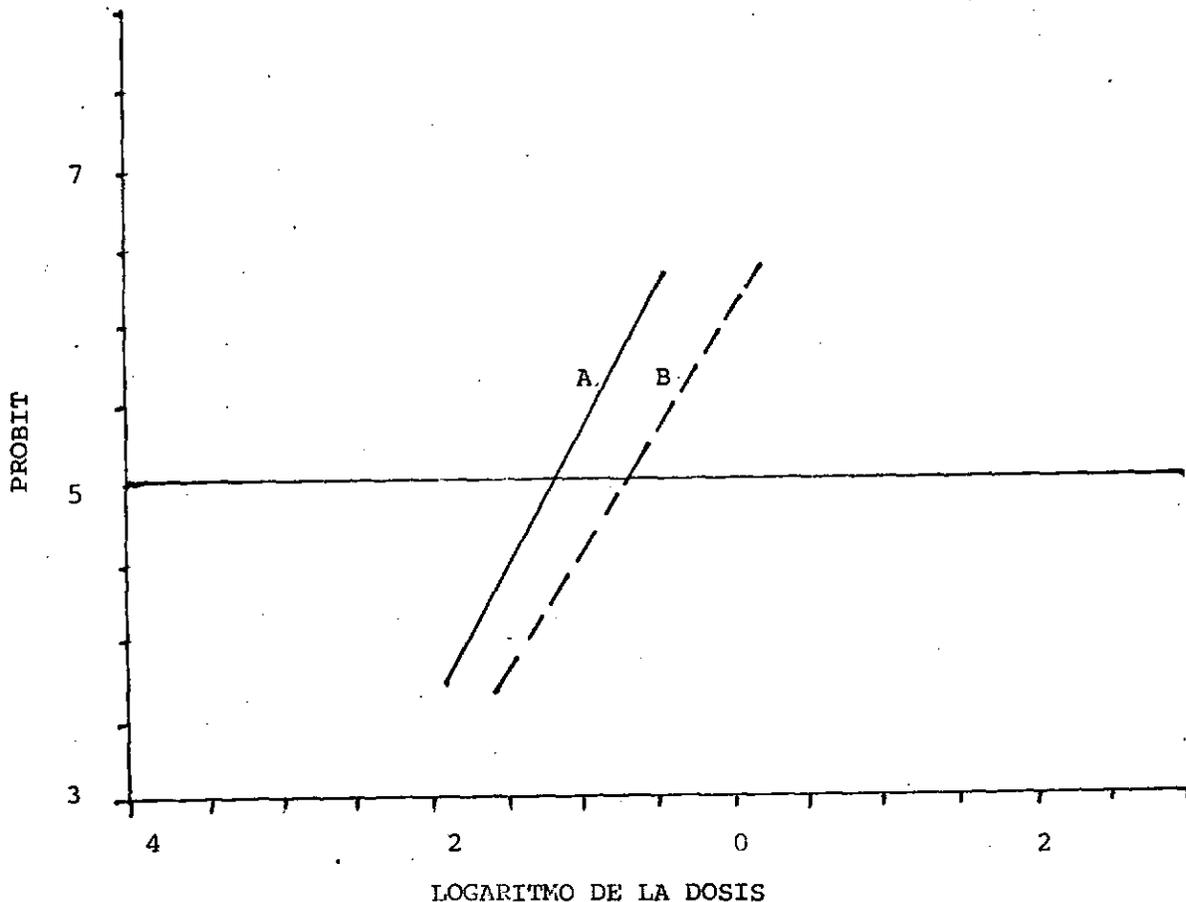
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 6.0269 + 1.4976X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad). $DL50 = 2.06 \times 10^{-1}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P). (ver gráfica 2).



Gráfica 2. Efecto del producto químico Methyl-Parathión sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 7.1739 + 1.8498X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 6.0269 + 1.4976X$

En la gráfica 2 se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis-mortalidad para la primera y segunda población.

La mortalidad (en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida.

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se observa el aumento de resistencia al necesitar una concentración mayor para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 19. Cálculo de dosis letal media DL50 para la primera población de picudos (A. eugenii) insecticida Azinfos-Methyl.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
6	84	0.7781	5.99	4.6608	0.6054
3	78	0.4771	5.77	2.7528	0.2276
1	68	0.0000	5.47	0.00	0.00
6x10 ⁻¹	62	- 0.2218	5.31	- 1.1777	0.0492
3x10 ⁻¹	50	- 0.5228	5.00	- 2.614	0.2733
1x10 ⁻¹	34	- 1.0000	4.59	- 4.59	1.00
6x10 ⁻²	26	- 1.2218	4.36	- 5.3270	1.4928
3x10 ⁻²	16	- 1.5228	4.01	- 6.1064	2.3189
1x10 ⁻²	0	- 2.0000	0.00	0.00	4.00

Para el cuadro anterior:

Primero se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valo-

res de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 5.5945 + 1.7584 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad).

$$DL50 = 4.59 \times 10^{-1} \text{ ppm.}$$

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 3).

Cuadro 20. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudos (A. eugenii) insecticida Azinfos-Methyl.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
1000	100	3.0000	8.00	24.00	9.00
600	78	2.7781	5.77	16.0296	7.7178
300	68	2.4771	5.47	13.5497	6.1360
100	56	2.0000	5.15	10.30	4.00
60	46	1.7781	4.90	8.7127	3.1616
30	34	1.4771	4.59	6.7799	2.1818
10	28	1.0000	4.42	4.42	1.00
6	18	0.7781	4.09	3.1824	0.6054
3	10	0.4771	3.72	1.7748	0.2276
1	0	0.0000	0.00	0.00	0.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

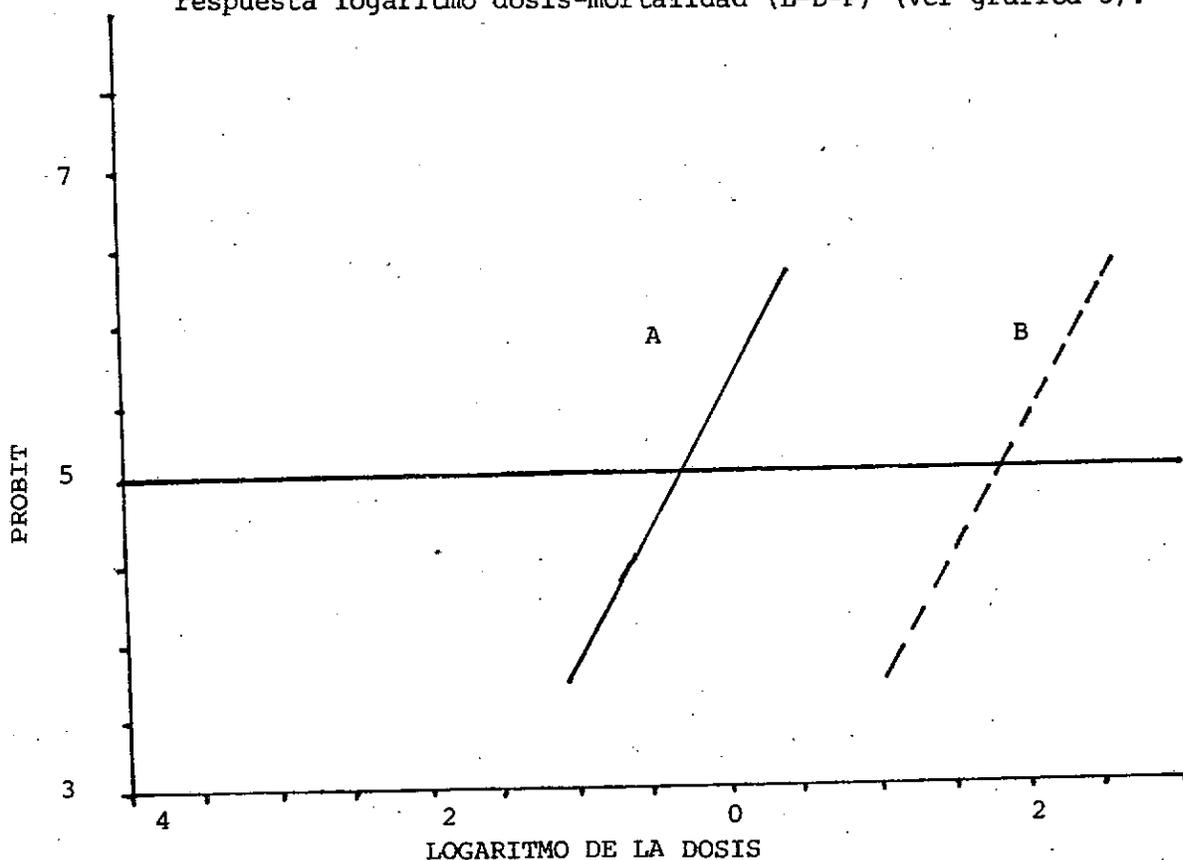
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 1.8525 + 1.7997 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
DL50 = 62.9 ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 3).



Gráfica 3. Efecto del producto químico Azinfos-Methyl sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 5.5945 + 1.7584X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 1.8525 + 1.7479X$.

En la gráfica 3 se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis-mortalidad para la primera y segunda población.

La mortalidad (en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida.

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se observa el aumento de resistencia al necesitar una concentración mayor para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 21. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la primera población de picudos (A. eugenii) insecticida Malathión

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
5x10 ⁻¹	88	- 0.3010	6.18	- 0.8601	0.0906
1x10 ⁻¹	76	- 1.0000	5.71	- 5.71	1.00
6x10 ⁻²	64	- 1.2218	5.36	- 6.5488	1.4928
3x10 ⁻²	54	- 1.5228	5.10	- 7.7662	2.3189
1x10 ⁻²	30	- 2.0000	4.48	- 8.96	4.00
6x10 ⁻³	26	- 2.2218	4.36	- 9.6870	4.4364
3x10 ⁻³	16	- 2.5228	4.01	-10.1164	6.3645
1x10 ⁻³	4	- 3.0000	3.25	- 9.75	9.00
1x10 ⁻⁴	0	- 4.0000	0.00	0.00	16.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 7.5637 + 1.6406 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
 $DL50 = 2.74 \times 10^{-2}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 4).

Cuadro 22. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudo (A. eugenii) insecticida Malathión.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
1000	100	3.0000	8.00	24.00	9.0000
100	92	2.0000	6.41	12.82	4.0000
10	82	1.0000	5.92	5.92	1.0000
5	70	0.6989	5.52	3.8579	0.4885
1	66	0.0000	5.41	0.00	0.0000
5×10^{-1}	54	- 0.3010	5.10	-15.351	0.0906
1×10^{-1}	40	- 1.0000	4.75	- 4.75	0.0000
6×10^{-2}	28	- 1.2218	4.42	- 5.4003	1.4928
3×10^{-2}	10	- 1.5228	3.72	- 5.6648	2.3189
1×10^{-2}	0	- 2.0000	0.00	0.00	4.0000

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

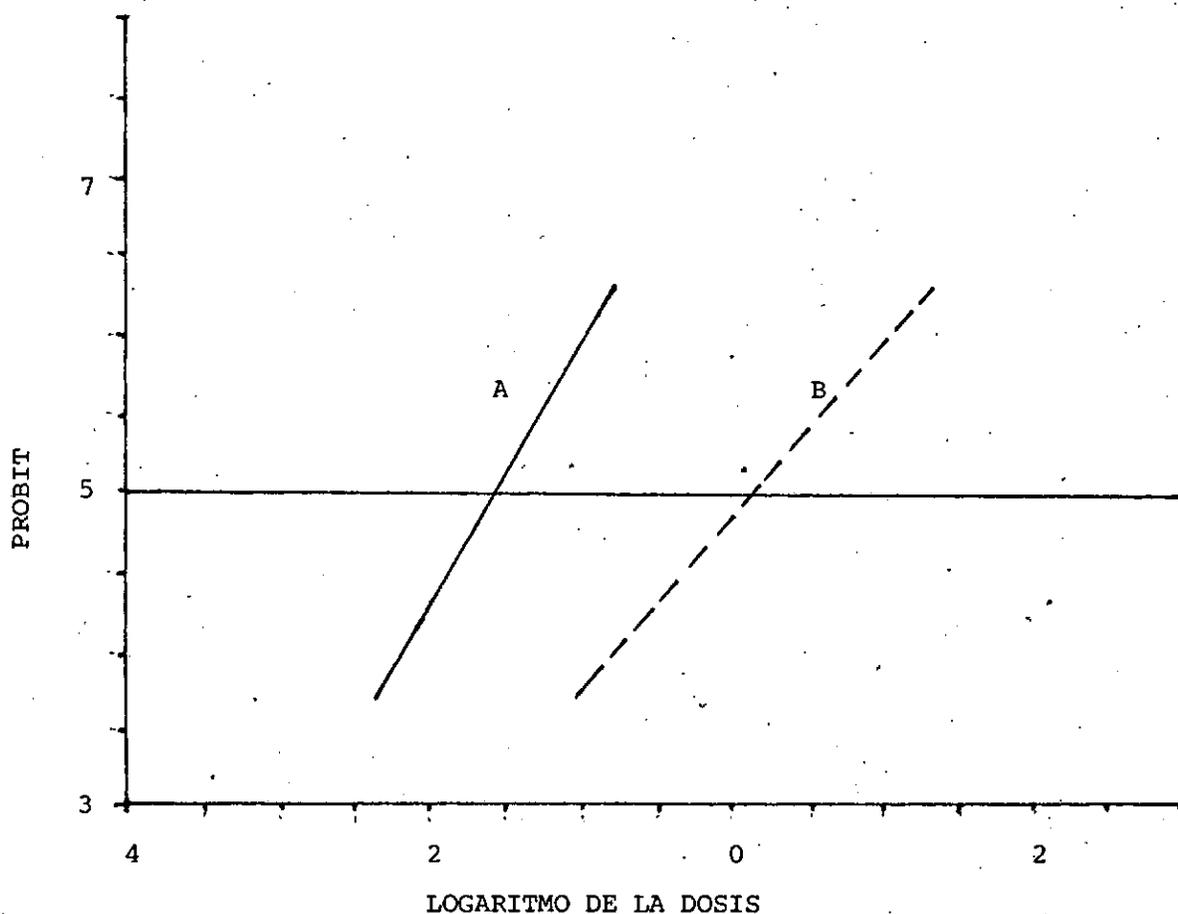
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de -
regresión, queda: $Y = 4.8522 + 1.1148 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando
el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
 $DL50 = 1.36$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión, se trazó la línea de
respuesta logaritmo-dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 4).



Gráfica 4. Efecto del producto químico Malathión sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 7.5637 + 1.6404X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 4.8522 + 1.1148X$

En la gráfica 4 se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis -mortalidad para la primera y segunda población. La mortalidad - (en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida.

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se observa el aumento de resistencia al necesitar una - concentración mayor para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 23. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la primera población de picudo (A. eugenii) insecticida Carbaryl

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	92	1.6989	6.41	10.8904	2.8863
10	84	1.0000	3.99	3.99	1.00
5	72	0.6989	5.58	3.8998	0.4885
1	60	0.0000	5.52	0.00	0.00
5x10 ⁻¹	54	- 0.3010	5.10	- 1.5351	0.0906
1x10 ⁻¹	42	- 1.0000	4.80	- 4.80	1.00
6x10 ⁻²	32	- 1.2218	4.53	- 5.5347	1.4928
3x10 ⁻²	24	- 1.5228	4.29	- 6.5328	2.3189
1x10 ⁻²	0	- 2.0000	0.00	0.00	4.00

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 5.0992 + 1.1939X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
 $DL50 = 8.26 \times 10^{-1}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión, se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 5).

Cuadro 24. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudos (A. eugenii) insecticida Carbaryl

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
10000	100	4.0000	8.00	32.00	16.00
6000	92	3.7781	6.41	24.2176	14.2740
3000	78	3.4771	5.77	20.0628	12.0902
1000	74	3.0000	5.64	16.92	9.00
600	52	2.7781	5.05	14.0294	7.7178
300	42	2.4771	4.80	11.89	6.1360
100	42	2.0000	4.80	9.6	4.00
60	26	1.7781	4.36	7.7525	3.1616
30	8	1.4771	3.60	5.3175	2.1818
10	0	1.0000	0.00	0.00	1.00

Para el cuadro anterior:

Primero se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

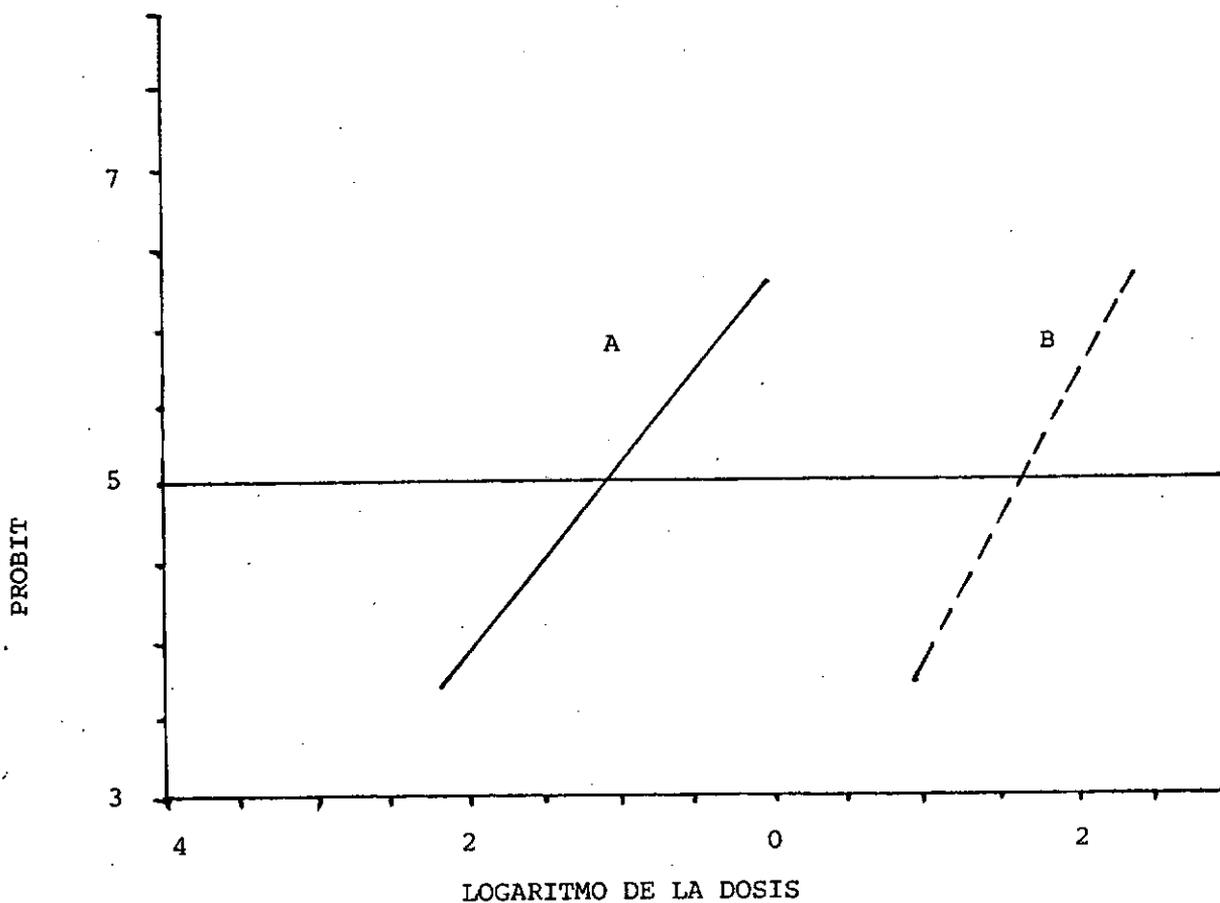
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 0.0658 + 1.8541 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando C y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad) $DL50 = 458.49$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión, se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 5).



Gráfica 5. Efecto del producto químico Carbaryl sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 5.0992 + 1.1939X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 0.0658 + 1.8541X$.

En la gráfica 5. se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis-mortalidad para la primera y segunda población. La mortalidad (en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida.

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se observa el aumento de resistencia al necesitar una concentración mayor para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 25. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la primera población de picudos (A. eugenii) insecticida Cyfluthrin.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
1x10 ⁻¹	100	- 1.0000	8.00	- 8.00	1.00
5x10 ⁻²	96	- 1.3010	6.75	- 8.7817	1.6926
1x10 ⁻²	90	- 2.0000	6.28	-12.56	4.00
6x10 ⁻³	80	- 2.2218	5.84	-12.9753	4.9364
3x10 ⁻³	74	- 2.5228	5.64	-14.2285	6.3645
1x10 ⁻³	56	- 3.0000	5.15	-15.45	9.00
6x10 ⁻⁴	44	- 3.2218	4.85	-15.6257	10.3799
3x10 ⁻⁴	28	- 3.5228	4.42	-15.5708	12.4101
1x10 ⁻⁴	6	- 4.0000	3.45	-13.80	16.0000
5x10 ⁻⁵	0	- 4.3010	0.00	0.00	18.4986

Para el cuadro anterior:

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 9.8878 + 1.7902 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
 $DL50 = 1.85 \times 10^{-3}$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión, se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 6).

Cuadro 26. Cálculo de la dosis letal media DL50 para la segunda población de picudos (A. eugenii) insecticida Cyfluthrin.

DOSIS ppm X	% MORT. Y	LOG. DOSIS Xi	PROBIT Yi	XiYi	Xi ²
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
60	82	1.7781	5.92	10.5263	3.1616
30	76	1.4771	5.71	8.4342	2.1818
10	68	1.0000	5.47	5.47	1.00
5	58	0.6989	5.20	3.6343	0.4885
1	52	0.0000	5.05	0.00	0.00
5×10^{-1}	40	- 0.3010	4.75	- 1.4297	0.0906
1×10^{-1}	34	- 1.0000	4.57	- 4.59	1.00
5×10^{-2}	16	- 1.3010	4.01	- 5.217	1.6926
1×10^{-2}	-	- 2.0000	0.00	0.00	4.00

Para el cuadro anterior

Primero, se calculó el valor de la pendiente utilizando la primera ecuación del punto VI, C.2.a.

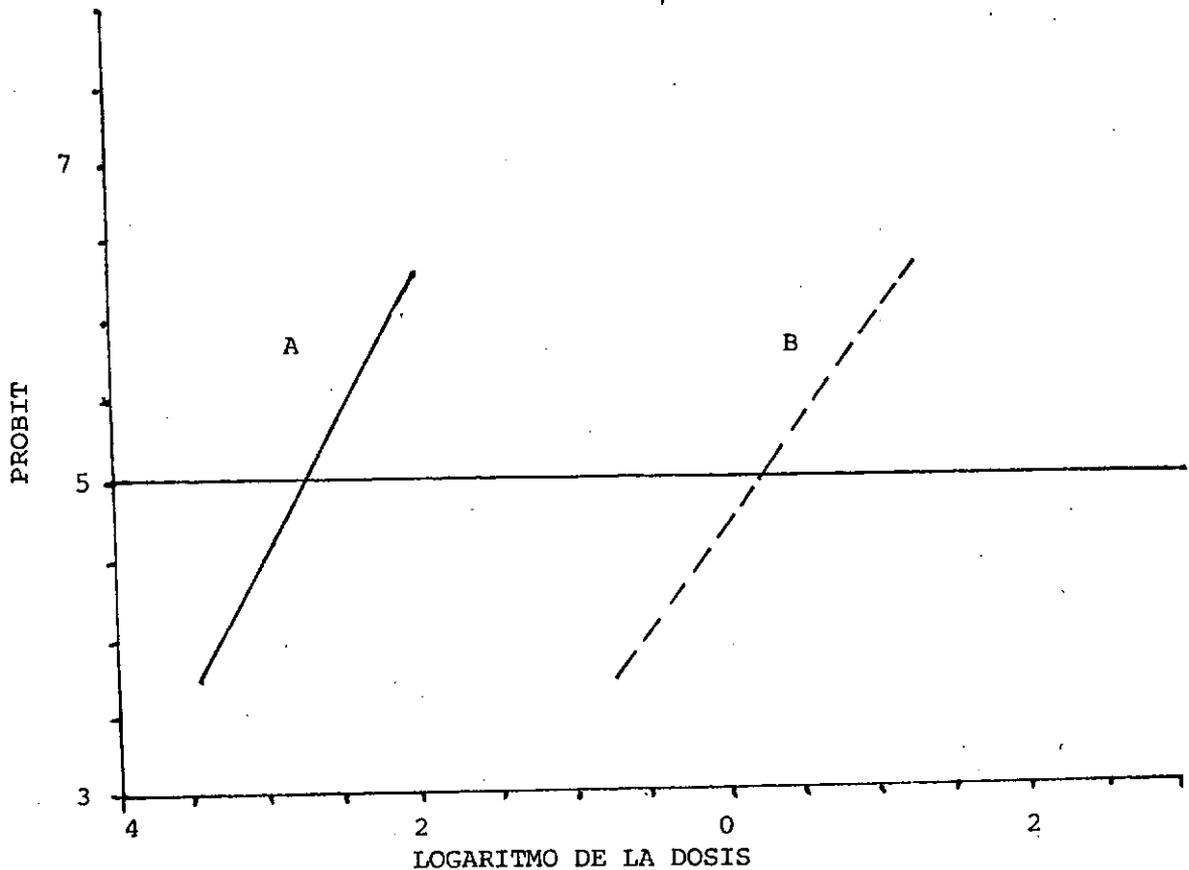
Segundo, se calculó el valor de la ordenada sustituyendo los valores de \bar{X} , \bar{Y} y de b_1 en la ecuación:

$$Y = b_0 + b_1 \bar{X}$$

Tercero, sustituir los valores de b_1 y de b_0 en la ecuación de regresión, queda: $Y = 4.5754 + 1.2526 X$.

Cuarto, la dosis letal media se obtiene despejando X y utilizando el valor de $Y=5$ (valor del probit para el 50% de mortalidad)
 $DL50 = 2.18$ ppm.

Quinto, utilizando la ecuación de regresión, se trazó la línea de respuesta logaritmo dosis-mortalidad (L-D-P) (ver gráfica 6).



Gráfica 6. Efecto del producto químico Cyfluthrin sobre adultos de 36 miligramos de peso del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

A. Primera población. Ecuación de regresión $Y = 9.8878 + 1.7902X$

B. Segunda población. Ecuación de regresión $Y = 4.5754 + 1.2526X$

En la gráfica 6 se trazan las líneas de respuesta logaritmo dosis-mortalidad para la población original y para la progenie. La mortalidad (en unidades probit) aumenta a medida que aumenta la concentración de insecticida.

En la población original se requiere de una menor concentración de insecticida para obtener la mortalidad letal media. En la población final se observa el aumento de resistencia al necesitar una mayor concentración para obtener la mortalidad letal media.

Cuadro 27. Dosis letal media (DL50) de 6 insecticidas aplicados en - adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

INSECTICIDA	GRUPO TOXICOLOGICO	DL50 EN ppm	
		PRIMERA POBLACION	SEGUNDA POBLACION
Endosulfan	3	8.68×10^{-2}	1.12
Methyl-Parathión	10	6.68×10^{-2}	2.06×10^{-1}
Azinfos-Methyl	14	4.59×10^{-1}	62.9
Malathión	16	2.74×10^{-2}	1.36
Carbaryl	18	8.26×10^{-1}	458.49
Cyfluthrín	21	1.68×10^{-3}	2.18

Endosulfán:

En la primera población de picudos la concentración de insecticida, para obtener el 50% de mortalidad fue de 8.68×10^{-5} ppm; en la segunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración de Endosulfán aumentó a 1.12×10^{-3} ppm. Se observa el aumento de individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después de la selección en un ciclo biológico por el producto químico Endo

sulfán. (Cuadro 27).

Methyl-Parathión:

En la primera población de picudos la concentración de insecticidas, para obtener el 50% de mortalidad fue de 6.68×10^{-5} ppm; en la segunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración de Methyl-Parathión aumentó a 2.06×10^{-4} ppm. Se observa el aumento de individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después de la selección en un ciclo biológico por el producto químico Methyl-Parathión. (Cuadro 27).

Azinfos-Methyl:

En la primera población de picudo la concentración de insecticida, para obtener el 50% de mortalidad fue de 4.59×10^{-4} ppm; en la segunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración de Azinfos-Methyl aumentó a 6.29×10^{-2} ppm. Se observa el aumento de individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después de la selección en un ciclo biológico por el producto químico Azinfos-Methyl. (Cuadro 27).

Malathión:

En la primera población de picudos la concentración de insecticida, para obtener el 50% de mortalidad fue de 2.74×10^{-5} ppm; en la segunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración de Malathión aumentó a 1.36×10^{-3} ppm. Se observa el aumento de individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después de la selección en un ciclo biológico por el producto químico Malathión. (Cuadro 27).

Carbaryl:

En la primera población de picudos la concentración de insecticida, para obtener el 50% de mortalidad fue de 8.26×10^{-4} ppm; en la segunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración de Carbaryl aumentó a 4.58×10^{-1} ppm. Se observa el aumento de individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después de

la selección en un ciclo biológico por el producto químico Carba--
ryl. (Cuadro 27).

Cyfluthrín:

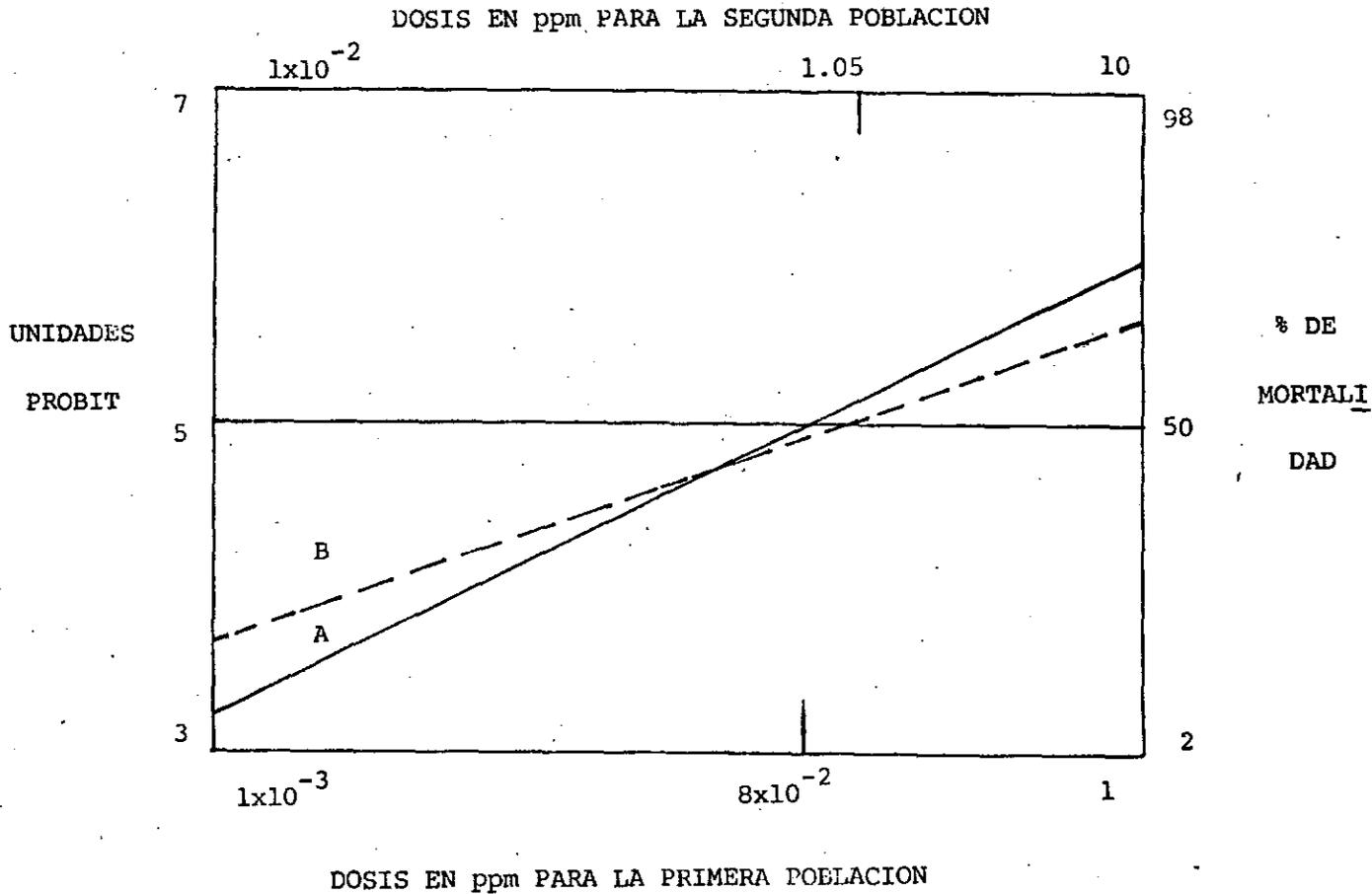
En la primera población de picudos la concentración de insecticida,
para obtener el 50% de mortalidad fue de 1.68×10^{-6} ppm; en la se--
gunda población para lograr el 50% de mortalidad la concentración
de Cyfluthrín aumentó a 2.18×10^{-3} ppm. Se observa el aumento de -
individuos resistentes por parte del picudo (A. eugenii) después -
de la selección en un ciclo biológico por el producto químico Cy-
fluthrín. (Cuadro 27).

F. DETERMINACION DE LA DOSIS LETAL MEDIA (DL50) POR EL METODO DEL PA-
PEL PROBIT

Se calculó la dosis letal media de cada insecticida por el método
del papel probit (Anexo gráfica 3), para comparar dicho método con
el método estadístico y ampliar la metodología de estudio del efec-
to de resistencia hacia 6 grupos toxicológicos en el picudo del -
chile (A. eugenii).

Para graficar el efecto de resistencia en la hoja Long. probit, se
utilizó la dosis de insecticida en partes por millón (ppm) y el -
porcentaje de mortalidad.

La hoja Long-probit se lee: en la vertical-derecha el porcentaje -
de mortalidad, en la vertical-izquierda las unidades probit, en la
horizontal-inferior los valores de las dosis en partes por millón
para la primera población y en la horizontal-superior los valores
de las dosis en partes por millón para la segunda población. La -
línea en el diagrama de dispersión es trazada a criterio del inves-
tigador y la dosis letal media se obtiene por la metodología des--
crita en el punto VI, C.2.b.

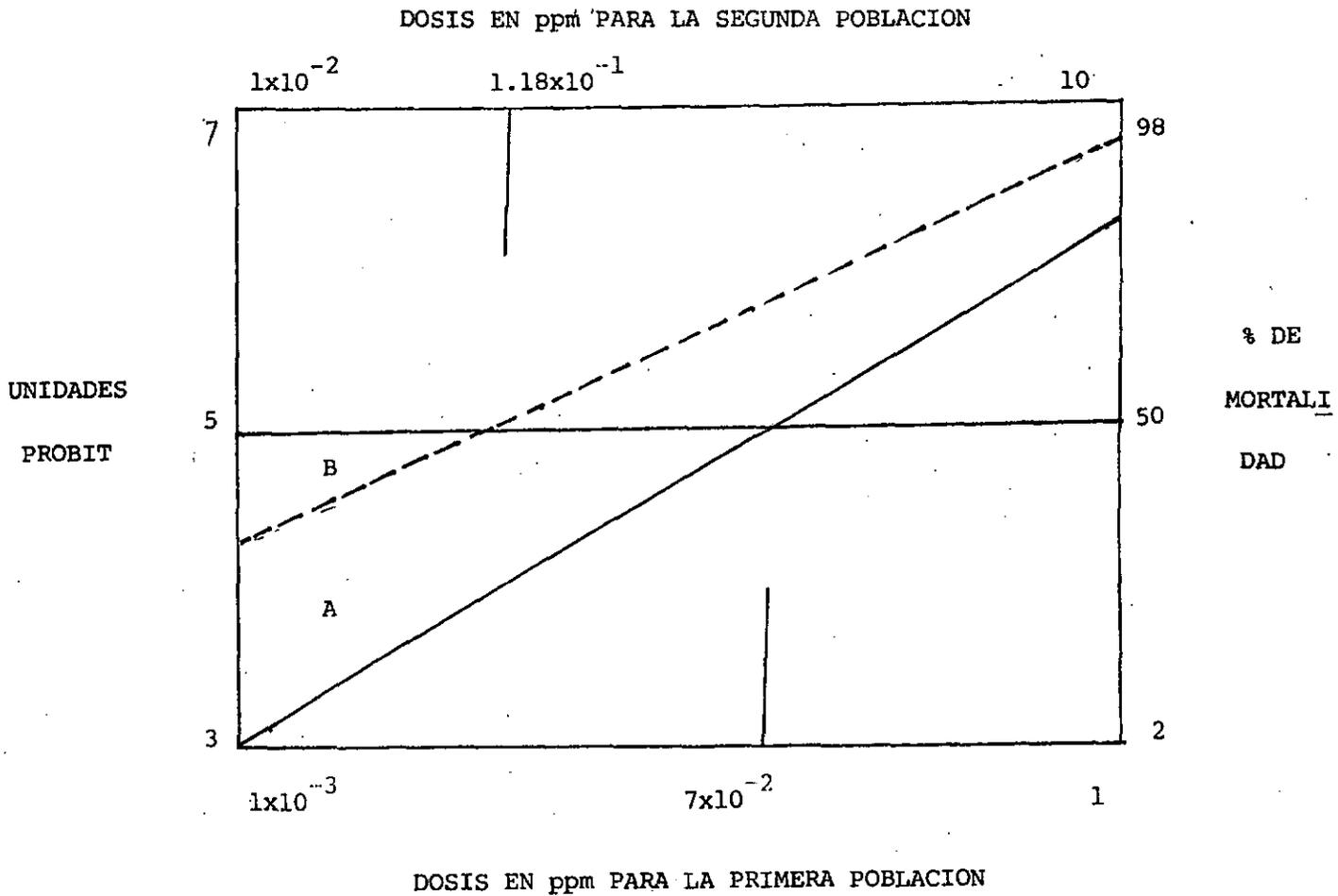


Gráfica 7. Efecto del insecticida Endosulfán sobre adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

- _____ Efecto de resistencia de la primera población (A)
- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:

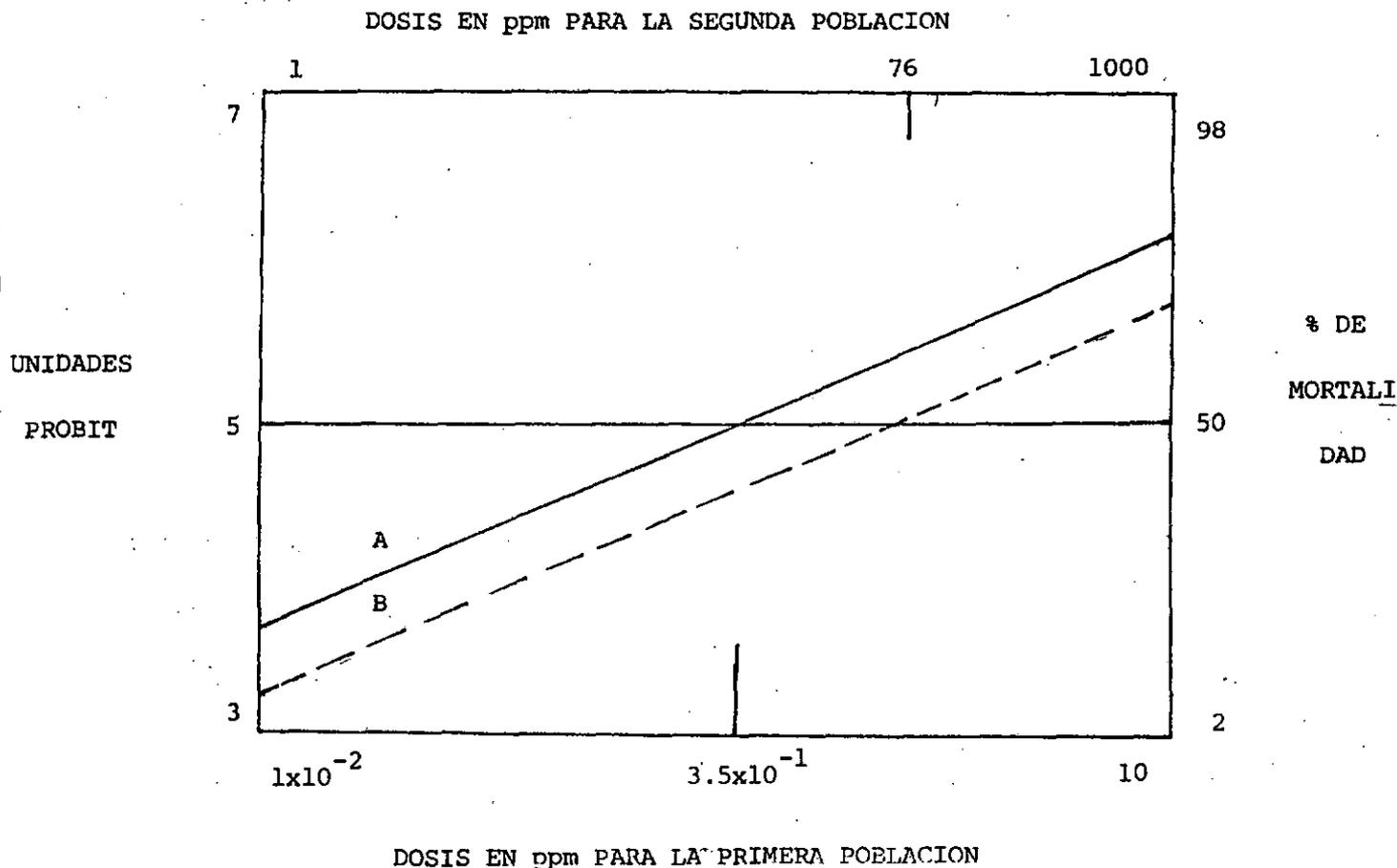
La dosis letal media para la primera población fue de 8×10^{-5} ppm y para la segunda población de 1.05×10^{-3} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumenta a medida que la línea se desplaza a la derecha en el diagrama de dispersión.



Gráfica 8. Efecto del insecticida Methyl-Parathión sobre adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

- _____ Efecto de resistencia de la primera población (A)
- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:
La dosis letal media para la primera población fue de 7×10^{-5} ppm y para la segunda población de 1.18×10^{-4} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumenta a medida que la línea es desplazada a la derecha en el diagrama de dispersión.



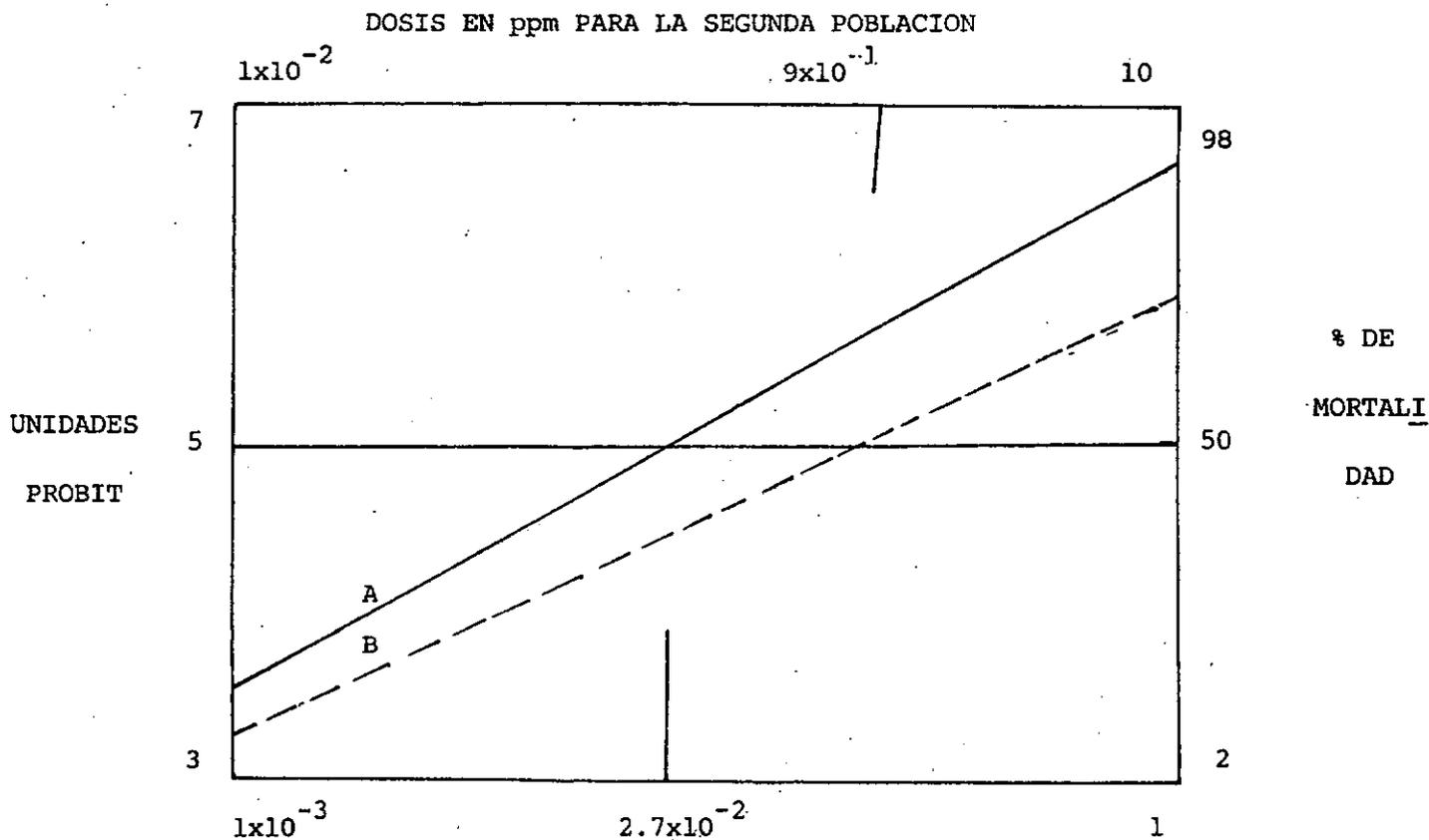
Gráfica 9. Efecto del insecticida Azinfos-Methyl sobre adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (*A. eugenii*) para la primera y segunda población.

———— Efecto de resistencia de la primera población (A)

----- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:

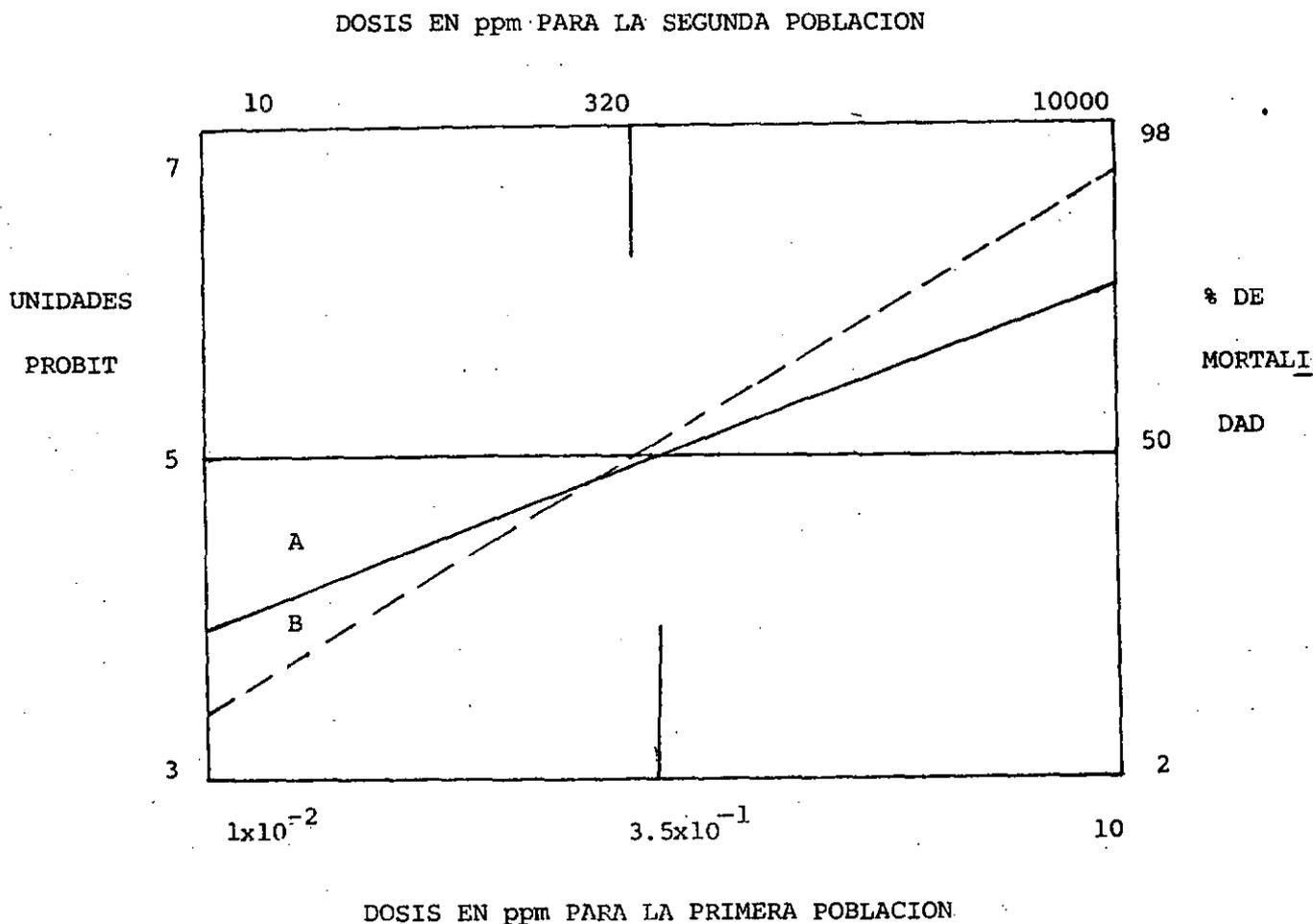
La dosis letal media para la primera población fue de 3.5×10^{-4} ppm y para la segunda de 7.5×10^{-2} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumenta a medida que la línea se desplaza a la derecha en el diagrama de dispersión.



Gráfica 10. Efecto del insecticida Malathión sobre adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la - primera y segunda población.

- _____ Efecto de resistencia de la primera población (A)
- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:
La dosis letal media para la primera población fue de 2.7×10^{-5} ppm y para la segunda población de 2.7×10^{-1} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumenta a medida que la línea se desplaza a la derecha en el diagrama de dispersión.

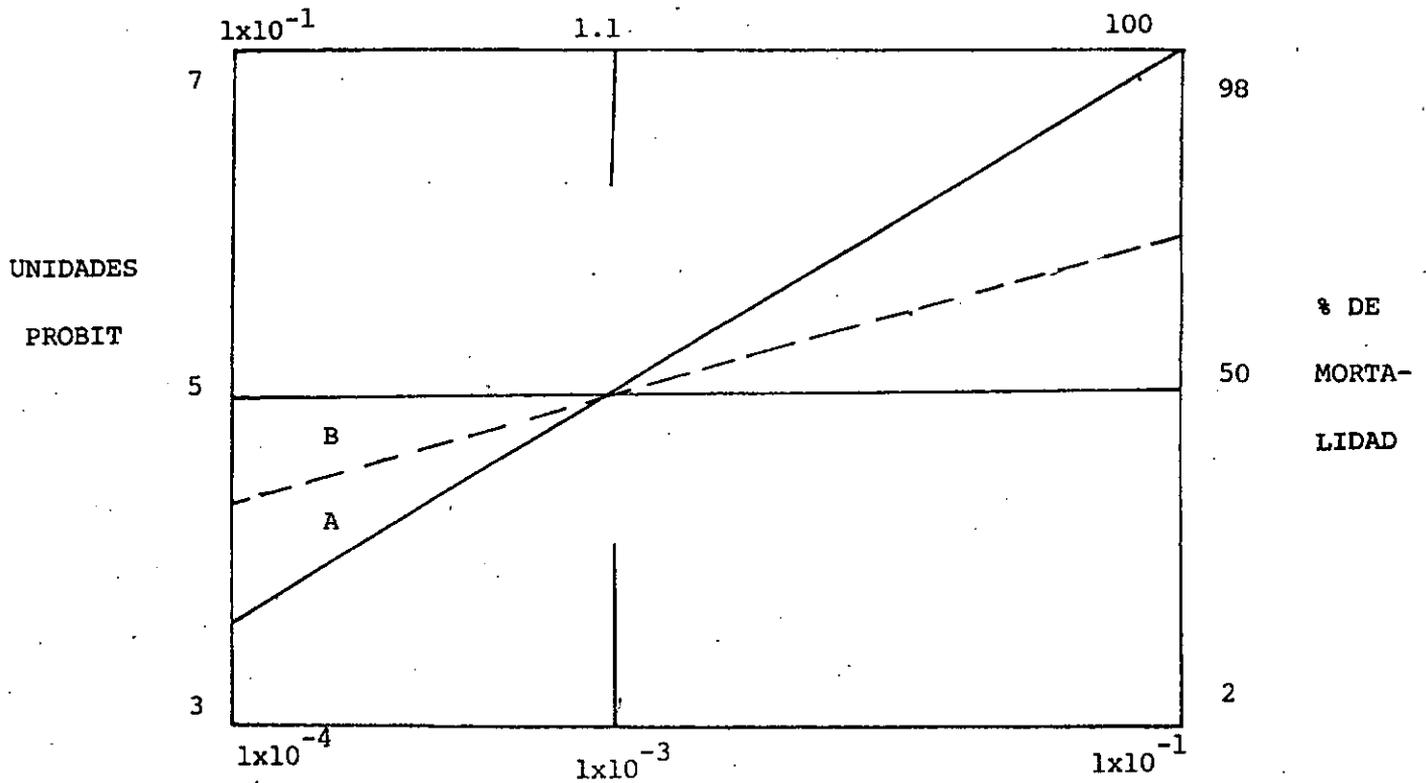


Gráfica 11. Efecto del insecticida Carbaryl sobre adultos de 36 miligramos - de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

- _____ Efecto de resistencia de la primera población. (A)
- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:
La dosis letal media para la primera población fue de 3.5×10^{-4} ppm y para la segunda población de 3.2×10^{-1} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumentó a medida que la línea se desplaza a la derecha en el diagrama de dispersión.

DOSIS EN ppm PARA LA SEGUNDA POBLACION



DOSIS EN ppm PARA LA PRIMERA POBLACION

Gráfica 12. Efecto del insecticida Cyfluthrín sobre adultos de 36 miligramos de peso aproximado del picudo del chile (A. eugenii) para la primera y segunda población.

- Efecto de resistencia de la primera población (A)
- Efecto de resistencia de la segunda población (B)

En la gráfica anterior:

La dosis letal media para la primera población fue de 1.1×10^{-6} ppm y para la segunda población de 1.1×10^{-3} ppm. Se observa el aumento en la concentración de insecticida para lograr el 50% de mortalidad de la primera a la segunda población. La dosis de insecticida aumenta a medida que la línea se desplaza a la derecha en el diagrama de dispersión.

G. DISCUSION GENERAL

Para cada insecticida se prepararon las dosis en porcentajes, utilizando el método de aplicación residual se determinó la ventana de respuesta biológica, luego se prepararon las dosis intermedias y nuevamente por el método de aplicación residual se obtuvo el porcentaje de mortalidad para dichas dosis, y así, se calculó la dosis letal media por el método estadístico y por el método del papel probit. El cálculo de la dosis letal media por el método estadístico proporciona valores aproximadamente iguales a los valores de la DL50 calculada por el método del papel probit.

En la primera población de picudos, los productos Azinfós-Metyl y Carbaryl poseen valores para la DL50 similares, además son las DL50 más altas de los insecticidas estudiados. Esto denota la poca toxicidad de dichos productos hacia el picudo. Los productos Endosulfán, Methyl-Parathión y Malathión tienen valores para la DL50 similares y poseen una toxicidad media para el picudo.

El producto Cyfluthrín posee el valor para la DL50 más bajo de los productos en estudio, esto denota la alta toxicidad de dicho producto para el picudo.

En la segunda población la resistencia en el picudo aumentó para los 6 insecticidas estudiados, producido por la exposición continua de un producto químico, que causa la activación de uno o más mecanismos de resistencia y la selección de individuos que contengan dichos mecanismos.

En la segunda población de picudos para el Methyl-Parathión, el aumento de individuos resistentes se dió en menor proporción que en los otros insecticidas estudiados.

Para el Endosulfán y Malathión el aumento de individuos resistentes se da en igual proporción. Causado por un mecanismo común de

resistencia. Según Lagunes (1975), que indica que si dos productos tienen una misma tendencia en el aumento de resistencia, poseen un mecanismo común de resistencia (13).

El Cyfluthrín y Carbaryl, aumenta la población de individuos resistentes proporcionalmente entre sí, esto de acuerdo con los trabajos de Plapp (1971), que indicó que un mecanismo común confiere resistencia a los carbomatos y piretroides (12).

VIII. CONCLUSIONES

1. En la primera población:
Utilizando el método de aplicación residual y usando el método estadístico o el método del papel probit, se estableció la dosis letal media para cada insecticida. Siendo diferentes y específicas para cada uno.
2. Los productos Azinfón-Methyl y Carbaryl presentaron menor toxicidad al picudo, dado que necesitaron las concentraciones más altas para lograr el 50% de mortalidad. En contra posición con el Cyfluthrín que presentó la más alta toxicidad. Los productos Endosulfán, Methyl-Parathión y Malathión, poseen una toxicidad intermedia en comparación con los otros insecticidas estudiados.
3. El incremento en la concentración de insecticidas para obtener el 50% de mortalidad en la segunda población, refleja el aumento de individuos resistentes y dicho aumento se manifiesta en proporciones diferentes para cada insecticida.
4. La población resistente al Methyl-Parathión aumentó en menor proporción comparado con los otros insecticidas estudiados. Los productos Carbaryl y Cyfluthrín, produjeron el mayor aumento de -

resistencia por parte del picudo. Los productos Endosulfán y Malathión, producen una resistencia intermedia comparados con los otros insecticidas estudiados.

5. El Methyl-Parathión y Endosulfán, tienen una toxicidad intermedia en la primera población y modifican levemente la toxicidad para la segunda población.
6. El cálculo de la dosis letal media (DL50) por el método estadístico y el método del papel probit, dan valores similares de la dosis letal media (DL50), concluyendo que cualquiera de los dos métodos proporcionan datos confiables.

IX. RECOMENDACIONES

Dado que los 6 insecticidas de los grupos toxicológicos estudiados, - causan resistencia al picudo (A. eugenii) después de un ciclo biológico (es decir, la segunda población), se recomienda:

1. No usar intensivamente un mismo tipo de insecticida (sea cual fuere) sino rotarlo, con el objeto de no elevar la resistencia a niveles muy altos, lo cual compromete muy seriamente el control del picudo (A. eugenii)
2. No usar los productos Azinfón-Methyl y el Carbaryl en el control del picudo, debido a la poca toxicidad que presentan para el insecto estudiado y al aumento considerable de resistencia en la segunda población.
3. Utilizar Methyl-Parathión en cualquier programa de control de picudo, debido al poco incremento de resistencia que mostró el insecto estudiado en la primera generación.

4. No usar en un mismo programa de control de picudo el producto químico Endosulfán y Malathión, o viceversa. Ya que comparten un mecanismo común de resistencia.

5. No aplicar Carbaryl y luego Cyfluthrín o viceversa, debido que - comparten un mecanismo común de resistencia.

X. BIBLIOGRAFIA

1. ANDREWS, K.L. 1984. Picudo del chile; su reconocimiento y control. Honduras, Proyecto MIPH. p. irr.
2. BARILLAS, E. 1985. Evaluación de insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control de picudo del chile. Zacapa, Gua., Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 4 p.
3. CORDON, E. 1988. Evaluación de 3 niveles de población con 2 insecticidas para el control del picudo del chile (A. eugenii) en el cultivo del chile pimiento (C. annum) en la aldea La Reforma, - Huité, Zacapa. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 25 p.
4. LAGUNES, A. 1974. Resistencia diferencial a insecticida entre poblaciones de Heliothis sp. (Lepidóptera noxtuidae) que ataca al algodónero, tomate y maíz en México. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. 39-53.
5. _____; RODRIGUEZ, C. 1982. Métodos para la determinación de resistencia en las principales plagas agrícolas de México. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. 21 p.
6. _____. 1982. Temas selectos sobre resistencia a los insecticidas. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. p. irr.
7. _____. 1983. Copias del curso de toxicología y manejo de plaguicidas. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. irr.
8. METCALF, C.; FLINT, W. 1981. Insectos destructivos e insectos útiles. 4 ed. México, CECSA. p. 402, 739.
9. MUÑOZ, R. 1989. Evaluación de secuencias con 4 insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control del picudo (A. eugenii) en el cultivo del chile pimiento (C. annum) en Cabañas, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
10. ORTIZ, A. 1983. Biología y dinámica de población del picudo del chile, en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. - 50 p.
11. PACHECO, A.B. 1978. Evaluación de productos químicos y frecuencias de aplicación para el control del picudo (Anthonomus eugenii C.) en el cultivo de chile pimiento (Capsicum annum L.), en Cabañas, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.

12. PLAPP, W.F. 1971. Insecticide resistance in Heliothis tolerance in larvae of H. virescens as compared with H. zea to organophosphate insecticides. s.n.t.
13. REPORTE DE actividades del programa cooperativo en toxicología. 1975. - Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Programa de Entomología y Acarología. p. irr.
14. RODRIGUEZ, J. 1982. División de los insecticidas y acaricidas de acuerdo a grupos toxicológicos; una base para su manejo racional. Chapingo, México, Universidad Autónoma. 21 p.
15. _____. 1983. Nuevas estrategias en el control químico de plagas agrícolas. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. 12 p.
16. SYNERGISTS FOR insecticides. 1969. Bulletin of the Entomological Society of America. (Md.) 15(2):89-135.

vo. Bo.
Patualle



A N E X O S

Cuadro 1.

1.A. Número de especies de insectos y ácaros resistentes a uno ó más químicos

AÑO	NUMERO DE ESPECIES
1908	1
1948	19
1954	25
1957	76
1960	137
1963	157
1965	185
1967	224
1975	305 (más de 58 sp. no confirmadas)

1.B Estimación de los posibles cambios en abundancia de gusano terciopelo y gusano soldado en el cultivo de soya en el Soconusco, debido a diferencias en susceptibilidad a insecticidas

PRIMERA GENERACION

ESPECIE	POBLACION INICIAL		POBLAC. ELIMIN.		SOBREVIVIENTES	
	EN NUMERO	%	EN NUMERO	%	EN NUMERO	%
Terciopelo	9900	99	8910	90	990	96.1
Soldado	100	1	60	60	40	3.8

SEGUNDA GENERACION

Terciopelo	9610	96.1	8649	90	961	86.3
Soldado	380	3.8	228	60	152	13.6

TERCERA GENERACION

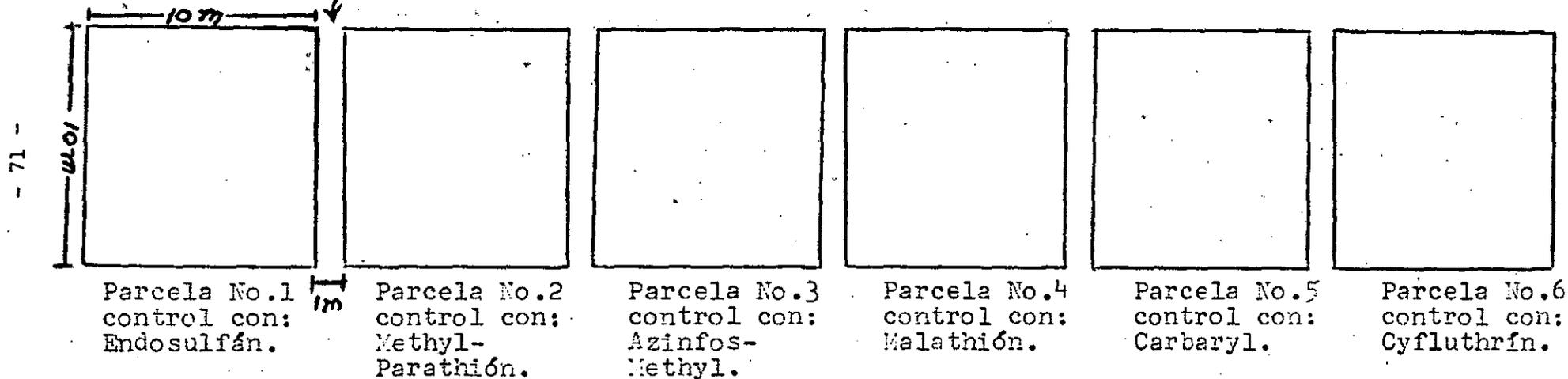
Terciopelo	8630	86.3	7767	90	863	61.3
Soldado	1360	13.6	816	60	544	38.6



GRAFICA No. 1

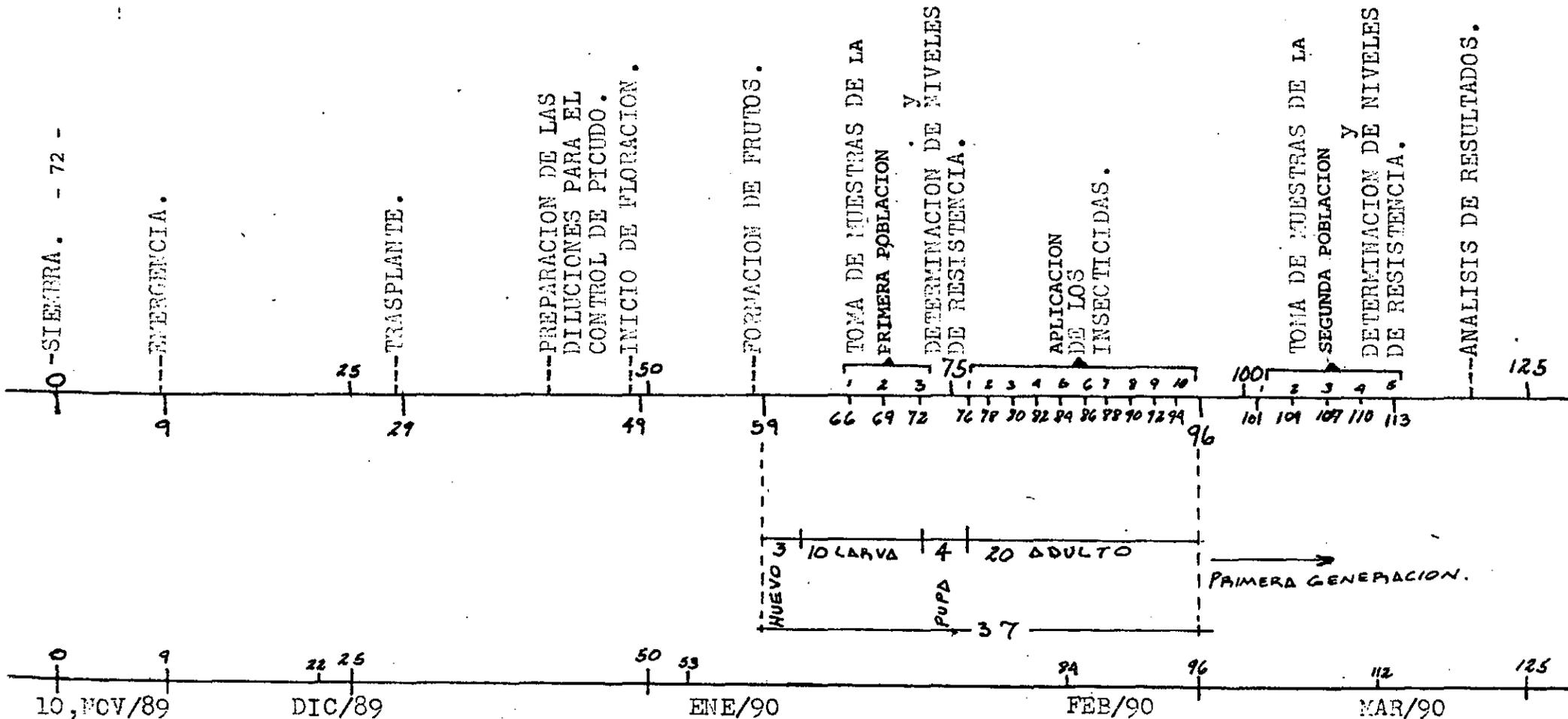
UBICACION EN EL CAMPO DE LAS PARCELAS DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAL BIOLÓGICO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL PICUDO DEL CHILE (Anthonomus eugenii C.).

División entre cada parcela con plástico de 1.5 mts de altura.



GRAFICA No. 2

CRONOGRAMA DEL EXPERIMENTO Y FENOLOGIA DEL CULTIVO DE CHILE PIMIENTO.



CUADRO No. 2

TABLA V. Probits correspondientes a los distintos valores para la función suma de la distribución normal. Función suma.

100 x Función suma	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0		1.91	2.12	2.25	2.35	2.42	2.49	2.54	2.50	2.63
1	2.67	2.71	2.74	2.77	2.80	2.83	2.86	2.88	2.90	2.93
2	2.95	2.97	2.99	3.01	3.02	3.04	3.06	3.07	3.09	3.10
3	3.12	3.13	3.15	3.16	3.18	3.19	3.20	3.21	3.23	3.24
4	3.25	3.26	3.27	3.28	3.29	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35
5	3.36	3.37	3.37	3.38	3.39	3.40	3.41	3.42	3.43	3.44
6	3.45	3.45	3.46	3.47	3.48	3.49	3.49	3.50	3.51	3.52
7	3.52	3.53	3.54	3.55	3.55	3.56	3.57	3.57	3.58	3.59
8	3.60	3.60	3.61	3.62	3.62	3.63	3.63	3.64	3.65	3.65
9	3.66	3.67	3.67	3.68	3.68	3.69	3.70	3.70	3.71	3.71
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3.72	3.77	3.83	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.09	4.12
20	4.26	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.93	4.95	4.98
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
90	6.28	6.29	6.29	6.30	6.31	6.31	6.32	6.32	6.33	6.34
91	6.34	6.35	6.35	6.36	6.37	6.37	6.38	6.39	6.39	6.49
92	6.41	6.41	6.42	6.43	6.43	6.44	6.45	6.45	6.46	6.47
93	6.48	6.48	6.49	6.50	6.51	6.51	6.52	6.53	6.54	6.55
94	6.56	6.56	6.57	6.58	6.59	6.60	6.61	6.62	6.63	6.64
95	6.65	6.66	6.67	6.68	6.69	6.70	6.71	6.72	6.73	6.74
96	6.75	6.76	6.77	6.79	6.80	6.81	6.83	6.84	6.85	6.87
97	6.88	6.90	6.91	6.93	6.94	6.96	6.98	7.00	7.01	7.03
98	7.05	7.08	7.10	7.12	7.14	7.17	7.20	7.23	7.26	7.29
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.00



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de
Respuesta Biológica

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana
de Respuesta Biológica

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de
Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

ESPECIE A. eugenii

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA primera población

PROCEDENCIA primera población

PROCEDENCIA primera población

INSECTICIDA Endosulfán

INSECTICIDA Methyl-Parathión

INSECTICIDA Azinfon Methyl

DOSIS %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	43
1×10^{-5}	50	38
1×10^{-6}	50	14
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

DOSIS %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	50
1×10^{-5}	50	32
1×10^{-6}	50	11
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

DOSIS %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	34
1×10^{-5}	50	17
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

* V.R.B. = Ventana de respuesta biológica.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA primera población

INSECTICIDA Malathión

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA primera población

INSECTICIDA Carbaryl

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA primera población

INSECTICIDA Cyfluthrín

DOSIS %	NÚMERO DE INSECTOS TRATADOS	NÚMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	50
1×10^{-5}	50	38
1×10^{-6}	50	15
1×10^{-7}	50	2
1×10^{-8}	50	0

DOSIS %	NÚMERO DE INSECTOS TRATADOS	NÚMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	42
1×10^{-4}	50	30
1×10^{-5}	50	21
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

DOSIS %	NÚMERO DE INSECTOS TRATADOS	NÚMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	50
1×10^{-5}	50	50
1×10^{-6}	50	45
1×10^{-7}	50	28
1×10^{-8}	50	3

* V.R.B. = Ventana de Respuesta Biológica.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Endosulfán

volumen = 839.39 cm³

GPO. TOXICOLOGICO 3

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}				
MUERTOS	30	43	31	14	0				

F E C H A

25-1-90 27-1-90 28-1-90 30-1-90 31-1-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó µg/l	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-3}	10	10	10	10	10	10	50	100
1×10^{-4}	1	9	70	6	8	10	43	86
	5×10^{-1}	9	8	7	7	8	39	78
1×10^{-5}	1×10^{-1}	6	6	8	4	7	31	62
	6×10^{-2}	7	5	4	7	4	27	54
	3×10^{-2}	4	7	1	3	0	15	30
1×10^{-6}	1×10^{-2}	6	3	4	0	1	14	28
	6×10^{-3}	2	5	1	0	1	9	18
	3×10^{-3}	1	1	0	1	0	3	6
1×10^{-7}	1×10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con volumen = 839.39 cm³

INSECTICIDA Methyl-Parathión

GPO. TOXICOLOGICO 10

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}					
MUERTOS	50	32	11	0					

F E C H A

25-1-90	27-1-90	28-1-90	30-1-90	31-1-90
---------	---------	---------	---------	---------

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g/l}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-4}	1	10	10	10	10	10	50	100
	6×10^{-1}	7	10	7	7	9	40	80
	3×10^{-1}	6	6	10	7	3	32	64
1×10^{-5}	1×10^{-1}	8	6	5	5	8	32	64
	6×10^{-2}	7	6	6	2	3	24	48
	3×10^{-2}	3	5	0	6	3	17	34
1×10^{-6}	1×10^{-2}	0	3	3	4	1	11	22
	6×10^{-3}	0	2	1	1	2	6	12
	3×10^{-3}	0	2	0	0	0	2	4
1×10^{-7}	1×10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugeni

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con volumen = 839.39 cm³

INSECTICIDA Azinfos-Methyl

GPO. TOXICOLOGICO 14

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}				
MUERTOS	50	34	17	0				

F E C H A

25-1-90 27-1-90 28-1-90 30-1-90 31-1-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g}/\text{l}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-3}	10	10	10	10	10	10	50	100
	6	9	9	10	6	8	42	89
	3	6	10	6	8	9	39	78
1×10^{-4}	1	7	7	6	9	5	34	68
	6×10^{-1}	8	4	6	8	5	31	62
	3×10^{-1}	7	6	6	4	2	25	50
1×10^{-5}	1×10^{-1}	6	2	2	5	2	17	34
	6×10^{-2}	2	0	5	3	3	13	26
	3×10^{-2}	0	0	4	3	1	8	16
1×10^{-6}	1×10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Malathión

volumen = 839.39 cm^3

GPO. TOXICOLOGICO 16

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}	1×10^{-8}				
MUERTOS	50	38	15	2	0				

F E C H A

25-1-90 27-1-90 28-1-90 30-1-90 31-1-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g/ml}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-4}	1	10	10	10	10	10	50	100
	5×10^{-1}	10	6	9	9	10	44	88
1×10^{-5}	1×10^{-1}	9	5	10	6	8	38	76
	6×10^{-2}	9	6	5	8	4	32	64
	3×10^{-2}	7	8	2	5	5	27	54
1×10^{-6}	1×10^{-2}	6	1	2	4	2	15	30
	6×10^{-3}	2	2	3	1	5	13	26
	3×10^{-3}	1	0	3	1	3	8	16
1×10^{-7}	1×10^{-3}	0	1	1	0	0	2	6
1×10^{-8}	1×10^{-4}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con volumen = 839.39 cm³

INSECTICIDA Carbaryl

GPO. TOXICOLOGICO 18

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}				
MUERTOS	50	42	30	21	0				

F E C H A

25-1-90	27-1-90	28-1-90	30-1-90	31-1-90
---------	---------	---------	---------	---------

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g}/\text{ml}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-1}	100	10	10	10	10	10	50	100
	50	10	10	7	9	10	46	92
1×10^{-3}	10	7	8	8	10	9	42	84
	5	8	7	6	6	9	36	72
1×10^{-4}	1	7	5	9	3	6	30	60
	5×10^{-1}	6	7	5	3	6	27	54
1×10^{-5}	1×10^{-1}	6	2	4	4	5	21	42
	6×10^{-2}	4	2	1	5	4	16	32
	3×10^{-2}	4	1	4	2	1	12	24
1×10^{-6}	1×10^{-2}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Primera población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con volumen = 839.39 cm³

INSECTICIDA Cyfluthrin

GPO. TOXICOLOGICO 21

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}	1×10^{-8}				
MUERTOS	50	45	28	3				

F E C H A

25-1-90 27-1-90 28-1-90 30-1-90 31-1-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g}/\text{ml}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-5}	1×10^{-1}	10	10	10	10	10	50	100
	5×10^{-2}	10	10	10	9	9	48	96
1×10^{-6}	1×10^{-2}	10	9	8	8	10	45	90
	6×10^{-3}	8	10	8	9	5	40	80
	3×10^{-3}	8	6	9	7	7	37	74
1×10^{-7}	1×10^{-3}	5	4	7	8	4	28	56
	6×10^{-4}	5	7	2	4	4	22	44
	3×10^{-4}	3	3	0	6	2	14	28
1×10^{-8}	1×10^{-4}	0	1	0	2	0	3	6
	5×10^{-5}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

NOBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA segunda población

INSECTICIDA Endosulfán

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	41
1×10^{-4}	50	29
1×10^{-5}	50	16
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

NOBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA segunda población

INSECTICIDA Methyl-Parathión

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	50
1×10^{-4}	50	36
1×10^{-5}	50	24
1×10^{-6}	50	9
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

AREA DE TOXICOLOGIA

NOBRE DEL PROGRAMA Ventana de

Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA segunda población

INSECTICIDA Azinfós-Methyl

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	28
1×10^{-3}	50	14
1×10^{-4}	50	0
1×10^{-5}	50	0
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

* V.R.B. = Ventana de Respuesta Biológica



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de
Respuesta Biológica

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de
Respuesta Biológica

NOMBRE DEL PROGRAMA Ventana de
Respuesta Biológica

ESPECIE A. eugenii

ESPECIE A. eugenii

ESPECIE A. eugenii

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

EDAD PESO INSTAR 1 día 36 mg adulto

PROCEDENCIA segunda población

PROCEDENCIA segunda población

PROCEDENCIA segunda población

INSECTICIDA Malathión

INSECTICIDA Carbaryl

INSECTICIDA Cyfluthrín

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	46
1×10^{-3}	50	41
1×10^{-4}	50	33
1×10^{-5}	50	20
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	37
1×10^{-2}	50	21
1×10^{-3}	50	0
1×10^{-4}	50	0
1×10^{-5}	50	0
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

DOSES %	NUMERO DE INSECTOS TRATADOS	NUMERO DE INSECTOS MUERTOS
1	50	50
1×10^{-1}	50	50
1×10^{-2}	50	50
1×10^{-3}	50	34
1×10^{-4}	50	26
1×10^{-5}	50	17
1×10^{-6}	50	0
1×10^{-7}	50	0
1×10^{-8}	50	0

* V.R.B. = Ventana de Respuesta Biológica.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y AGAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Segunda población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Endosulfán

volumen = 839.39 cm³

GPO TOXICOLOGICO 3

VENTANA DE RESPUESTA BIOLOGICA

DOSIS (%)	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}				
MUERTOS	50	41	29	16	0				

F E C H A

20-2-90	23-2-90	26-2-90	1-3-90	4-3-90
---------	---------	---------	--------	--------

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó µg/ml	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-2}	100	10	10	10	10	10	50	100
1×10^{-3}	10	6	9	9	7	10	41	82
	6	9	6	7	7	8	37	74
	3	4	10	7	5	7	33	66
1×10^{-4}	1	5	2	8	10	4	29	58
	6×10^{-1}	6	2	5	4	4	21	42
	3×10^{-1}	4	2	2	3	7	18	36
1×10^{-5}	1×10^{-1}	1	4	6	5	0	16	32
	5×10^{-2}	2	3	0	0	2	7	14
1×10^{-6}	1×10^{-2}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Segunda población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Methyl-Parathión

volumen = 839.39 cm³

GPO. TOXICOLOGICO 10

VENTANA DE RESPUESTA BIOLOGICA

DOSIS (%)	1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁷				
MUERTOS	50	36	24	9	0				

F E C H A

20-2-90 23-2-90 26-2-90 1-3-90 4-3-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó µg/ml	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1x10 ⁻¹	10	10	10	10	10	10	50	100
	6	10	10	10	8	10	48	96
	3	7	9	10	10	7	43	86
1x10 ⁻⁴	1	9	6	9	8	4	36	72
	5x10 ⁻¹	5	7	7	4	8	31	62
1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻¹	4	6	6	3	5	24	48
	6x10 ⁻²	5	3	5	4	3	20	40
	3x10 ⁻²	6	3	1	2	5	17	34
1x10 ⁻⁶	1x10 ⁻²	2	0	4	2	1	9	18
1x10 ⁻⁷	1x10 ⁻³	0	0	0	0	0	0	0

BIBLIOTECA DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA



CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii
PROCEDENCIA Segunda población
INSECTICIDA Azinfos-Methyl
GPO TOXICOLOGICO 14

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos
OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con
volumen = 839.39 cm³

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1x10 ⁻¹	1x10 ⁻²	1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁴					
MUERTOS	50	28	14	0					

F E C H A

20-2-90 23-2-90 26-2-90 1-3-90 4-3-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó µg/ml	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1x10 ⁻¹	1000	10	10	10	10	10	50	100
	600	7	7	10	6	9	39	78
	300	7	7	6	9	5	34	68
1x10 ⁻²	100	6	8	6	3	5	28	56
	69	4	6	2	8	3	23	46
	30	5	4	5	3	0	17	34
1x10 ⁻³	10	2	0	6	3	3	14	28
	6	0	4	1	3	1	9	18
	3	0	0	3	2	0	5	10
1x10 ⁻⁴	1	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Segunda población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Malathión

volumen = 839.39 cm³

GPO. TOXICOLOGICO 16

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}		
MUERTOS	50	46	41	33	20	0		

F E C H A

20-2-90 23-2-90 26-2-90 1-3-90 4-3-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-1}	1000	10	10	10	10	10	50	100
1×10^{-2}	100	10	8	9	9	10	46	92
1×10^{-3}	10	8	10	6	9	8	41	82
	5	9	7	6	6	7	35	70
1×10^{-4}	1	10	4	8	3	6	33	66
	5×10^{-1}	6	5	5	7	4	27	54
1×10^{-5}	1×10^{-1}	4	5	3	2	6	20	40
	6×10^{-2}	3	4	1	4	2	14	28
	3×10^{-2}	1	0	3	1	0	5	10
1×10^{-6}	1×10^{-2}	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Segunda población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Carbaryl

volumen = 839.39 cm³

GPO. TOXICOLOGICO 18

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1	1x10 ⁻¹	1x10 ⁻²	1x10 ⁻³					
MUERTOS	50	37	21	0					

F E C H A

20-2-90 23-2-90 26-2-90 1-3-90 4-3-90

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó µg/ml	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1	10000	10	10	10	10	10	50	100
	6000	10	7	10	10	9	46	72
	3000	8	10	8	7	6	39	78
1x10 ⁻¹	1000	4	8	8	10	7	37	74
	600	3	8	9	5	1	26	52
	300	7	0	4	9	6	21	42
1x10 ⁻²	100	4	7	3	5	2	21	42
	62	3	6	1	1	2	13	26
	30	2	1	0	1	0	4	8
1x10 ⁻³	10	0	0	0	0	0	0	0



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CENTRO DE ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA

AREA DE TOXICOLOGIA

ESPECIE A. eugenii

TAMAÑO DE MUESTRA 50 adultos

PROCEDENCIA Segunda población

OBSERVACIONES 10 adultos/frasco de vidrio con

INSECTICIDA Cyfluthrin

volumen = 839.39 cm³

GPO. TOXICOLOGICO 21

VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

DOSIS (%)	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}				
MUERTOS	50	34	26	14	0				

F E C H A

20-2-90	23-2-90	26-2-90	1-3-90	4-3-90
---------	---------	---------	--------	--------

NUMERO DE INSECTOS MUERTOS

DOSIS (%)	ppm ó $\mu\text{g}/\text{l}$	I	II	III	IV	V	MUERTOS (TOTAL)	MORTALIDAD (%)
1×10^{-2}	100	10	10	10	10	10	50	100
	69	6	8	10	9	8	41	82
	30	9	6	9	8	6	38	76
1×10^{-3}	10	8	9	4	7	6	34	68
	5	7	4	4	6	8	29	58
1×10^{-4}	1	5	7	7	3	4	26	52
	5×10^{-1}	4	2	2	6	6	20	40
1×10^{-5}	1×10^{-1}	3	4	5	4	1	17	34
	5×10^{-2}	3	0	2	3	0	8	16
1×10^{-6}	5×10^{-2}	0	0	0	0	0	0	0



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA : EVALUACION DEL AUMENTO EN LA POBLACION DE INDIVIDUOS RESISTENTES DE PICUDO (Anthonomus eugenii Cano) A INSECTICIDAS DE SEIS GRUPOS TOXICOLOGICOS.

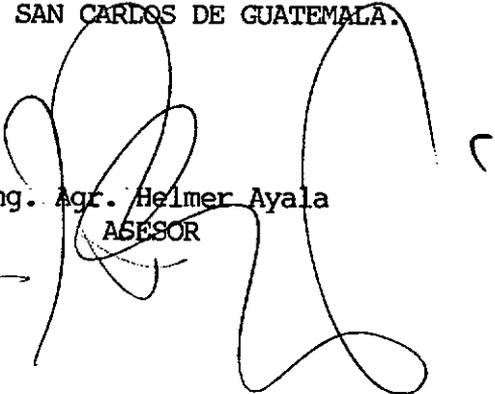
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR SANTIAGO CORDON CABRERA.

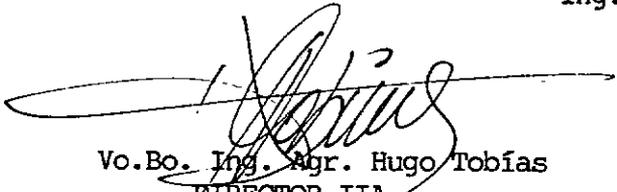
CARNET No. 80-11076

HA SIDO EVALUADA POR LOS SIGUIENTES PROFESIONALES:

INGENIEROS AGRONOMOS EDIL RODRIGUEZ, SALVADOR SANCHEZ Y MANUEL MARTINEZ

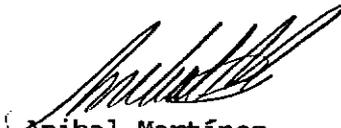
EL ASESOR Y AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA HACEN CONSTAR QUE HA CUMPLIDO CON LAS NORMAS UNIVERSITARIAS Y REGLAMENTOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.


Ing. Agr. Helmer Ayala
ASESOR


Vo.Bo. Ing. Agr. Hugo Tobías
DIRECTOR IIA



I M P R I M A S E :


Ing. Agr. Anibal Martínez
DECANO

