

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

SUSCEPTIBILIDAD DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood.) A 10  
INGREDIENTES ACTIVOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN BÁRCENA, VILLA  
NUEVA.

LUIS IVÁN ROCA GONZÁLEZ

GUATEMALA , AGOSTO DEL 2003

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

SUSCEPTIBILIDAD DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) A 10  
INGREDIENTES ACTIVOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN BÁRCENA, VILLA  
NUEVA.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

LUIS IVAN ROCA GONZÁLEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Mv. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr.	ARIEL ABDERRAMÁN ORTIZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	MANUEL DE JESÚS MARTINEZ OVALLE
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	Br.	LUIS ANTONIO RAGUAY PÍRIQUE
VOCAL QUINTO	Est.	JUAN MANUEL COREA OCHOA
SECRETARIO	Ing. Agr.	PEDRO PELÁEZ REYES

Guatemala, Agosto del 2003

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Miembros:

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

SUSCEPTIBILIDAD DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) A 10 INGREDIENTES ACTIVOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN BÁRCENA, VILLA NUEVA.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente,

Luis Iván Roca González

## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Nuestro señor, por su inmenso amor e infinita misericordia, por iluminar mis pasos y permitirme terminar con éxito otra etapa de mi vida.

MIS PADRES

Nery Oswaldo Roca y Thelma Noemí González, gracias por su sacrificio dedicación y entusiasmo. Este triunfo es de ustedes

MIS HERMANOS

Jorge Nery, Mario Roberto, Juan Carlos, Walter Danilo, Silvana Noemí, Pedro Alejandro como motivación para seguir cosechando triunfos en la vida

MIS ABUELOS

Domingo Manuel González (Q.E.P.D), Martha Ofelia Juárez, Reginaldo Roca Escalante, Clara Isabel Ortiz Ortíz, con cariño y gratitud por sus enseñanzas.

MIS TIOS

Con mucho agradecimiento y cariño, especialmente Lily González.

MIS PRIMOS

Con agradecimiento por apoyarme

TODA MI FAMILIA

Con cariño

MIS AMIGOS

Byron González Arana, Leonel Alvarez, Allan Escott, Mariano Fong, Siria Tejeda, Teresa Hernández, Eugenio Orozco, Emerson Herrera, Werner Ovando, Pablo Prado, Victor Hugo Motta, Axel Escobar, Francisco Barneond, Ilde Martinez, Edwin Hernandez, Antonio Colmenar, Rodolfo Garcia, Mynor Roche, Rafael Fuentes, Jorge Maldonado, Edie Herrera, Cesar Par-Mo, Robinson Noriega, Ricardo Lara, Erick Cifuentes, Vinicio Pinzón, Carlos Garcia, Rony Castillo, Rolando Mancilla, Roberto Godinez, Edwin Castañeda por las experiencias compartidas y nuestra amistad.

## TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS, POR DARME FUERZAS DIA TRAS DIA PARA LLEGAR A ESTA META.

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TODOS LOS DOCENTES Y CENTROS EDUCATIVOS QUE CONTRIBUYERON  
EN MI FORMACIÓN PROFESIONAL

A LOS AGRICULTORES DEL CASERÍO EI CARMEN “ LO DE RAMÍREZ”  
BÁRCENA, VILLA NUEVA

## AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández, por su amistad y asesoría brindada en la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Eddie Monterroso, Sr. Rafael Morán por proporcionar materiales y asesoría para la realización de la fase de campo del presente trabajo en el área de Bárcena, Villa Nueva. Por siempre agradecido.

Ing. Agr. Luis Reyes por el asesoramiento en el análisis de datos. Al Ing. Agr. Msc. Antonio Zúñiga por brindar desinteresadamente literatura fundamental en la realización de este trabajo.

Señor Efraín Ixcajoc y su familia, por el apoyo y colaboración en el Caserío El Carmen “Lo de Ramírez” Bárcena, Villa Nueva.

Comité de Agricultores de Miniriego El Carmen “Lo de Ramírez” Bárcena, Villa Nueva, mil gracias por la colaboración prestada.





## CONTENIDO GENERAL

	Pág.
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 Generalidades del cultivo de tomate	3
3.1.2 Morfología	3
3.1.3 Condiciones climáticas para el cultivo	4
3.1.4 Suelos para el cultivo de tomate	5
3.1.5 Importancia económica del tomate	5
3.1.6 La mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)	6
3.1.7 Ciclo biológico	6
3.1.8 Taxonomía	7
3.1.9 Daños causados por la mosca blanca	10
3.1.10 Importancia económica de la mosca blanca	10
3.1.11 Control químico	11
3.1.12 Grupos químicos	12
3.1.13 Resistencia a los insecticidas	13
3.1.14 Fisiología de la resistencia	14
3.1.15 Mecanismo de desarrollo de la resistencia	14
3.1.16 La resistencia en mosca blanca	16
3.1.17 Dosis	18
3.1.18 Dosificación	18
3.1.19 Concentración letal media (CL <sub>50</sub> )	18
3.1.20 Ventana de respuesta biológica	18
3.1.21 Concentraciones intermedias	18
3.1.22 Concentraciones parentales	18

3.1.23 Respuesta relativa media o factor de resistencia ( $RR_{50}$ )	19
3.1.24 Intervalos de confianza o límites fiduciales	19
3.1.25 Ingrediente activo	19
3.1.26 Población de campo	19
3.1.27 Población descendiente	19
3.1.28 Transformación probit	19
3.1.29 Papel Log- Probit	20
3.1.30 Línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad (L-D-P)	20
3.1.31 Métodos para la determinación de resistencia	20
3.1.31.1 Bioensayo	20
3.1.31.2 Prueba de inmersión de discos de hojas (Leaf Dip Test)	21
3.1.32 Métodos para la obtención de la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis - Mortalidad (L-D-P)	22
3.1.32.1 Método estadístico	22
3.1.32.2 Método del papel probit	23
3.2 MARCO REFERENCIAL	24
3.2.1 Material biológico	24
3.2.2 Lugar donde se desarrollo la investigación	24
3.2.3 Condiciones del laboratorio	24
4. OBJETIVOS	25
5. HIPÓTESIS	26
6. MATERIALES Y EQUIPO	27
7. METODOLOGIA	27
7.1 Obtención de la población de campo (progenitores)	27
7.2 Realización de bioensayos preliminares: población de campo (progenitores)	28
7.2.1 Determinación de concentraciones parentales	28
7.2.2 Calculo de la ventana de respuesta biológica (VRB)	28
7.2.3 Realización de concentraciones intermedias	28
7.3 Determinación de concentración letal media ( $CL_{50}$ ) para la población de campo (progenitores)	28
7.3.1 Conducción del bioensayo	28
7.3.2 Descripción de los tratamientos	29
7.3.3 Variable de respuesta	29

7.3.4 Análisis de la información	29
7.3.4.1 Diseño experimental	29
7.3.5 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por el Método estadístico: para la población de campo (progenitores)	30
7.3.6 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por el Método del papel probit: para la población de campo (progenitores)	30
7.3.7 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por programa de computadora “BASIC” de análisis Log – Probit: para la población de campo (progenitores)	30
7.4 Obtención de la población descendiente ( $F_1$ ), (susceptible)	30
7.5 Establecimiento del pie de cría de moscas blancas, para obtener la población descendiente (susceptible)	31
7.6 Realización de bioensayos preliminares: población descendiente (susceptible)	31
7.7 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) para la población descendiente (susceptible)	31
7.7.1 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por el método estadístico: para la población descendiente (susceptible)	31
7.7.2 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por el método del papel probit: para la población descendiente (susceptible)	32
7.7.3 Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por programa de computadora “BASIC” de análisis Log – Probit: para la población descendiente (susceptible)	32
7.8 Determinación de la respuesta relativa media o factor de resistencia ( $RR_{50}$ )	32

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
8.1 Determinación de concentraciones parentales	33
8.2 Ventana de respuesta biológica	33
8.3 Determinación de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) por el método estadístico	35
8.4 Determinación de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) por el método del papel probit	58
8.5 Determinación de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) por programa de computadora "BASIC" de análisis Log – Probit	69
8.6 Discusión general	72
9. Conclusiones	74
10. Recomendaciones	75
11. Bibliografía	76
12. Apendice	80

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Áreas cosechadas y producción de tomate (cifras en miles). Período 1990 – 2000	5
Cuadro 2. Insecticidas evaluados para el control de <i>B. tabaci</i> (Gennadius), en tomate. Zacapa, Guatemala. 1993.	12
Cuadro 3. Casos de resistencia a insecticidas en mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> (Westwood) a nivel mundial, según Ortega (38)	17
Cuadro 4. Resultado del cálculo de concentraciones parentales	33
Cuadro 5. Determinación de la ventana de respuesta biológica (VRB), en adultos de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood), para la población de campo (progenitores), y su población descendiente (susceptible) en Bárcena, Villa Nueva	34
Cuadro 6. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Thiameto- xám	35
Cuadro 7. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendi- ente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Thia- metoxám	35
Cuadro 8. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores), de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Imidaclo- prid	37

Cuadro 9. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Imidacloprid	37
Cuadro 10. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Acetamiprid	39
Cuadro 11. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Acetaprid	39
Cuadro 12. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Cipermetrina	41
Cuadro 13. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Cipermetrina	41
Cuadro 14. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Deltametrina	43
Cuadro 15. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Deltametrina	43
Cuadro 16. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Fenprotrín	45

Cuadro 17. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Fenpropatrín	45
Cuadro 18. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Tiociclam	47
Cuadro 19. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Tiociclam	47
Cuadro 20. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Diafenthion	49
Cuadro 21. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Diafenthion	49
Cuadro 22. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Metamidofós	51
Cuadro 23. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Metamidofós	51
Cuadro 24. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población de campo (progenitores) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Endosulfán	53

Cuadro 25. Cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) para la población descendiente (susceptible) de adultos de <i>T. vaporariorum</i> , ingrediente activo Endosulfán	53
Cuadro 26. Susceptibilidad de adultos de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos en Bárcena, Villa Nueva. Método estadístico	57
Cuadro 27. Susceptibilidad de adultos de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos, en Bárcena, Villa Nueva. Método del papel probit	68
Cuadro 28. Susceptibilidad de adultos de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos, en Bárcena, Villa Nueva. Programa “BASIC” de análisis Log – Probit	71
Cuadro 29. Susceptibilidad de adultos de <i>T. vaporariorum</i> (Westwood) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos, en Bárcena, Villa Nueva. Métodos; Estadístico, del papel probit, por programa de computadora “BASIC”	73
Cuadro 30“A”. Ingrediente activo Thiametoxám	81
Cuadro 31“A”. Ingrediente activo Imidacloprid	81
Cuadro 32“A”. Ingrediente activo Acetamiprid	82
Cuadro 33“A”. Ingrediente activo Cipermetrina	82
Cuadro 34“A”. Ingrediente activo Deltametrina	83
Cuadro 35“A”. Ingrediente activo Fenpropatrín	83
Cuadro 36“A”. Ingrediente activo Tiociclam	84
Cuadro 37“A”. Ingrediente activo Diafenthiuron	84
Cuadro 38“A”. Ingrediente activo Metamidofós	85



Cuadro 39"A". Ingrediente activo Endosulfán	85
Cuadro 40"A". Material y equipo utilizado en la fabricación de jaulas entomológicas	86
Cuadro 41"A". Material y equipo utilizado en la obtención del material de substrato para la oviposición de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	86
Cuadro 42"A". Material y equipo utilizado en la obtención de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	86
Cuadro 43"A". Material y equipo utilizado en la obtención de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	87
Cuadro 44"A". Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la ventana de respuesta biológica para cada ingrediente activo: de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	87
Cuadro 45"A". Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ): para cada insecticida de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	88
Cuadro 46"A". Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la ventana de respuesta biológica para cada ingrediente activo: de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	88
Cuadro 47"A". Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la concentración letal media (CL <sub>50</sub> ): para cada ingrediente activo de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	89
Cuadro 48"A". Boleta para toma de datos en el cálculo de la ventana de respuesta biológica (VRB)	90
Cuadro 49"A". Boleta para toma de datos en el cálculo de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> )	91

Cuadro 50"A". Probits correspondientes a los distintos valores para la Función suma de la distribución normal, función suma	92
Cuadro 51"A". Resultados de la determinación del material biológico, que se utilizó en el presente estudio	94

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood) A) huevo, B) crawler, C) segundo instar, D) tercer instar, E) pupa (vista dorsal), F) Pupa (vista lateral), G) adulto	8
Figura 2. Diferencias morfológicas entre <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood) A) ojos compuestos, C) aparato reproductor, E) margen pupal, G) tercer estadio ninfal: y <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) B) ojos compuestos, D) Aparato reproductor, F) margen pupal, H) tercer estadio ninfal	9
Figura 3. Efecto del ingrediente activo Thiametoxám en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	36
Figura 4. Efecto del ingrediente activo Imidacloprid en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	38
Figura 5. Efecto del ingrediente activo Acetamiprid en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	40
Figura 6. Efecto del ingrediente activo Cipermetrina en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	42
Figura 7. Efecto del ingrediente activo Deltametrina en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	44
Figura 8. Efecto del ingrediente activo Fenpropatrín en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	46
Figura 9. Efecto del ingrediente activo Tiociclám en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	48

Figura 10. Efecto del ingrediente activo Diafenthiuron en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	50
Figura 11. Efecto del ingrediente activo Metamidofós en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	52
Figura 12. Efecto del ingrediente activo Endosulfán en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico	54
Figura 13. Efecto del ingrediente activo Thiametoxám en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	58
Figura 14. Efecto del ingrediente activo Imidacloprid en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	59
Figura 15. Efecto del ingrediente activo Acetamiprid en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	60
Figura 16. Efecto del ingrediente activo Cipermetrina en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	61
Figura 17. Efecto del ingrediente activo Deltametrina en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	62
Figura 18. Efecto del ingrediente activo Fenpropatrín en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	63

Figura 19. Efecto del ingrediente activo Tiociclam en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	64
Figura 20. Efecto del ingrediente activo Diafenthiuron en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	65
Figura 21. Efecto del ingrediente activo Metamidofós en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	66
Figura 22. Efecto del ingrediente activo Endosulfán en adultos de <i>T. vaporariorum</i> en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit	67
Figura 23"A". Modelo de jaula entomológica para reproducción de adultos de mosca blanca	93
Figura 24"A". Hoja de papel probit	95

## **SUSCEPTIBILIDAD DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) A 10 INGREDIENTES ACTIVOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN BÁRCENA, VILLA NUEVA.**

## **SUSCEPTIBILITY OF WHITEFLY *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) TO 10 ACTIVE INGREDIENTS BELOW CONDITIONS OF LABORATORY, IN BÁRCENA, VILLA NUEVA.**

### **RESUMEN**

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) se ha convertido en una amenaza seria para la agricultura mundial. La resistencia a insecticidas por parte de esta plaga es la principal problemática que envuelve su control en la actualidad en el cultivo de tomate.

En este estudio se determinó la susceptibilidad en adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de una población de campo (progenitores) y su población descendiente (susceptible) de Bárcena, Villa Nueva; a 10 diferentes ingredientes activos bajo condiciones de laboratorio, utilizando el bioensayo de la prueba de inmersión de discos de hojas (leaf dip test) se obtuvieron porcentajes de mortalidad los que se utilizaron para obtener la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) mediante los métodos; estadístico, el que calcula al  $CL_{50}$ , por medio de un modelo de regresión lineal. Método del papel probit, de este se obtiene directamente la  $CL_{50}$ , y el método por programa de computadora "BASIC" de análisis Log – Probit. Estos métodos relacionan la concentración del insecticida con el porcentaje de mortalidad. Posteriormente se calculó el valor de la respuesta relativa media ( $RR_{50}$ ), además se obtuvieron los modelos de regresión lineal simple y su diferente significancia para cada uno de los ingredientes activos.

Se encontró que la población de campo fue susceptible a los ingredientes activos; Thiametoxám, Deltametrina, Diafenthiuron, Imidacloprid, Tiociclam, Fenpropatrín, Acetamiprid, y resistente a los ingredientes activos Endosulfán, Metamidofós, y Cipermetrina. La población descendiente fue susceptible a los ingredientes activos; Deltametrina, Diafenthiuron, Thiametoxám, Imidacloprid, Fenpropatrín, Tiociclam, Acetamiprid, y Endosulfán, y resistente a los ingredientes activos Cipermetrina, y Metamidofós.

El ingrediente activo Thiametoxám presentó la mayor toxicidad de acuerdo a su  $CL_{50}$  (0.004 ppm) en la población de campo, y la menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  en la población de campo, y la menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  (25ppm) la presentó el ingrediente activo Endosulfán. El ingrediente activo Deltametrina presentó la mayor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  (0.00049 ppm) en la población descendiente, y la menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  (78.75 ppm) la presentó el ingrediente activo Cipermetrina.

Los valores de respuesta relativa media ( $RR_{50}$ ) en la población de campo de adultos de *T. vaporariorum* para Thiametoxám (2X) indica que existe alta susceptibilidad de parte de dicha población hacia el ingrediente activo. Para el ingrediente activo Endosulfán el valor de la

respuesta relativa media (50X) confirma que existe un alto grado de resistencia para este ingrediente activo en la población de campo.

Existe la tendencia a desarrollar alta resistencia a Cipermetrina y Metamidofós en adultos de *T. vaporariorum*, producto de la presión de selección de las aplicaciones con estos ingredientes activos en el área. Se recomienda para lograr un control satisfactorio de adultos de *T. vaporariorum* por la alta susceptibilidad utilizar ingredientes activos como Thiametoxám, Imidacloprid, Diafenthiuron, y Tiociclam.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.) es la principal actividad agrícola en el área de Bárcena, Villa Nueva. Actualmente su producción ha disminuido por el aumento de los costos de producción; entre estos, figurando aquellos debidos al incremento de la frecuencia de aplicaciones de insecticidas para proteger el cultivo de plagas primarias como mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

*T. vaporariorum* se ha convertido en seria amenaza para la agricultura en esta área ocasionando daños como transmisión de enfermedades virosas, debilitamiento por succión de savia, manchado de frutos por la secreción de sustancias azucaradas sobre las cuales se desarrollan fumaginas, por lo que la utilización de insecticidas como control de poblaciones de adultos de mosca blanca es intensa.

El aumento de la frecuencia de aplicaciones de insecticidas para proteger los cultivos ocasionan una alta presión de selección en las plagas controladas, representando de acuerdo a Georghiou (23), el factor más importante que contribuye al desarrollo de resistencia de las plagas. Para el caso de poblaciones de adultos de *T. vaporariorum* en dicha área se ha notado un incremento en la capacidad para resistir la acción de insecticidas, existe poca duda acerca de que es consecuencia de los altos esfuerzos por controlar dicha plaga o por la selección obtenida al controlar otras presentes en el cultivo.

Por lo que se hace importante detectar, lo más rápido posible, cambios de resistencia a insecticidas en poblaciones para evitar aplicaciones innecesarias y alargar la vida útil de los insecticidas disponibles, además de que puede facilitar el uso de medidas opcionales de control (39).

En el presente trabajo se determinó la susceptibilidad en adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de una población de campo (progenitores) y su población descendiente (susceptible) de Bárcena, Villa Nueva; a 10 diferentes ingredientes activos bajo condiciones de laboratorio, utilizando el bioensayo de la prueba de inmersión de discos de hojas (leaf dip test) se obtuvieron porcentajes de mortalidad los que se utilizaron para obtener la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) mediante los métodos; Estadístico, el que calcula la CL<sub>50</sub> por medio de un modelo de regresión lineal. Método del papel probit, de este se obtiene directamente la CL<sub>50</sub>, y el método por programa de computadora "BASIC" de análisis log-probit. Estos métodos relacionan la concentración del insecticida con el porcentaje de mortalidad. Posteriormente se calculó el valor de la respuesta relativa media (RR<sub>50</sub>), además se obtuvieron los modelos de regresión lineal simple y su diferente significancia para cada uno de los ingredientes activos.



## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el área de Bárcena, Villa Nueva se han tenido pérdidas en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.) por los daños producidos por la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) entre los que hay que señalar el aumento en los costos de producción por la alta frecuencia de aplicación de insecticidas para su control.

Existen serios problemas en el control de mosca blanca en las áreas productoras de tomate en Bárcena, Villa Nueva. Esto se debe principalmente al proceso de selección que ha sufrido las poblaciones de esta plaga por las aplicaciones intensivas de insecticidas en dichas áreas. El desconocimiento de los niveles de susceptibilidad de la plaga a los productos comúnmente utilizados en su control, hace que el uso de los mismos sea indiscriminado.

La escasa información y documentación acerca de resistencia de *T. vaporariorum* a insecticidas, restringe el desarrollo de estudios de este tema en dicha plaga, lo cual conlleva a un retraso en el desarrollo de generación de tecnología y nuevas líneas de acción para contrarrestar el efecto negativo en la producción por el ataque de mosca blanca.

Es importante generar información, necesaria para determinar el grado de resistencia de la mosca blanca a determinados insecticidas, debido a que el desarrollo de insecticidas con modo de acción diferente a los actuales no ha sido paralelo a la demanda y cada vez son menos los productos efectivos, además muchas áreas productoras de tomate han sido trasladadas a lugares nuevos y remotos donde se espera que el daño sea menor.

Debido a lo anterior la determinación periódica de la susceptibilidad, es importante para el establecimiento de estrategias de manejo racional de insecticidas. Se hace necesario estudiar a nivel de laboratorio, la susceptibilidad de poblaciones de mosca blanca provenientes de áreas críticas, para determinar el grado de resistencia obtenida por esta plaga a los insecticidas comúnmente utilizados en su control.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller.) tuvo su origen en América Central y América del Sur. Al resto del mundo llegó el tomate en el siglo XVI y lo llamaron: Tomatle americanorum, nombre que tiene su origen en la lengua azteca y de éste se originó el actual; tomate (28).

##### 3.1.2 MORFOLOGÍA

Este cultivo pertenece al género *Lycopersicon*, que es muy cercano al género *Solanum*. Es una planta anual y herbácea y la mayoría de las variedades se agobian a causa de la gran cantidad de frutos (28).

La semilla de tomate es pequeña (300 semillas/gramo), velluda, de germinación superficial. Después de haber desarrollado dos cotiledones ovales, foliáceos, la joven planta produce de siete a catorce hojas compuestas (35). Las plántulas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas y de la porción del tallo situada bajo la superficie del suelo emergen raíces adventicias, así el tomate desarrolla un sistema radicular extenso (19).

El tallo del tomate es herbáceo, rastrero por naturaleza. Del tallo se proyecta un sistema de ramificaciones laterales. En todas las variedades comerciales el tallo principal es erecto en los primeros 30 a 60 centímetros de desarrollo, haciéndose de allí en adelante decumbente. En algunas variedades el tallo se prolonga por un pequeño número de nudos, solamente en las llamadas variedades de crecimiento determinado; en otras se alarga durante toda la temporada de crecimiento las llamadas variedades de crecimiento indeterminado (19).

Las hojas son alternas, compuestas, relativamente grandes, bien desarrolladas, con foliolos algo anchos en algunas variedades y más o menos angostos en otras (19). Los tallos, las hojas y los frutos jóvenes están recubiertos por dos clases de pelos: pelos simples y pelos glandulares coronados por cuatro células que contienen aceite volátil. Los órganos verdes (tallos, hojas y frutos inmaduros) contienen un alcaloide que posee un núcleo de esterol, la Tomatina (35).

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 o más, dependiendo del tipo y de la variedad (19).

La flor de corola amarilla, contiene un ovario que permite determinar la futura forma de fruto, coronado por un estilete rodeado por los estambres. Estos abren por unos orificios internos y fecundan automáticamente el estilo, que normalmente no sobresale del cono estaminal. El tomate está pues, considerado como autógamo (la florescencia se realiza de 50 a 65 días después del semillero) (35).

El fruto maduro es un ovario suculento, comparativamente grande y jugoso. De acuerdo con la variedad difiere en tamaño (113 a 340 gramos), forma (achatada, globular o aplanada),

color (amarillo, rozado, o rojo) (19). Al seccionar transversalmente los frutos se observa que son biloculares (el tipo primitivo de las solanáceas) pluriloculares o con celdas irregulares. Una misma planta puede producir dos tipos de frutos (bi – y pluricelulares, pluriloculares y con celdas irregulares) según su posición sobre la inflorescencia (35).

El jugo contiene cantidades moderadas de azúcares solubles, varios ácidos orgánicos y sales minerales, y cantidades relativamente grandes de vitamina C. Las semillas están incrustadas en una masa de tejido gelatinoso que contiene grandes cantidades de fósforo. Son relativamente pequeñas y están cubiertas por una masa de finos pelos. Bajo condiciones favorables la semilla germina en corto tiempo, de 5 a 10 días (35).

Entre la floración y el maduramiento comercial del correspondiente fruto, transcurren de 45 a 55 días y en consecuencia de 90 a 120 días desde el semillero hasta la primera cosecha (35).

Los tomates generalmente, se clasifican según su madurez. Hay tres grupos principales: a) precoces, b) intermedia, c) tardías. Bajo condiciones favorables las variedades precoces maduran su fruto en 90 a 100 días y producen rendimientos relativamente bajos; las variedades de madurez intermedia requieren 100 a 130 días para madurar su fruto y producen rendimientos moderadamente altos, y las variedades tardías maduran el fruto en 140 a 160 días y producen altos rendimientos (19).

### **3.1.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO**

Los principales factores ambientales en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate son la temperatura y la intensidad de la luz. Las variedades actuales producen los más altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener una temperatura media en el verano de 22 °C , combinada con una moderada intensidad luminosa (19).

El crecimiento de la planta es mayor cuando las temperaturas diarias son superiores en 10 °C o más a las mínimas, pero siendo siempre iguales o inferiores a 30 °C. La primera inflorescencia es más robusta y está provista de un número mayor de flores, en las plantas que en su juventud han sido expuestas a temperaturas comprendidas entre 10 y 12 °C. Por el contrario, puede quedar simplemente esbozado en plantas cultivadas entre 24 y 31 °C (35).

En general se puede decir que las plantas adultas de tomate presentan un crecimiento más rápido y una floración más abundante cuando hay una diferencia de 10 a 12 °C entre la temperatura de la noche y la del día (35) .

El cultivo se desarrolla mejor en alturas comprendidas entre los 0 a 1500 msnm y puede desarrollarse a alturas de 2600 msnm (19) .

### 3.1.4 SUELOS PARA EL CULTIVO DE TOMATE

Rodríguez (42), indica que para el desarrollo del tomate debe existir suelos franco-arcillosos y francos ricos en materia orgánica bien drenados y con un pH de 6 a 7 Si el pH esta debajo de 5 será necesario el encalado y si se encuentra por encima de 6.8 provoca disminución de rendimientos.

El tomate se cultiva en muchos tipos de suelos. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto, se prefieren migajones arenosos bien drenados. Inversamente, cuando la precocidad no es importante y los altos rendimientos son esenciales, se utilizan migajones arcillosos y migajones limosos. En ambos casos el suelo debe ser bien drenado y ligeramente ácido ( 19 ).

### 3.1.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE

Según datos del Banco de Guatemala (27), las áreas cosechadas en los años 1990 – 2000 son de 6009 hectáreas a 6289 hectáreas, (Cuadro 1), existe un incremento de 280 hectáreas, sin embargo, el cultivo se sigue intensificando.

Cuadro 1. Áreas cosechadas y producción de tomate. (Cifras en miles). Período 1990 – 2000.

<b>Año</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>Toneladas</b>
1990	6.009	155.1
1991	8.2	148.55
1992	5.45	153.0
1993	5.73	159.12
1994	5.73	165.49
1995	5.8	166.0
1996	5.94	170.61
1997	5.87	166.0
1998	6.08	172.5
1999	6.29	180.0
2000	6.289	180.5

Fuente: Banco de Guatemala, 2000. (27).

### 3.1.6 LA MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood.)

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* llamada también mosca blanca de los invernaderos pertenece a la familia Aleyrodidae del orden Homóptera (37). Es la segunda especie de importancia en el plano mundial, causa problemas en invernaderos o en regiones frías, en América Central y el Caribe se presenta a más de 80 msnm y especialmente sobre los 1000 msnm. En República Dominicana, Guatemala, Costa Rica y Panamá se han registrado problemas con esta especie en papa (*Solanum tuberosum* L.), y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), y plantas ornamentales. Aunque ataca muchas plantas cultivadas y silvestres lo hace en menor proporción que *Bemisia tabaci* (Gennadius) (10).

*T. vaporariorum* esta dentro de las especies de moscas blancas de mayor importancia, los daños ocasionados por la mosca blanca son frecuentemente severos, debido a que las condiciones del medio favorecen el crecimiento de sus poblaciones y a que el agricultor no dispone de estrategias adecuadas para combatirlas (40).

### 3.1.7 CICLO BIOLÓGICO

Presenta un ciclo de aproximadamente entre 18 a 28 días, dependiendo de la temperatura y humedad del ambiente (25). El tipo de metamorfosis que presenta es gradual o paurometabola. El huevo (5 días) es usualmente elongado-oval de color blanco verdoso tornándose amarillo cuando está madurando y café cuando esta próximo a eclosionar, la parte superior terminada en punta y la parte inferior redondeada provista de un pedicelo el que le sirve para adherirse finamente a la hoja, las oviposiciones son generalmente en el envés de las hojas, colocando los huevos ya sea en grupos, en círculos o semicírculos y algunas veces aislados. El tamaño del huevo es de 0.2 mm, aproximadamente (Figura 1) (25).

Existen tres estadíos ninfales: El Crawler (primer estadío ninfal), este estadío es parcialmente móvil, de allí su nombre ya que se arrastra, después se fija en la superficie del tejido (25). Puede ser transparente a opaco con coloraciones que varían de verde a claro (debido a la transparencia) a amarillo, café claro hasta café oscuro, tiene cuatro o cinco posibles patas segmentadas y 2 - 3 segmentos antenales, su duración es de 4 a 5 días. El segundo estadío ninfal dura aproximadamente 4 días las ninfas son ovaladas de coloración blanca a verdosa, secreciones cerosas son comunes y el aparato bucal es más evidente, aquí las patas y antenas aparecen con un solo segmento reducido (25). En este estadío es posible diferenciar *T. vaporariorum* de *B. tabaci* mediante la lingula: en la primera especie la lingula tiene dos lóbulos distales y no termina en punta, mientras que en la última especie la lingula esta algo hinchada distalmente y termina en punta, esta cubierta medianamente por el opérculo (20).

El tercer estadío ninfal dura 5 días aquí presenta similitud en características morfológicas a las del segundo estadío ninfal. El posible cuarto estadío o "pupa" ocurre después de la tercera muda, aquí la ninfa pasa por dos fases; una inicial durante la cual se alimenta y otra donde deja de hacerlo y sufre algunos cambios morfológicos que es lo que se conoce como pupa, esta fase dura 6 días (25).

La apariencia del cuerpo de la pupa es transparente y comienza a presentar coloraciones rojas en los ojos, la forma del cuerpo es oval u elongada-oval el margen pupal es crenulado (Figura 2). La pupa presenta una fila submarginal de papilas, el cuerpo se torna grueso y

ligeramente levantado de la superficie del substrato por una capa de cera blanca vertical llamada Empalizada, el subdorso con unas pocas papilas grandes (25).

El adulto recién emergido es de color blanco debido al polvo blanco de las secreciones cerosas producidas brevemente después de emerger de la pupa, mide alrededor de 1.5 mm, los ojos rojizos están presentes, una característica que marca la “diferencia” entre adultos de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* es la construcción típica de los ojos compuestos : en los adultos de la primera especie el ojo esta completamente dividido se puede observar una porción superior y una porción inferior . Por el contrario en la segunda especie la parte superior e inferior del ojo compuesto esta conectada por un omatidio (mostrando un modelo de pigmentación omatidial) (Figura 2). La cabeza es de forma cónica con la parte más ancha a la altura de las antenas y más angosta en el aparato bucal. Las antenas son filiformes y constan de 7 segmentos. Aparato bucal es chupador, con el labio trisegmentado, posee una forma de pico en posición opistognato. Dos pares de alas. La hembra se diferencia por su mayor tamaño y por su genitalia (25).

La oviposición empieza aproximadamente 6 días después de la cópula, los huevos son puestos en el envés de las hojas, aunque en algunos casos también se pueden poner en el haz, la hembra tiene capacidad para ovipositar un promedio de 76 huevos (20).

Byrnnne y Bellows, citados por Salguero (43), indican que la reproducción de las moscas blancas puede ser sexual o por partenogénesis. Cuando esta es sexual, es decir con la participación del macho y la hembra, la prole va a ser también de machos y hembras. En forma facultativa existe la posibilidad de que haya partenogénesis, es decir, la producción de nuevos individuos sin la necesidad de que las hembras sea fecundada por el macho; en este caso se producirían únicamente machos (partenogénesis Arrenotoquía). Esto tiene influencia en la facilidad con que muchos insectos desarrollan resistencia a insecticidas.

### 3.1.8 TAXONOMIA

*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood.); Mosca blanca, mosquita blanca de los viveros (31).

Phyllum: Arthropoda

Subphyllum: Mandibulata

Clase: Insecta

Orden: Homóptera

Familia: Aleyrodidae

Subfamilia: Aleyrodinae

Género: *Trialeurodes*

Especie: *T. vaporariorum* (Westwood.)

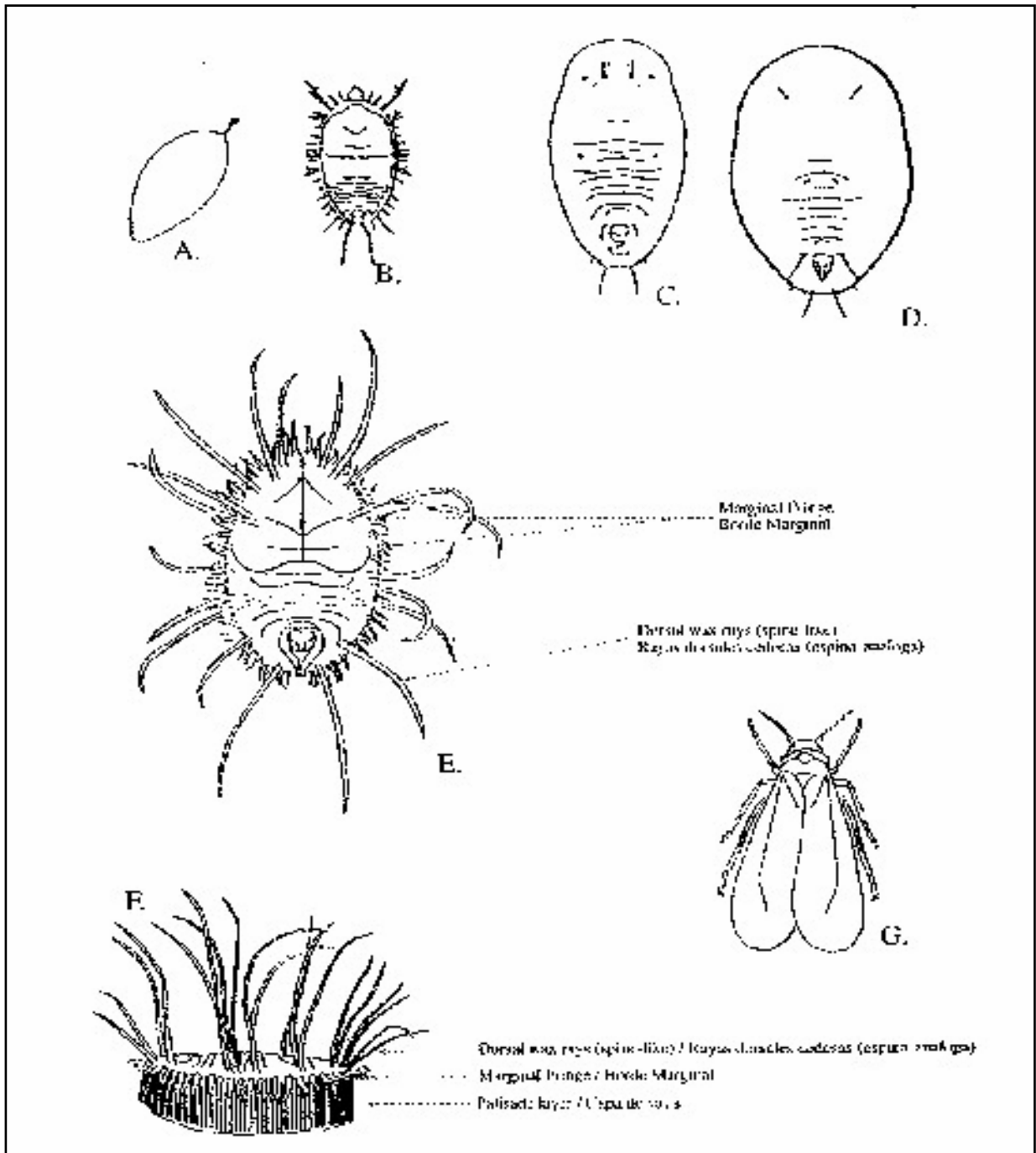


Figura 1. Ciclo de vida de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood.) A) huevo, B) crawler, C) segundo instar, D) tercer instar, E) pupa (vista dorsal), F) pupa (vista lateral), G) adulto. Fuente: Morril 1905, extraído de Gill 1990. (25).

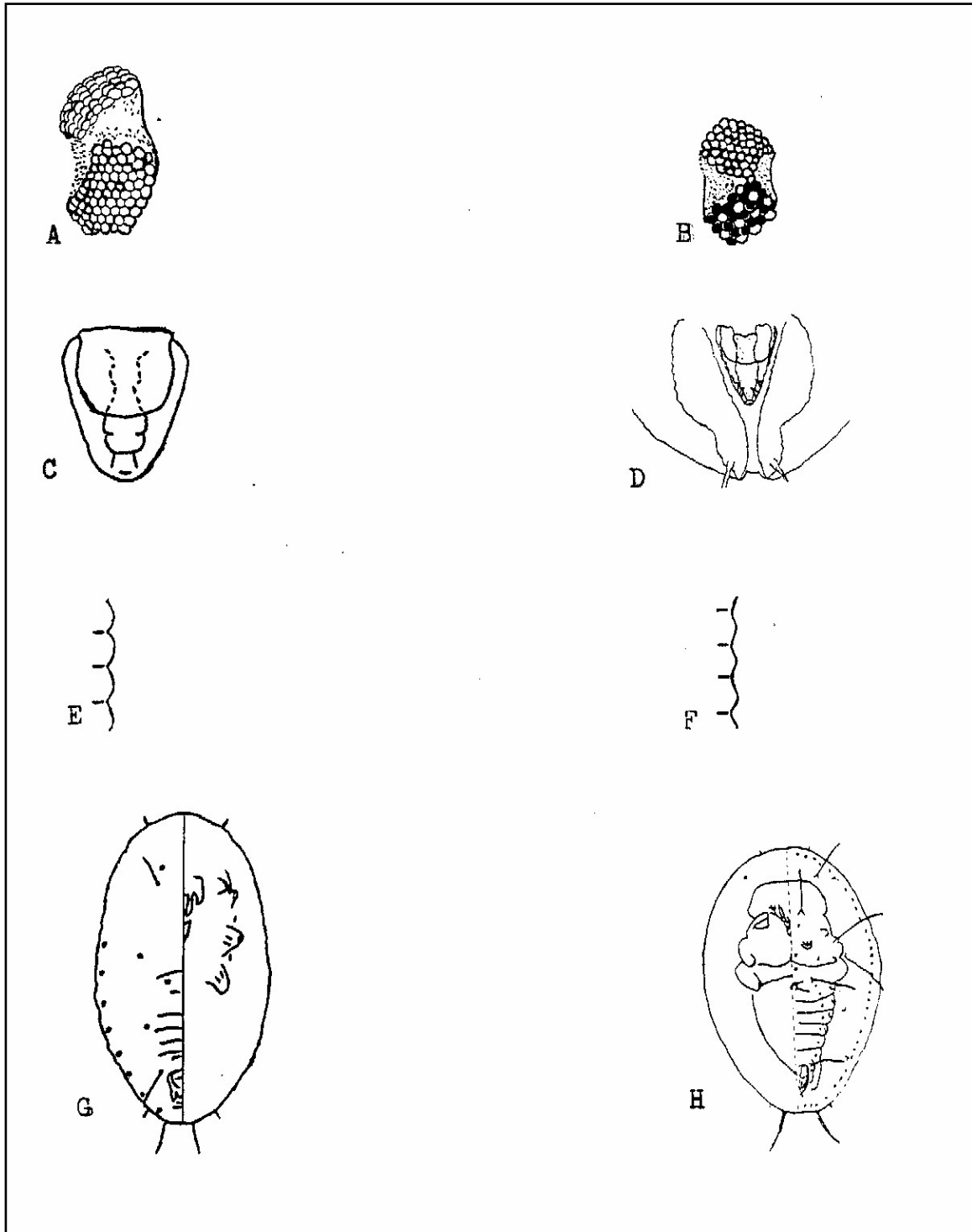


Figura 2. Diferencias morfológicas entre *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). A) Ojos compuestos, C) Aparato reproductor, E) Margen pupal, G) Tercer estadio ninfal y *Bemisia tabaci* (Gennadius) B) Ojos compuestos, D) Aparato reproductor, F) Margen pupal, H) Tercer estadio ninfal. Fuente: Gill 1990. (25).



### 3.1.9 DAÑOS CAUSADOS POR LA MOSCA BLANCA

Los daños ocasionados por *T. vaporariorum* se asemejan a los propuestos por Costa citado por Larios (34), para *B. tabaci* en algodón; los cuales son daños Directos e Indirectos: ocasiona daño al succionar la savia; debilitando a la planta por competir por productos de síntesis, este daño puede considerarse serio cuando alcanza altas densidades poblacionales (daño directo).

Transmite enfermedades virosas; este es el daño más serio que causa en especial por hacerlo con geminivirus, propicia el manchado de frutos por la secreción de sustancias azucaradas sobre las cuales se desarrollan hongos conocidos como Fumaginas (39), induce al aumento de la frecuencia de las aplicaciones del control químico, desarrollando resistencia lo que hace que se eleven los costos de producción del cultivo (daño indirecto) (43).

#### 3.1.10 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA MOSCA BLANCA

La mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae) es un insecto cosmopolita, se encuentra en casi todas partes del mundo, exceptuando algunas regiones; en América se encuentra desde el sur de los Estados Unidos hasta el Norte de Argentina. La gran variación que existe en las poblaciones de mosca blanca, tanto en el tiempo como en las distintas regiones; siendo el clima el responsable de su distribución y dispersión es una plaga vector, la mosca blanca tiene un amplio ámbito de hospederos (30).

Martínez, citado por Ortega Arenas (39) señala que la mosca blanca *T. vaporariorum* se consideraba en México hasta 1981 como una plaga vector secundaria que esporádicamente incrementaba su densidad de población de manera excesiva y ocasionalmente causaba daños de consideración en algunas áreas productoras de algodón. Actualmente, en casos extremos pero no raros, ha ocasionado pérdida total del cultivo afectado convirtiéndose en una plaga de primer orden a escala mundial (39). Desde 1987 las estimaciones de pérdidas por el “chino del tomate” transmitido por *T. vaporariorum* alcanzaban del 20% al 100% (38).

*T. vaporariorum* fue clasificada en un status plaga como: importante, con un control ocasional, con una densidad media, con algunos hospederos (9).

En Guatemala en el cultivo del tomate; cuando las poblaciones de mosca blanca son bajas como las recomendaciones del umbral económico sugerido por ICTA – CATIE de una mosca blanca por cada 20 plantas, es manejable químicamente, teniéndose un porcentaje de daño muy bajo (45).

Cuando las poblaciones de mosca blanca son más altas es difícil salvar una plantación, aunque controlando la mosca blanca entre los 45 días después de la siembra si se disminuye las aplicaciones del control químico para las mismas trae como resultado daño en la fruta a partir del segundo nivel (generalmente por proliferación de Fumaginas sobre las excreciones mielosas) lo cual no pretende que suceda y el número de aplicaciones del control químico para mosca blanca continua aumentando el costo (45). Según Maxwell, citado por Hilje (30) en las plantaciones de tomate en el oriente de Guatemala existieron pérdidas de 60% en 1992.

Los costos en el control químico normal en tomate por hectárea para insectos menores (aquí se incluye mosca blanca) asciende a 1,697 quetzales, incluyendo una fumigación cada siete días. Pero cuando existe un aumento en la población de mosca blanca y aparece el “encrespamiento” hay un alza de hasta 7,155 quetzales ya que aumentan las aplicaciones a una cada dos días (45).

En el cultivo del algodón; para mosca blanca para el año 1993 todas las fincas de la región IV disminuyeron sus rendimientos del 39.81% a 26.79% como resultado final de 124,580 hectáreas cultivadas en 1979, el área sembrada disminuyó a solo 8914 hectáreas (24). Los costos de producción en general se han incrementado, pero específicamente el relacionado con el manejo de plagas y derivado del aumento del número de aplicaciones en la temporada, para su control y del incremento de la concentración de los insecticidas. Otro ejemplo es; el costo y número de aplicaciones de insecticidas en la temporada algodonera 1987 –1988, donde se utilizaron por hectárea 47 litros de insecticida, con un número de aplicaciones de 15 y un costo por hectárea (costo/Ha) en dólares de 252 comparado con la temporada 1993 – 1994 ; total de litros de insecticidas 136, número de aplicaciones 31, y un costo por hectárea (costo/Ha) en dólares de 1, 043 (24).

Por aparte en la producción nacional de algodón el número de aplicaciones de cada producto en el control de mosca blanca *B. tabaci* aumentó de 14 a 25 entre 1988- 1989 y 1993 – 1994, lo mismo que la dosis (hasta siete veces en el caso del Oxamyl); no obstante la producción unitaria disminuyó de 41 a 23 t/ha , sobre todo debido a la virosis transmitida por este vector (24).

Según Henneberry citado por Hilje (30) aunque es difícil cuantificar adecuadamente el impacto causado por moscas blancas *T. vaporariorum* y *B. tabaci* sobre la producción, algunas cifras dan una idea parcial de la magnitud del daño; este es el caso, en el sur de los Estados Unidos; Arizona, California, Texas y Florida, en 1991 y 1992 en que las pérdidas se estimaron en 200 y 500 millones de dólares respectivamente. En Boaco (Nicaragua) la producción de frijol decreció de 31.5 a 0.7 toneladas por hectárea (30).

A las pérdidas se debe sumar el aumento en los costos de producción, debido sobre todo al uso de insecticidas. La crisis ha hecho que estos se utilicen masivamente con aplicaciones cada 2 – 3 días y en algunos casos, diariamente. Esto provoca un incremento en el riesgo de residuos en alimentos y agua de intoxicaciones laborales, de disminución de enemigos naturales y de resistencia, cuyo valor es prácticamente imposible de medir (30).

### 3.1.11 CONTROL QUIMICO

Control químico, es el tipo de control que utiliza insecticidas, los cuales son compuestos químicos con capacidad para controlar problemas de insectos (5).

### 3.1.12 GRUPOS QUIMICOS

Plapp, citado por Cordón (14); sugiere que los grupos químicos son los que se encuentran agrupados por la molécula principal, como los clorados, fosforados, etc. Es necesario para la elección correcta de un sustituto de un insecticida que va perdiendo efectividad en el control del insecto plaga que está tratando, que tomen en cuenta los principios de acción de los grupos químicos. Las características más sobresalientes de los grupos químicos son:

- Dentro de cada grupo, sus elementos poseen una fuerte afinidad respecto a los mecanismos de resistencia que comparten.
- Los grupos químicos deben ser por su naturaleza esencialmente diferentes entre sí.
- Cada insecto debe ser claramente ubicado dentro de su grupo respectivo.

En un estudio realizado por Salguero, y Morales (44) en el cual evaluaron la eficiencia y el periodo de control de 22 insecticidas (Cuadro 2) para seleccionar los que controlen mejor a *B. tabaci* en el cultivo de tomate en Zacapa concluyeron que los insecticidas: Endosulfan, Pimetrocine, Profenofos, Diafenthiuron, Acefato, Amitraz, presentaron valores de eficiencia entre 83% y 98%.

Cuadro 2. Insecticidas evaluados para el control de *B. tabaci* (Gennadius), en tomate. Zacapa, Guatemala. 1993.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo químicos
Actellic	Pyrimifosmetil	Fosforado
Ambush	Permetrina	Piretroide
Pegasus	Diafenthiuron	Tiourea
Baytroid	Cyflutrin	Piretroide
Curacron	Profenofos	Fosforado
Drawin	Butocarboxim	Carbamato
FT-50	Fosfato organico	
Herald	Fenpropatrin	Piretroide
Karate	Lambda-Cyhalotrin	Piretroide
Margosan	Azadiractina	Botánico
Metasystox	Oxidemeton-metil	Fosforado
Mitac	Amitraz	Triazapentadieno
Naturalis	Beauveria bassiana	Biológico
Orthene	Acefato	Fosforado
Perfekthion	Dimetoato	Fosforado
Pimetrocine	Pimetrocine	
Saf-T-Side		Aceite
Talstar	Bifentrin	Piretroide
Tamaron	Metamidofos	Fosforado
Tambo	Profenofos + Cipermetrina	Fosforado+ Piretroide
Thiodan	Endosulfan	Clorado
Zipper	Cipermetrina	Piretroide

### 3.1.13 RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS

Hoskins y Gordon, citado por Alaba *et al.* (4) indica que el termino “ Resistencia denomina el incremento en la capacidad de un organismo para soportar un producto tóxico, y se observa en los individuos de la población que sobreviven a la acción de aquel” .

Lagunes, citado por Cordón (14) “Una población es resistente cuando ya no puede ser controlada económicamente con determinado insecticida”. Existe varios tipos de Resistencia: cuando las poblaciones de insectos se vuelven resistentes a un número cada vez más extenso y genéricamente diferente de compuestos químicos (insecticidas), este fenómeno se llama resistencia Múltiple (5).

Resistencia Cruzada; es aquella que se expresa cuando el mecanismos responsable de la resistencia a un toxico confiere algún nivel de resistencia a otros tóxicos (insecticidas), aún cuando estos nunca hayan sido aplicados, este fenómeno es más común entre los insecticidas que son químicamente relacionados, por ejemplo, la resistencia seleccionada en el mosquito, a través de su exposición a un piretroide le confiere resistencia a otro piretroide y al DDT, el cual actúa en el sistema nervioso en una forma similar (5).

La resistencia; en la cual el desarrollo de resistencia para un compuesto produce aumento en la susceptibilidad para otros productos (insecticidas) se llama Resistencia Cruzada Negativa. Mientras que a las etapas iniciales en el desarrollo de la resistencia se llama Tolerancia (22).

Lagunes y Rodríguez, citados por Cordón (14) indican que los objetivos de la determinación de la Resistencia y Susceptibilidad son:

- a) Detectar lo más pronto posible la aparición de genotipos resistentes; aquí lo que se pretende es 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.
- 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  $CL_{50}$ ,  $DL_{50}$ , etc.

Lagunes y Rodríguez, citados por Cordón (14) señala que existen dos teorías sobre la resistencia:

1) La Teoría Preadaptativa; la que propone que los genes que confieren la resistencia a los tóxicos solo seleccionan a los individuos que tienen estos genes.

2) 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.

### 3.1.14 FISIOLÓGÍA DE LA RESISTENCIA

Los mecanismos fisiológicos que les permiten a los insectos desarrollar resistencia a los insecticidas se clasifican en Mecanismos Fisiológicos Metabólicos y Mecanismos Fisiológicos No Metabólicos. Los primeros se refieren a la participación de los Sistemas enzimáticos en la detoxificación de agentes xenobióticos, siendo las enzimas más importantes en el metabolismo de insecticidas: Oxidasas de Función mixta (FOM); esterasas, DDT-asa, y glutatión s-transferasa (41). Lagunes, citado por Cordón (14), indica que la mayor detoxificación enzimática, es el mecanismo de Resistencia más común en los insectos.

Las Oxidasas afectan a los insecticidas organoclorados, y botánicos. Los carbamatos son metabolizados casi exclusivamente por Oxidasas. Los fosforados son atacados por Oxidasas. Los piretroides no escapan al ataque de Oxidasas (41).

Las esterasas incluyen a las enzimas hidrolíticas, carboxiesterasas, y fosfotriesterasas, las cuales disminuyen la toxicidad de los organofosforados. La DDT-asa, que también se conoce como DDT-desclorhidrasa, tiene la capacidad de convertir al DDT en un metabolito menos tóxico llamado DDE. La enzima glutatión s-transferasa contribuye a la resistencia a los organofosforados que poseen grupos o-metil (41).

Dentro de los Mecanismos Fisiológicos de resistencia No Metabólicos se presentan la Penetración por el integumento, Acetilcolinesterasa insensible, y resistencia al derribe (Kdr). La reducción en la penetración es un mecanismo menor que por si solo no proporciona notables niveles, de tolerancia a insecticidas; sin embargo, si se combina con un mecanismo metabólico puede originar altos niveles de resistencia. La Acetilcolinesterasa insensible se presenta en insectos y ácaros afectando a aquellos insecticidas cuyo modo de acción es inhibiendo a la Acetilcolinesterasa como son los organofosforados y carbamatos. La resistencia al derribe (Kdr) confiere resistencia al DDT y a los piretroides; dicho mecanismo también se ha concenualizado como insensibilidad en el sitio de acción (41).

Lagunes, citado por Cordón (14), indica que dentro de los Mecanismos Fisiológicos de resistencia No Metabólicos “El Sitio de Acción” juega un papel importante en dichos mecanismos de resistencia de los insectos hacia un plaguicida. Existen factores que afectan la llegada del tóxico al sitio de acción: Volatilidad (mayor volatilidad mayor pérdida), Descomposición (Fotoquímica o hidrolítica), Penetración (ya sea mayor o menor), Partición en Lípidos (por almacenamiento), Excreción (sin degradarse), Proporción de activación, Degradación bioquímica, Insensibilidad en el sitio de acción.

### 3.1.15 MECANISMOS DE DESARROLLO DE LA RESISTENCIA

Según Georghiou et al. citados por Ortega (38), señalan que la resistencia no evoluciona a la misma velocidad en todo los organismos que se someten a presión de selección. La resistencia se puede desarrollar rápidamente en algunas especies, más lentamente en otras y en algunos casos no se desarrolla debido a factores que influyen en la velocidad en que esta evolución procede. Algunos de estos factores están relacionados con la genética de la resistencia, biología, ecología y del control que se realiza para dicha plaga.

De manera general, se supone que la resistencia se ha desarrollado más rápidamente en insectos que tienen alta fecundidad, corto tiempo generacional y una historia de exposición prolongada a insecticidas por parte de un porcentaje considerable de la población (38).

Normalmente los individuos de una población tienen una constitución genética similar pero no idéntica. Ocasionalmente algunas mutaciones pueden ocurrir en ausencia de una presión de selección que los favorezca, estos mutantes casi siempre serán eliminados debido a la competencia con los miembros más normales de la población (5).

Sin embargo cuando la población está sujeta a la aplicación de plaguicidas los individuos susceptibles son eliminados. Los que no son eliminados pueden haber escapado (es decir son individuos susceptibles que no tuvieron contacto con una dosis letal pero que son genéticamente similares a aquellos que murieron) o son individuos resistentes. Estos sobrevivientes se multiplican llenando el nicho que anteriormente fue ocupado por la población susceptible (5).

La repetición del ciclo favorecerá consistentemente la sobrevivencia y reproducción de los individuos resistentes, dando una predominancia de este genotipo. Tómese en cuenta que si la población inicial no incluye individuos resistentes, la resistencia no se puede desarrollar a pesar de la intensidad, frecuencia o duración de la presión de selección (5).

La resistencia una vez adquirida por todos los miembros de la población, será permanente hasta que se den cruzamientos intensos con otras poblaciones, o que una mutación retroactiva diluya la frecuencia de los genes de resistencia. Las poblaciones heterogéneas pueden convertirse rápidamente a las condiciones susceptibles una vez que la presión de selección es removida, especialmente si el gen que da la resistencia está ligado a características indeseables, como sucede comúnmente (5).

En general los factores restantes para entender el mecanismo de la Resistencia son: Factores Bioecológicos los cuales incluyen parámetros como: Duración de una generación, número de prole por generación, fisiología reproductiva, movilidad de los individuos, grado de aislamiento reproductivo de la población y grado de mono/polifagia. En resumen las especies que se reproducen más rápidamente, y que son menos móviles, y más aisladas, tienden a desarrollar resistencia más rápidamente. Tal como en la parte genética, los factores bioecológicos no son manipulables por los humanos, pero determinan la propensión de las especies a desarrollar resistencia, establecen las bases y son limitantes para el manejo de la resistencia (5).

Los factores operacionales si pueden ser controlados y manipulados, estos se refieren al control que se realiza en la población (generalmente es control químico). Entre estos factores manejables se incluyen la naturaleza química del producto seleccionado, las técnicas de formulación y aplicación usadas, la persistencia del producto, frecuencia de aplicación, estados de vida controlados y área cubierta (5).

### 3.1.16 LA RESISTENCIA EN MOSCA BLANCA

Georghiou et al. citados por Ortega et al. (39), comentan que la presencia de la mosca blanca *T. vaporariorum* como plaga primaria, frecuentemente se asocia con el desarrollo de razas resistentes y con el uso indiscriminado de insecticidas, principalmente de aquellos cuyas dosis subletales provocan que dicha plaga incremente su tasa de reproducción.

Con las prácticas comunes de uso de insecticidas para el control de la mosca blanca se espera que la resistencia al agente seleccionador se incremente a grados no manejables. Esta situación es preocupante debido a que el desarrollo de productos con modo de acción diferente a los actuales no ha sido paralelo a la demanda y cada vez son menos los productos efectivos (39).

Georghiou y Taylor, citados por Ortega (38), mencionan que las plagas polífagas como las moscas blancas, tienden a desarrollar resistencia de manera más lenta que las monófagas.

Como parte de los primeros reportes de ocurrencia de resistencia en adultos de mosca blanca fueron aquellos publicados por Wardlow et al. citado por Dittrich et al. (18); en *T. vaporariorum* en viveros. En esa oportunidad de seis poblaciones de mosca blanca monitoreadas, una fue encontrada con resistencia hacia malathion también presentó resistencia a Dichlorvos.

En experimentos posteriores, Wardlow, et al. citados por Dittrich et al. (18); investigaron la resistencia cruzada en una muestra de *T. vaporariorum* resistente a DDT y Parathion. Ellos utilizaron dos productos organoclorados, ocho organofosforados, seis carbamatos y piretroides. Fue así como fue encontrada una marcada resistencia a Endosulfán malathion, thioniazin, y resmethrin; los otros productos evaluados mostraron bajos niveles de resistencia.

Sin embargo el primer reporte de resistencia con base en medidas exactas de campo vinieron de Clower et al. citados por Dittrich et al. (18); en el *Trialeurodes abutiloneus* (Haldeman) presente en el cultivo del algodón en el Sureste de los Estados Unidos, había exhibido tolerancia a otros productos organofosforados. Una excepción fue monocrotofós, que en ese tiempo era el único insecticida recomendado para el control de mosca blanca.

En Sudán posteriormente a un espectacular incremento de *B. tabaci* de una posición de plaga secundaria a plaga principal a finales de los años setenta, Dittrich et al. (18), investigaron razas locales para determinar el status de resistencia. Fue encontrada una baja resistencia a Cipermetrina y Oxamyl (< 10 X).

En Israel, Perry, citado por Dittrich et al. (18), midió la resistencia de razas de campo en experimentos de laboratorio con adultos de *B. tabaci* provenientes de cultivos de algodón y encontró valores de resistencia de 60X para Endosulfán. En otros casos de resistencia a Endosulfan fue reportada en aumento en respuesta a la selección ocurrida durante varios años.

Los niveles de tolerancia de una población están relacionados con el historial de exposición previo; según Ortega et al. (39); encontraron que en una población de campo de adultos de *T. vaporariorum* fueron resistentes a metamidofós, dimetoato, metomil, y permetrina, de acuerdo con la información disponible en la región, en los últimos diez años esa localidad ha sido frecuentemente tratada con insecticidas, incluyendo a paratión, metamidofós, endosulfán, malathion, monocrotofós, permetrina, fenvalerato y cipermetrina. Garza et al. citado por Ortega et al. (39); señala que las esterazas son las responsables de conferir resistencia a metamidofós,

además de encontrar que el metamidofós y Permetrina comparten el mismo mecanismo de resistencia, comprobando con ello la resistencia cruzada a ambos insecticidas en *B. tabaci*.

Lagunes y Rodríguez; citado por Ortega *et al.* (39); indican que cuando se utilicen rotaciones de insecticidas, se eliminen a aquellos que pertenezcan al mismo grupo toxicológico, debido a que es posible que compartan resistencia cruzada, lo anterior muestra el riesgo que se corre de seguir con la aplicación, no justificada técnicamente de insecticidas pertenecientes al mismo grupo toxicológico.

Según Ortega (38); existen varios casos de resistencia a insecticidas en *T. vaporariorum* a nivel mundial los cuales tienen que ver con la exposición a la que se ha sometido dicho insecto, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Casos de resistencia a insecticidas en mosca blanca *T. vaporariorum* (Westwood.) a nivel mundial, según Ortega (38).

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Grupos tóxicos</b>
Malatión	Organofósforado del grupo carboxietil
Paratión etílico	Organofósforado cíclico enlace S etil
Paratión metílico	Organofósforado cíclico enlace S metil
Profenofós	Organofósforado cíclico enlace O etil
Clorpirifós	Organofósforado heterocíclico enlace S etil
Metamidofós	Organofósforado alifático enlace O metil
Monocrotofós	Organofósforado alifático enlace O metil
Ometoato	Organofósforado alifático enlace O metil
Dimetoato	Organofósforado alifático enlace S metil
Metomil	Carbamato alifático monometil
Cipermetrina	Piretroide
Deltametrina	Piretroide
Fenpropatrín	Piretroide
Fenvalerato	Piretroide
Flucitrinato	Piretroide
Fluvalinato	Piretroide
Permetrina	Piretroide
Resmetrina	Piretroide

Para minimizar el problema de adquisición de resistencia a insecticidas, (para prolongar la vida útil de un insecticida) es importante que se conozcan los niveles de susceptibilidad, tolerancia, o resistencia presentes. Para esto es conveniente que se implementen estudios toxicológicos cuyos resultados se divulguen (8).



### 3.1.17 DOSIS

Es la cantidad exacta de un compuesto químico, aplicada a un organismo, esto ocurre cuando se aplica tópicamente. Las unidades en que se expresan las cantidades son  $\mu\text{g insecto}^{-1}$ ,  $\mu\text{g g}^{-1}$  de insecto,  $\mu\text{g hembra}^{-1}$ . La cantidad de una sustancia tóxica que produce una mortalidad de 50% en los animales a prueba, bajo condiciones controladas, en un tiempo dado, usualmente de 24 horas se llama Dosis letal media ( $DL_{50}$ ), se expresa como miligramos de plaguicida por kilogramo de peso vivo del animal (33).

### 3.1.18 DOSIFICACIÓN

Es la cantidad de tóxico aplicada al medio ambiente que rodea al organismo, por ejemplo; cantidad de un compuesto aplicada a las hojas contra insectos fitófagos, impregnación de papel etc. Las unidades empleadas en que se expresan son: partes por millón (ppm),  $\text{g m}^{-2}$ ,  $\text{g cm}^{-2}$ ,  $\text{g cm}^{-3}$ . La dosificación y sus unidades se utilizan cuando el investigador no tiene idea de la cantidad de toxico que entra en contacto con el organismo (33).

### 3.1.19 CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA ( $CL_{50}$ )

Cantidad de una sustancia tóxica en el entorno que rodea a los organismos puestos a prueba provocando la muerte del 50% de dichos organismos bajo condiciones controladas, en un tiempo especificado (generalmente 24 horas) . Usualmente las unidades empleadas para expresar la  $CL_{50}$  son partes por millón (ppm) (21).

Según Lagunes y Rodríguez citados por Córdón (14), para encontrar la  $CL_{50}$  a cualquier insecticida en una especie dada el primer paso consiste en determinar la “Ventana de Respuesta Biológica” , el siguiente paso consiste en preparar diluciones intermedias para determinar la Línea de Respuesta Logaritmo dosis – mortalidad.

### 3.1.20 VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

Lagunes y Rodríguez citados por Córdón (14); indican que es la mayor cantidad de insecticida cuyo efecto se refleja en una mortalidad de 0 % hasta la menor cantidad de insecticida capaz de matar al 100% de la población de insectos bajo prueba, se utiliza como una prueba preliminar antes de determinar la  $DL_{50}$  o  $CL_{50}$ .

### 3.1.21 CONCENTRACIONES INTERMEDIAS

Concentraciones en partes por millón (ppm) que se colocan intercaladas entre el rango de 0 a 100% de mortalidad (26).

### 3.1.22 CONCENTRACIONES PARENTALES

Lagunes y Rodríguez, citados por Córdón (14); indican que son las cantidades en mililitros de producto químico equivalente a un gramo de ingrediente activo disuelto en cien mililitros de solvente (agua), para lograr concentraciones al 1%.

### **3.1.23 RESPUESTA RELATIVA CINCUENTA O FACTOR DE RESISTENCIA (RR<sub>50</sub>)**

Es el valor que se obtiene al dividir la CL<sub>50</sub> de la población de campo entre la CL<sub>50</sub> de la población susceptible (39).

### **3.1.24 INTERVALOS DE CONFIANZA O LÍMITES FIDUCIALES**

Son los límites de significancia de la recta a ambos lados de cada dosis o concentración (12).

### **3.1.25 INGREDIENTE ACTIVO**

Es la parte biológicamente activa del plaguicida presente en una formulación (32).

### **3.1.26 POBLACIÓN DE CAMPO**

Es aquella población que se obtiene directamente en el área de estudio, generalmente son individuos que se encuentran en el último ciclo de vida (adultos), los cuales sirven para obtener una población Descendiente. Para fines de estudios de toxicología se considera a los individuos de esta población no susceptibles (21).

### **3.1.27 POBLACION DESCENDIENTE**

Son individuos ( F1) que provienen de la reproducción de los adultos de la población de Campo , los cuales son criados bajo condiciones controladas (de invernadero, o laboratorio). La importancia de estos individuos en estudios de toxicología es que no son sometidos a exposición con plaguicidas, (insecticidas, funguicidas etc), por lo que se consideran susceptibles. Esta población constituye la línea base de Susceptibilidad, esta línea es necesaria como punto de referencia (21).

### **3.1.28 TRANSFORMACIÓN PROBIT**

Es aquella transformación que se utiliza cuando se quiere convertir el porcentaje de mortalidad (respuesta del bioensayo) en unidades de desviación de la media o probits (palabra formada por la contracción de probability units [unidades de probabilidad]), las que se originan de una distribución normal, con una media de 5 y una desviación estandar de 1. Dado que cada probit es igual a una desviación estándar, un porcentaje de mortalidad de 50% corresponde a un probit igual a 5 (26).

Según Lagunes y Rodríguez, citados por Córdón (14) para realizar directamente esta transformación se utiliza la tabla de Áreas de la Distribución Normal Estandar (Cuadro 50 "A"), su manejo es sencillo pues, para encontrar el valor 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.

### 3.1.29 PAPEL LOG – PROBIT

Lagunes y Rodríguez, citados por Cordón (14); indican que son hojas de papel especiales (Figura 24 “A” ) para trazar la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad y calcular cualquier  $DL_x$  o  $CL_x$  aquí no se necesita 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 estos 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.

### 3.1.30 LÍNEA DE RESPUESTA LOGARITMO DOSIS – MORTALIDAD (L-D-P)

En un ensayo con insectos, al graficar en un eje de coordenadas la dosis o concentración contra la mortalidad, se obtendrá una línea sigmoide cuyos valores no pueden ser interpretados. Para que esto no suceda se necesita transformar la línea sigmoide en una línea recta. Esto se logra al transformar la mortalidad de porcentajes a unidades probit, además de expresar la dosis o concentración en logaritmos, de esta manera, se obtiene una recta que facilita al interpretación de los resultados (33). Esta línea recta permite a la vez determinar la  $DL_{50}$  o  $CL_{50}$  ; la cual es indicada por el punto donde se intercepta esta línea y la unidad probit = 5 (50% de mortalidad) (26).

Lagunes y Rodríguez, citados por Cordón (14); definen la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad (L-D-P) como la relación entre el logaritmo de la dosis o concentración 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 resistencia.

### 3.1.31 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA

#### 3.1.31.1 BIOENSAYO

Es cualquier método por medio del cual alguna propiedad de una sustancia o material, es medida en términos de la respuesta biológica que produce. El bioensayo, se emplea para determinar la toxicidad de las sustancias químicas con supuestas propiedades tóxicas (33). Entre los objetivos del bioensayo están:

1) Determinación de la eficiencia de varios tóxicos contra una población de insectos o ácaros.

2) Determinación de la susceptibilidad de diferentes razas o especies de artrópodos a un toxico (33).

El bioensayo posee dos componentes :

1) El estímulo; el cual es el agente que produce una respuesta en el organismo tratado (puede ser químico, físico, o eléctrico).

2) La respuesta; es el efecto o manifestación que produce la aplicación del estímulo (puede ser la muerte, el derribo, etc) (33).

Existen dos tipos de bioensayos:

1) Directos; Consiste en la aplicación de una dosis o concentración única a un animal o en el incremento del estímulo en un período de tiempo, generalmente lo que se busca es una respuesta fisiológica como latidos del corazón, tasa respiratoria, temperatura, etc (33).

2) Indirectos; Este es el tipo de bioensayo más común en trabajos de toxicología en insectos y ácaros, consiste en la aplicación de una dosis a una muestra representativa de la población, manera que los resultados son atribuidos a la población de donde se extrajo la muestra (33). Este tipo de bioensayo tiene dos características importantes:

a) La muestra es tratada de forma que se obtiene una respuesta del todo o nada (muerto o vivo), que también se conoce como respuesta cuantitativa.

b) Por medio de la respuesta de la muestra tratada, se estima la respuesta de toda la población (33).

### 3.1.31. 2 PRUEBA DE INMERSIÓN DE DISCOS DE HOJAS (LEAF DIP TEST)

Esta prueba consiste en utilizar pequeños discos de las hojas del cultivo, por ejemplo; frijol (*Phaseolous vulgaris* L.) sumergidos en un volumen y concentración conocida de insecticida (que contiene un agente humectante al 0.01%) por 30 segundos se deja secar por diez minutos al aire libre y en la sombra sobre toallas de papel absorbente, posteriormente estos discos se colocan en Cajas de Petri especialmente diseñadas para la prueba y fijadas con una gota de agar con el haz en contacto con este. Se realiza un tratamiento testigo consistente en; discos de hojas sumergidos en agua destilada con el agente humectante (21).

Posteriormente se depositan 20 insectos adultos (plaga en estudio) sobre los discos que están en las Cajas de Petri; esto corresponderá para cada concentración y repetición, se utiliza Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para inmovilizar los insectos adultos, cada unidad se sella con una tapadera transparente, que permite la ventilación. Las Cajas de Petri se colocan en bandejas de plástico de acuerdo a su orden de tratamiento y repetición. Las lecturas de mortalidad expresadas en porcentaje se realizan a las 24 horas, después de la aplicación. La mortalidad se corregirá con la observada en el tratamiento Testigo por medio de la Ecuación de Abbot (21):

$$\% \text{ de Mortalidad Corregida} = \frac{\text{Mortalidad causada por el tratamiento (\%)} - \text{Mortalidad en el testigo (\%)}}{100 - \text{Mortalidad en el testigo (\%)}} \times 100$$

El resultado del tratamiento se eliminará si la mortalidad en el testigo excede del 5%. En el caso de los insecticidas sistémicos, se puede tratar las hojas enteras con las soluciones insecticidas, secarlas y cortarlas en discos, evaluando la mortalidad a las 24 horas. Del porcentaje de insectos muertos a las 24 horas se basan los resultados finales. El objetivo de este bioensayo es el de obtener porcentajes de mortalidad de insectos, para después poder determinar la DL<sub>50</sub> o CL<sub>50</sub> (21).

La determinación de Modelos de Regresión lineal y Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de los diferentes insecticidas permite conocer los niveles de susceptibilidad, tolerancia o resistencia adquirida por las especies en estudio. Resulta de gran utilidad que con los estudios de resistencia se analice toxicológicamente el área. Este tipo de análisis consiste en hacer un examen de los insecticidas utilizados en años anteriores. La información requerida para este tipo de análisis consiste en: Calendarios de aplicaciones, dosis o concentraciones, y superficies tratadas, consumos totales de productos comerciales y concentraciones de ingrediente activo de cada uno de los insecticidas utilizados ( 8 ).

### 3.1.32 MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA LINEA DE RESPUESTA LOGARITMO DOSIS – MORTALIDAD (L-D-P)

#### 3.1.32.1 MÉTODO ESTADÍSTICO

Este utiliza el método de 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 del intercepto (ordenada) y el coeficiente de regresión (pendiente), aquí se utiliza el logaritmo de la dosis o concentración y el porcentaje de mortalidad se transforma a unidades probit, según Lagunes y Rodríguez, citados por Cordón (14). El procedimiento es el siguiente:

- 1) Obtener el valor del coeficiente de regresión utilizando la siguiente ecuación.

$$b_1 = \frac{\frac{\sum X_1 Y_1 - (\sum X_1)(\sum Y_1)}{n}}{\frac{\sum X_1^2 - (\sum X_1)^2}{n}}$$

donde:

$X_1$  = Es el logaritmo de la concentración.

$Y_1$  = Son las unidades probit.

$\sum X_1 Y_1$  = Es la sumatoria del producto de  $X_1$  por  $Y_1$ .

$X_1^2$  = Es la sumatoria de  $X_1$  elevado al cuadrado.

$n$  = Es el número de pruebas de mortalidad.

2) Calcular el valor del intercepto ( $b_0$ ).

$$b_0 = \frac{\sum Y_1}{n} - b_1 \frac{\sum X_1}{n}$$

donde:

$\sum Y_1$  = Sumatoria de las unidades probit.

$\sum X_1$  = Sumatoria del logaritmo de las concentraciones

$b_1$  = Coeficiente de regresión lineal.

$n$  = Número de pruebas de mortalidad.

Sustituir los valores de X, Y, y  $b_1$  la ecuación  $Y = b_0 + b_1X$

3) Despejando X, y utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad).

4) Sacar el antilogaritmo al valor obtenido y esa es la  $DL_{50}$  ó  $CL_{50}$ .

5) Se trazó la línea de Respuesta Logaritmo Dosis-mortalidad (L-D-P).

### 3.1.32. 2 MÉTODO DEL PAPEL PROBIT

Se utilizan hojas conocidas como Papel Log – Probit (Figura 24 “A”), aquí no es necesario transformar el porcentaje de mortalidad a unidades Probit ni la dosis o concentración a su logaritmo, dado que el papel ya lo está considerando. Cada hoja consta de tres ciclos perfectamente diferenciados. El valor de cada ciclo debe asignarse de acuerdo a los valores de la dosis o concentración, 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 o concentración letal media se obtiene donde se intercepta dicha línea con el valor 5 del probit que es igual al 50% de mortalidad, según Lagunes y Rodríguez, citados por Córdón (14).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 MATERIAL BIOLÓGICO

Los adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* representaron el material biológico. El que fue obtenido mediante muestreos aleatorios en las áreas de mayor presencia del cultivo de tomate en la aldea de Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Se enviaron muestras representativas de los anteriores muestreos, al laboratorio de Fitopatología del departamento de Virología Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala, para la determinación de la mencionada especie de mosca blanca, las muestras estuvieron compuestas por adultos, y ninfas alojadas en hojas de tomate. Los resultados de la determinación indicaron que las muestras pertenecen a la especie *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), confirmando la presencia de esta única especie de mosca blanca en el área de estudio, ( Cuadro 51 "A" ).

### 3.2.2 LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACIÓN

El experimento se realizó en un laboratorio particular; acomodado para el caso, ubicado en la aldea de Bárcena, municipio de Villa Nueva, Guatemala. Como información adicional se presentan los siguientes datos:

Localización: Se encuentra a una altura de 1450 msnm, con latitud Norte 14° 31' y longitud 0 Este 90° 38' ubicada a 20 Km, al sur de la Ciudad de Guatemala. El clima oscila en una temperatura promedio entre 13 –28 °C. Las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo y abril. Posee una precipitación anual promedio de 1000 mm. El promedio de Humedad Relativa de la comunidad de Bárcena es de 79% con 180 horas promedio de brillo solar al mes. Limita al Norte con la ciudad Capital de Guatemala, al sur con el municipio de Amatitlán, al Este con el municipio de Villa Nueva y al Oeste con los municipios de Magdalena y Santa Lucia Milpas Altas del departamento de Sácatepeques (29).

Según Holdridge, citado por De la Cruz (17), indica que la zona de vida a la que pertenece la aldea de Bárcena, es el bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical representado por el símbolo (bh – MB).

Simmons et al. (46) ; señalan que los suelos de la comunidad de Bárcena, Villa Nueva pertenece a la serie de Suelos Guatemala.

### 3.2.3 CONDICIONES DEL LABORATORIO

Las condiciones proporcionadas para el desarrollo de los bioensayos fueron: Temperatura 24 – 28 °C; Humedad 50% ; Ventilación adecuada en el recinto donde se encuentran los bioensayos. Con un fotoperíodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad. Además se proporcionaron las condiciones de limpieza diaria (en las instalaciones del laboratorio, piso, muebles, cristalería, etc.).

## 4. OBJETIVOS

### GENERAL

Determinar la susceptibilidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Westwood) a diez ingredientes activos en población de campo y su población descendiente bajo condiciones de laboratorio, en Bárcena, Villa Nueva.

### ESPECÍFICOS

Determinar que ingrediente activo presentó la mayor y menor toxicidad a nivel de concentración letal media ( $CL_{50}$ ).

Calcular la respuesta relativa media o factor de resistencia ( $RR_{50}$ ), para los diferentes ingredientes activos utilizados, según el grado de susceptibilidad.



## 5. HIPÓTESIS

La susceptibilidad de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) del área de Bárcena, Villa Nueva: tiene diferente respuesta a diez distintos ingredientes activos.

Los valores de respuesta relativa cincuenta ( $RR_{50}$ ) son diferentes para los distintos ingredientes activos evaluados.

## 6. MATERIALES Y EQUIPO

Los cuadros: 30"A" al 49"A", del apéndice contienen el material y equipo que se utilizó en cada una de las etapas involucradas en el proceso de investigación.

## 7. METODOLOGÍA

El presente trabajo es un estudio que determinó la susceptibilidad a 10 diferentes ingredientes activos mediante la determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) en una población de campo de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y su población descendiente de adultos, para luego determinar la respuesta relativa media o factor de resistencia (RR<sub>50</sub>).

El desarrollo de este trabajo incluyó básicamente seis actividades:

Población de campo (progenitores):

- 1) Obtención de la población de campo.
- 2) Realización de bioensayos preliminares (determinación de concentraciones parentales, calculo de ventana de respuesta biológica, realización de concentraciones intermedias).
- 3) Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cada ingrediente activo por los métodos:
  - a. Método estadístico.
  - b. Método del papel probit.
  - c. Por programa de computadora "Basic" de análisis Log – Probit .

Población descendiente (susceptible):

- 1) Obtención de la Población descendiente o F<sub>1</sub> (susceptible): Establecimiento de pie de cría de *T. vaporariorum*.
- 2) Realización de los bioensayos preliminares (determinación de concentraciones parentales, cálculo de ventana de respuesta biológica, realización de concentraciones intermedias).
- 3) Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cada ingrediente activo por los métodos:
  - a. Método estadístico.
  - b. Método del papel probit.
  - c. Por programa de computadora "Basic" de análisis Log- Probit.

### 7.1 OBTENCION DE LA POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES).

Esta población se obtuvo colectando adultos de *T. vaporariorum* (aproximadamente veinte mil) llevando a cabo muestreos al azar en áreas con predominancia de cultivo de tomate; de diferente desarrollo fonológico, las muestras fueron colectadas con un aspirador manual de batería y colocadas en Erlenmeyer de 250 ml, posteriormente fueron puestas en hielera para evitar desecación o daño y ser transportadas al laboratorio, donde se sometieron a una prueba de calidad (fototropismo) para seleccionar solamente individuos saludables antes de llevarse a cabo los bioensayos, y el pie de cría.

## **7.2 REALIZACIÓN DE BIOENSAYOS PRELIMINARES: POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES).**

### **7.2.1 DETERMINACION DE CONCENTRACIONES PARENTALES.**

Se calcularon las concentraciones parentales de cada ingrediente activo; después se prepararon diluciones en concentraciones de 1%,  $1 \times 10^{-1}\%$ ,  $1 \times 10^{-2}\%$ ,  $1 \times 10^{-3}\%$ ,  $1 \times 10^{-4}\%$ ,  $1 \times 10^{-5}\%$ ,  $1 \times 10^{-6}\%$ ,  $1 \times 10^{-7}\%$ ,  $1 \times 10^{-8}\%$ ,  $1 \times 10^{-9}\%$ .

### **7.2.2 CALCULO DE LA VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA (VRB).**

Para el calculo de la Ventana de Respuesta Biológica se utilizó la prueba de inmersión de discos de hojas (Leaf Dip Test) para cada ingrediente activo utilizando concentraciones en porcentajes, estas concentraciones se obtuvieron de la preparación de diluciones de las concentraciones parentales. Se utilizaron 10 concentraciones con diferente porcentaje de concentración para cada ingrediente activo, se realizaron 4 repeticiones para cada concentración, y un tratamiento testigo, lo que produjo un total de 440 unidades experimentales (cada unidad experimental fue una caja de Petri). Las concentraciones que se utilizaron fueron : 1%,  $1 \times 10^{-1}\%$ ,  $1 \times 10^{-2}\%$ ,  $1 \times 10^{-3}\%$ ,  $1 \times 10^{-4}\%$ ,  $1 \times 10^{-5}\%$ ,  $1 \times 10^{-6}\%$ ,  $1 \times 10^{-7}\%$ ,  $1 \times 10^{-8}\%$ ,  $1 \times 10^{-9}\%$ . Los productos comerciales (insecticidas) (Cuadros 30"A" al 39"A") que se utilizaron son: Actara 25WG (i.a. Thiametoxám 25%), Confidor 70WG (i.a. Imidacloprid 70%), Rescate 20 SP (i.a. Acetamiprid 20%), Cymbush 025 EC (i.a. Cipermetrina 2.5 %), Decis 025 EC (i.a. Deltametrina 2.5 %), Herald 37.5 EC (i.a. Fenpropatrín 37.5 %), Evisect 50 SP (i.a. Tiociclam 50%), Pegasus 50 SC (i.a. Diafenthuron 50 %), Tamaron 60 SL (i.a. Metamidofós 60%), Thiodan 35 EC (i.a. Endosulfán 35 %).

Posteriormente de identificadas las concentraciones y el porcentaje de mortalidad que produjeron; se utilizaron las concentraciones que estuvieron entre el rango de 0 a 100% de mortalidad, para calcular las concentraciones intermedias.

### **7.2.3 REALIZACIÓN DE CONCENTRACIONES INTERMEDIAS.**

Por medio de diluciones; de las concentraciones resultantes de la ventana de respuesta biológica (rango de 0 a 100% de mortalidad) se calcularon concentraciones en partes por millón (ppm) las que se intercalaron. Esta concentraciones se utilizaron para asignárselas a los tratamientos para la determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ).

## **7.3 DETERMINACION DE CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA ( $CL_{50}$ ) PARA LA POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES).**

### **7.3.1 CONDUCCIÓN DEL BIOENSAYO.**

Se utilizó la prueba de inmersión de discos de hojas (Leaf Dip Test); para obtener porcentajes de mortalidad, para poder determinar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ).

### 7.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos a dar a las unidades experimentales (Cajas de Petri) consistieron en concentraciones en partes por millón de los ingredientes activos de insecticidas evaluados; estas concentraciones se obtuvieron del cálculo de las concentraciones intermedias expresadas en partes por millón (ppm).

Se utilizaron diez diferentes concentraciones para cada ingrediente activo (insecticida) y un tratamiento testigo, el número de ingredientes activos evaluados fueron diez lo que constituyen un total de 110 tratamientos.

Los productos comerciales (insecticidas) (Cuadros 30"A" al 39"A" ) utilizados fueron: Actara 25 WG (i.a. Thiametoxám 25%), Confidor 70 WG (i.a. Imidacloprid 70%), Rescate 20 SP (i.a. Acetamiprid 20%), Cymbush 025 EC (i.a. Cipermetrina 2.5%), Decis 025 EC (i.a. Deltametrina 2.5%), Herald 37.5 EC (i.a. Fenpropatrín 37.5%), Evisect 50 SP (i.a. Tiociclam 50%), Pegasus 50 SC (i.a. Diafenthiuron 50%), Tamaron 60 SL (i.a. Metamidofós 60%), Thiodan 35 EC (i.a. Endosulfán 35%).

### 7.3.3 VARIABLE DE RESPUESTA

Porcentaje de mortalidad a las 24 horas. Se realizaron conteos de mortalidad a las 24 horas de realizado el experimento. El criterio de mortalidad de los adultos de mosca blanca se fundamenta en el cese de la locomoción de las mismas y el levantamiento de las alas, característica propias de los adultos de mosca blanca muertos por insecticida.

### 7.3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos resultantes se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), de acuerdo con el diseño experimental empleado, debido a la posible existencia de diferencias significativas en la respuesta de mortalidad producida por cada concentración se realizó la Prueba de Medias de Tukey, con el propósito de establecer cual(es) concentración(es) presentó(aron) la mayor mortalidad.

Por las características de los datos, fue necesario realizar una transformación del tipo  $\sqrt{x+1}$ . Se midió la mortalidad producida por cada concentración en partes por millón (ppm) a las 24 horas de realizados los bioensayos, los resultados se analizaron en forma individual.

#### 7.3.4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue Completamente al azar con 4 repeticiones y 110 tratamientos, lo que dio un total de 440 unidades experimentales (Cajas de Petri), bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1,2,3, \dots t \\ j = 1,2,3, \dots r \end{array}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$t_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima concentración

$C_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### **7.3.5 DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO, POR EL MÉTODO ESTADÍSTICO: PARA LA POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES).**

Este utiliza el método de regresión lineal simple; haciendo uso de porcentajes de mortalidad producto de la prueba de inmersión de discos de hojas, con concentraciones en partes por millón (ppm). Es necesario para realizar el análisis de los datos; transformar el porcentaje de mortalidad a unidades probits y las concentraciones a su logaritmo. Para trazar la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad (L-D-P); en un plano de coordenadas en el eje de las “X” se encuentra el logaritmo de las dosis o concentraciones y en el eje de las “Y” el porcentaje de mortalidad en unidades probits, según Lagunes y Rodríguez citados por Córdón (14).

### **7.3.6 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO, POR EL MÉTODO DEL PAPEL PROBIT: PARA LA POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES).**

En este método se utilizan hojas conocidas como papel Log – Probit, sirven para trazar la línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad (L-D-P) y determina la CL<sub>50</sub> posteriormente. Aquí no es necesario transformar el porcentaje de mortalidad a unidades probits, tampoco la concentración a su logaritmo, según Lagunes y Rodríguez citados por Córdón (14).

**7.3.7 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO POR PROGRAMA DE COMPUTADORA “BASIC” DE ANÁLISIS LOG-PROBIT: PARA LA POBLACIÓN DE CAMPO (PROGENITORES):** Siguiendo el procedimiento del programa BASIC de análisis Log-Probit.

## **7.4 OBTENCIÓN DE LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (F<sub>1</sub>), (SUSCEPTIBLE).**

Esta población se estableció colectando adultos de *T. vaporariorum* (aproximadamente diez mil) de áreas con predominancia de cultivo de tomate; de diferente desarrollo fenológico para reproducirse y obtener una población descendiente (F<sub>1</sub>) es decir la población colectada en el campo constituyen los progenitores, la población resultante de la reproducción de los progenitores es la población que se utilizó para la realización de los bioensayos.

## **7.5 ESTABLECIMIENTO DEL PIE DE CRÍA DE MOSCAS BLANCAS, PARA OBTENER LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE).**

Se procedió a reproducir a los adultos de mosca blanca colectados en el campo en jaulas entomológicas cubiertas con tela de organza (Figura 23 "A") con dimensiones de 50 x 50 x 90 cms, en cuyo interior se colocaron bandejas con plántulas de frijol variedad Ostúa que sirvió como sustrato para la oviposición, seguidamente de introducir 20 adultos en cada jaula entomológica para que ovipositen, los adultos se mantuvieron sobre las plántulas durante cinco días, después de lo cual se retiraron con ayuda de un aspirador manual de batería, la observación de las plántulas de frijol fue necesaria en un tiempo periódico hasta que se observaron , huevos, ninfas, individuos emergidos así como detectar invasión de enemigos naturales y enfermedades, que afectan el desarrollo biológico de la población a criar (20).

Las plántulas infestadas se trasladaron a otras jaulas para esperar la emergencia de los adultos de la primera generación, con los cuales se efectuaron los bioensayos. Durante el proceso de reproducción de los adultos de mosca blanca se mantuvieron en condiciones de invernadero a una temperatura de  $20 \pm 40$  °C y fotoperiodo de 12 horas luz.

## **7.6 REALIZACIÓN DE BIOENSAYOS PRELIMINARES: POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE).**

El procedimiento que se siguió para cada uno de los bioensayos preliminares en la población descendiente (susceptible) fue el mismo que se siguió para los bioensayos preliminares de la población de campo (progenitores).

## **7.7 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) PARA LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE) .**

Los procedimientos que se siguieron para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de la población descendiente (susceptible) fueron los mismos que se siguieron para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de la población de campo (progenitores) .

### **7.7.1 DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO, POR EL MÉTODO ESTADÍSTICO: PARA LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE).**

Los procedimientos que se siguieron para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cada ingrediente activo, por el método estadístico, para la población descendiente (susceptible) fueron los mismos que se siguieron para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cada ingrediente activo por el método estadístico.

### **7.7.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA ( $CL_{50}$ ) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO, POR EL MÉTODO DEL PAPEL PROBIT: PARA LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE).**

Los procedimientos que se siguieron para determinar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, por el método del papel probit, para la población descendiente (susceptible) fueron los mismos que se siguieron para determinar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo por el método del papel probit para la población de campo (progenitores).

### **7.7.3 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA ( $CL_{50}$ ) DE CADA INGREDIENTE ACTIVO POR PROGRAMA DE COMPUTADORA “BASIC” DE ANÁLISIS LOG – PROBIT: PARA LA POBLACIÓN DESCENDIENTE (SUSCEPTIBLE):** Siguiendo el procedimiento del programa “BASIC” de análisis Log - Probit.

### **7.8 DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA RELATIVA MEDIA O FACTOR DE RESISTENCIA ( $RR_{50}$ ).**

Se utilizaron los valores de concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada ingrediente activo, obtenidos de los métodos: Estadístico, Papel Probit, y por Programa de Computadora “Basic” de análisis Log – Probit, de la población de campo (progenitores), y su población descendiente (susceptible), para posteriormente determinar el valor  $RR_{50}$ . El procedimiento para calcular el valor  $RR_{50}$  es: dividir el valor de la  $CL_{50}$  de la población de campo (progenitores) entre el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (susceptible) (39).

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 DETERMINACION DE CONCENTRACIONES PARENTALES.

Cantidades en mililitros de insecticidas que se llevaron a un volumen de 100 ml, con agua para tener concentraciones de 1%, luego se prepararon por diluciones concentraciones del 1% hasta  $1 \times 10^{-9}\%$  para llevar a cabo la ventana de respuesta biológica (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultado del cálculo de concentraciones parentales.

Insecticida	Nombre comercial	Gramos de i.a. por litro de producto comercial	Mililitros de insecticida para tener 1 g. de i.a.
Thiametoxám	Actara 25 WG	250	4
Imidacloprid	Confidor 70 WG	700	1.43
Acetamiprid	Rescate 20 SP	200	5
Cipermetrina	Cymbush 025 EC	25	40
Deltametrina	Decis 025 EC	25	40
Fenpropatrín	Herald 37.5 EC	37.5	2.67
Tiociclam	Evisect 50 SP	500	2
Diafenthiuron	Pegasus 50 SC	500	2
Metamidofós	Tamaron 60 SL	600	1.67
Endosulfán	Thiodan 35 EC	350	2.86

### 8.2 VENTANA DE RESPUESTA BIOLÓGICA

Rangos de las concentraciones en porcentaje de cada ingrediente activo, para la población de campo (progenitores) y su población descendiente (susceptible) los cuales estuvieron entre 0 y 100%, posteriormente se calcularon la concentraciones intermedias que sirvieron para determinar la concertación letal media ( $CL_{50}$ ) (Cuadro 5).



Cuadro 5. Determinación de la ventana de respuesta biológica (VRB), en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood), para la población de campo (progenitores), y su población descendientes (susceptibles) en Bárcena, Villa Nueva.

Concentración en %	Thiametoxam		Imidacloprid		Acetamiprid		Cipermetrina		Deltametrina		Fenpropatrín		Tiociclam		Diafenthiuron		Metamidofós		Endosulfán	
	% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad		% de mortalidad	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100*	100	100
1X10 <sup>-1</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100*	100	100	100	100	100	100	100	100	100*	88*	100*	100
1X10 <sup>-2</sup>	100	100	100	100	100*	100	100*	61*	100*	100	100	100	100*	100	100	100	73*	76*	71*	100*
1X10 <sup>-3</sup>	100	100	100*	100	65*	100*	75*	36*	85*	100	100*	100	85*	100*	100*	100	46*	24*	48*	68*
1X10 <sup>-4</sup>	100*	100*	76*	100*	55*	85*	49*	19*	74*	100	65*	100*	71*	90*	83*	100*	16*	11*	28*	53*
1X10 <sup>-5</sup>	66*	80*	68*	81*	39*	61*	29*	0*	53*	100*	48*	71*	45*	70*	51*	88*	0*	0*	0*	38*
1X10 <sup>-6</sup>	55*	61*	40*	70*	21*	28*	0*	0	24*	85*	18*	50*	23*	50*	31*	74*	0	0	0	28*
1X10 <sup>-7</sup>	21*	11*	23*	38*	0*	0*	0	0	0*	73*	0*	26*	6*	41*	0*	46*	0	0	0	0*
1X10 <sup>-8</sup>	8*	6*	0*	16*	0	0	0	0	0	33*	0	0*	0*	24*	0	24*	0	0	0	0
1X10 <sup>-9</sup>	0*	0*	0*	0*	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*	0	9*	0	0	0	0

PC = Población de campo (progenitores)

PD = Población descendiente (susceptible)

\* = Ventana de respuesta biológica (VRB)

### 8.3 DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) POR EL METODO ESTADÍSTICO.

Se obtuvieron porcentajes de mortalidad de adultos de *T. vaporariorum* provenientes de los bioensayos de la prueba de inmersión de discos de hojas (Leaf Dip Test) para la determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) (Cuadros 6 al 25).

Cuadro 6. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Thiametoxám.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
0.5	90	-0.3010	6.28	-1.8902	0.0906
0.25	80	-0.6020	5.84	-3.5156	0.3624
0.1	66	-1.0000	5.41	-5.41	1.00
0.05	63	-1.301	5.33	-6.9343	1.6926
0.025	58	-1.602	5.2	-8.3304	2.5664
0.01	55	-2.0000	5.13	-10.26	4.00
0.001	21	-3.0000	4.19	-12.57	9.00
0.0001	8	-4.0000	3.6	-14.40	16.00
0.00001	0	-5.0000	0.00	0.00	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.1830$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 7.4251$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 7.4251 + 1.1830X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 7.4251 + 1.1830X$   
 $X = -2.0499$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -2.0499 \text{ antilogaritmo} = 0.0089 \text{ ppm}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L- D – P) (Figura 3).

Cuadro 7. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Thiametoxám.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
0.5	94	-0.3010	6.56	-1.9745	0.0906
0.25	91	-0.602	6.34	-3.8166	0.3624
0.1	80	-1.0000	5.84	-5.84	1.00
0.05	73	-1.301	5.61	-7.2986	1.6926
0.025	66	-1.602	5.41	-8.6668	2.5664
0.01	61	-2.0000	5.28	-10.56	4.00
0.001	11	-3.0000	3.77	-11.31	9.00
0.0001	6	-4.0000	3.45	-13.80	16.00
0.00001	0	-5.0000	0.00	0.00	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.2837$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 7.5958$

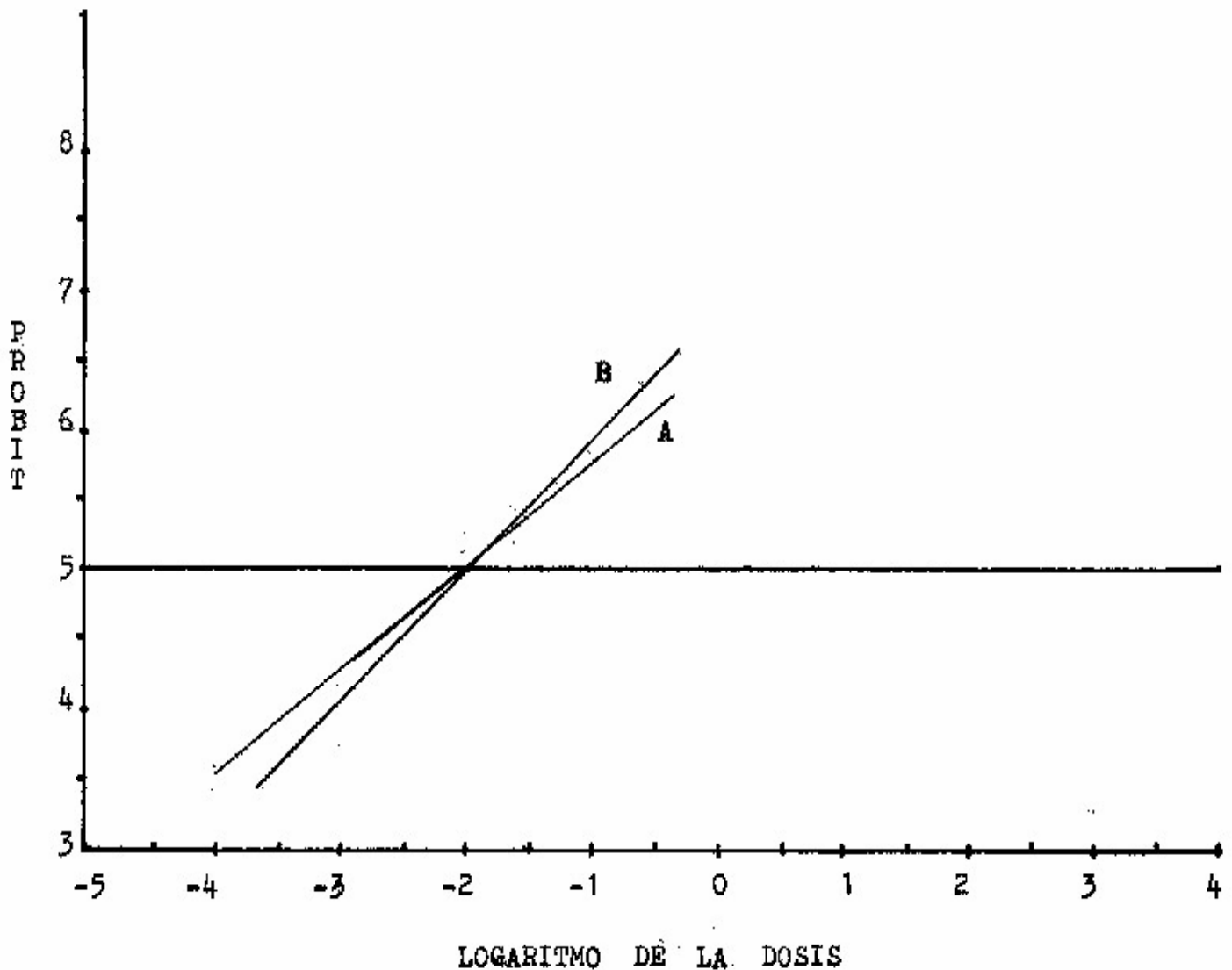
3) Sustitución de los valores  $b_1$  y  $b_0$  en el modelo de regresión lineal :  $Y = 7.5958 + 1.2837X$

4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando  $X$ , utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  $Y = 7.5958 + 1.2837X$   
 $X = -2.0222$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$X = -2.0222$  antilogaritmo = 0.0095 ppm.

5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazo la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 3).



A = Población de campo (progenitores)      Modelo de regresión lineal:  $Y = 7.4251 + 1.1830X$   
 B = Población descendiente (susceptible)      Modelo de regresión lineal:  $Y = 7.5958 + 1.2837X$

Figura 3. Efecto del ingrediente activo Thiametoxám en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 8. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores), de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Imidacloprid.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
5	89	0.6989	6.23	4.3541	0.4884
2.5	84	0.3979	5.99	2.3834	0.1583
1	76	0.0000	5.71	0.0000	0.00
0.5	74	-0.3010	5.64	-1.6976	0.0906
0.25	70	-0.6020	5.52	-3.3230	0.3624
0.1	68	-1.0000	5.47	-5.47	1.00
0.01	40	-2.0000	4.75	-9.50	4.00
0.001	23	-3.0000	4.26	-12.78	9.00
0.0001	0	-4.0000	0.00	0.00	16.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.1246$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$   $bo = 6.1473$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 6.1473 + 1.1246X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  $Y = 6.1473 + 1.1246X$   
 $X = -1.0201$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -1.0201 \text{ antilogaritmo} = 0.0954 \text{ ppm}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 4).

Cuadro 9. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Imidacloprid.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
0.5	100	-0.3010	8.00	-2.408	0.0906
0.25	100	-0.602	8.00	-4.816	0.3624
0.1	81	-1.0000	5.88	-5.88	1.00
0.05	76	-1.301	5.71	-7.4287	1.6926
0.025	73	-1.602	5.61	-8.9872	2.5664
0.01	70	-2.0000	5.52	-11.04	4.00
0.001	38	-3.0000	4.70	-14.10	9.00
0.0001	16	-4.0000	4.01	-16.04	16.00
0.00001	0	-5.0000	0.00	0.00	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

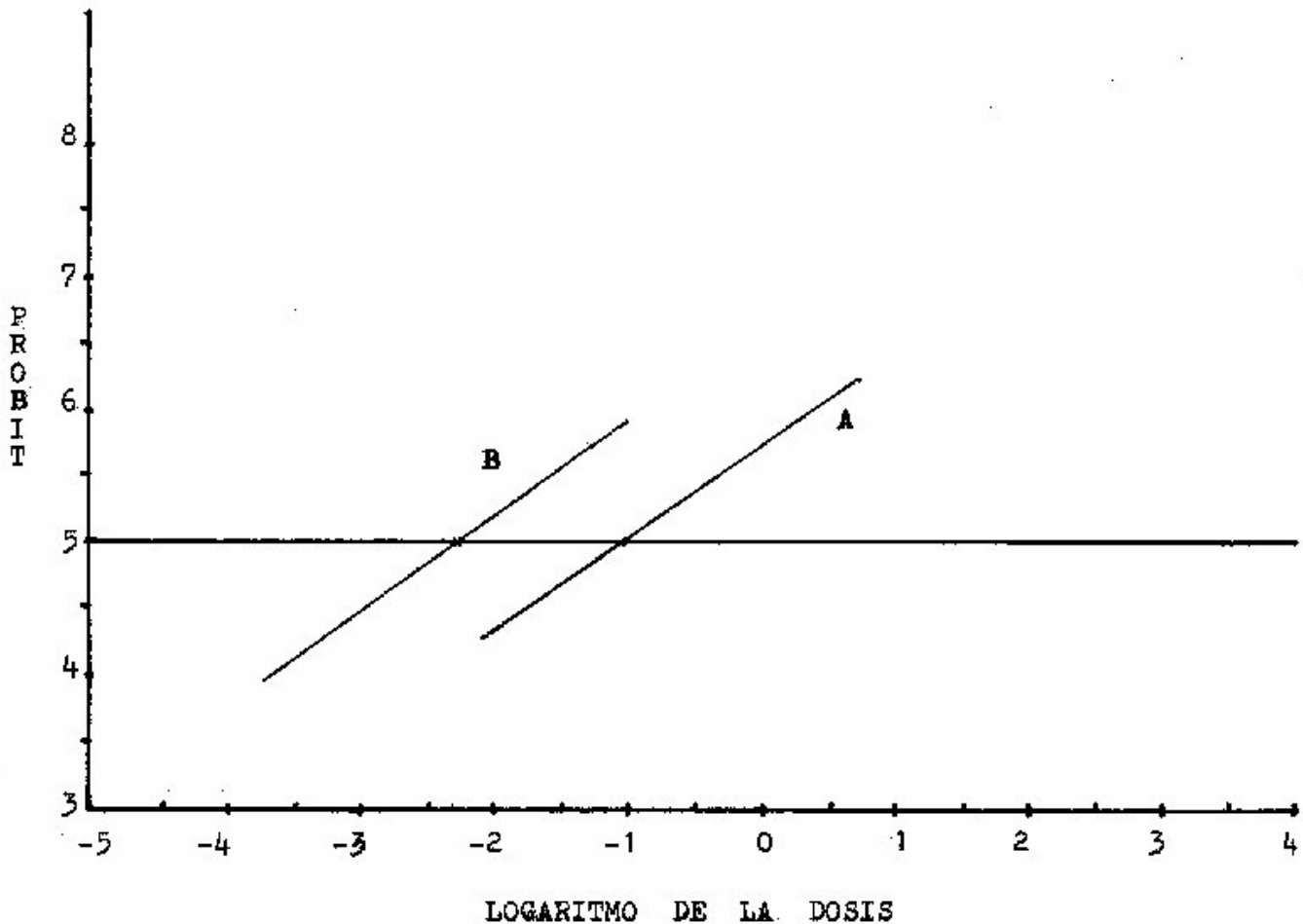
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.3777$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$   $bo = 8.1339$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 8.1339 + 1.3777X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 8.1339 + 1.3777X$   
 $X = -2.2747$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -2.2747 \text{ antilogaritmo} = 0.0053 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazo la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 4).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal :  $Y = 6.1473 + 1.1246X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 8.1339 + 1.3777X$

Figura 4. Efecto del ingrediente activo Imidacloprid en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 10. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Acetamiprid.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	78	1.6989	5.77	9.8026	2.8862
25	71	1.3979	5.55	7.7583	1.9541
10	65	1.0000	5.39	5.39	1.00
5	61	0.6989	5.28	3.6901	0.4884
2.5	59	0.3979	5.23	2.0810	0.1583
1	55	0.0000	5.13	0.00	0.00
0.1	39	-1.0000	4.72	-4.72	1.00
0.01	21	-2.0000	4.19	-8.38	4.00
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.0574$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 5.7650$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 5.7650 + 1.0574X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  $Y = 5.7650 + 1.0574X$   
 Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :  
 $X = -0.7234$  antilogaritmo = 0.1890 ppm.
- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 5).

Cuadro 11. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente Acetamiprid.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
5	94	0.6989	6.56	4.5847	0.4884
2.5	89	.3979	6.23	2.4789	0.1583
1	85	0.0000	6.04	0.00	0.00
0.5	78	-0.3010	5.77	1.73670	0.0906
0.25	68	-0.6020	5.47	-3.2929	0.3624
0.1	61	-1.0000	5.28	-5.28	1.00
0.05	36	-1.3.10	4.64	-6.0366	1.6926
0.01	28	-2.0000	4.42	-8.84	4.00
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

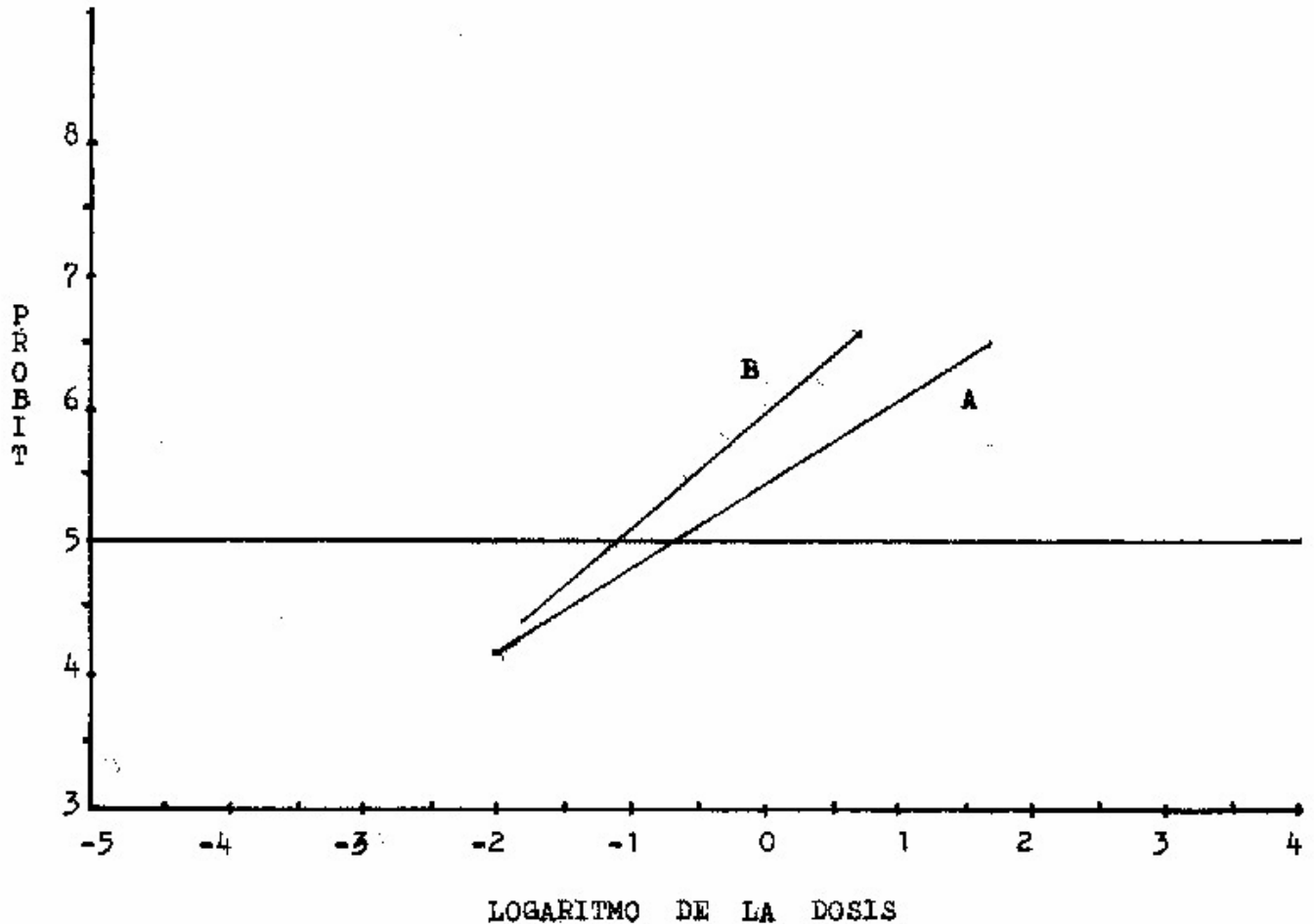
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.8032$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 7.0347$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 7.0347 + 1.8032X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :
- $$Y = 7.0347 + 1.8032X$$
- $$X = -1.1283$$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -1.1283 \text{ antilogaritmo} = 0.0744 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 5).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal :  $Y = 5.7650 + 1.0574X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 7.0347 + 1.8032X$

Figura 5. Efecto del ingrediente activo Acetamiprid en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 12. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Cipermetrina.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	89	1.6989	6.23	10.5841	2.8862
25	83	1.3979	5.95	8.3175	1.9541
10	75	1.0000	5.67	5.67	1.00
5	64	0.6989	5.36	3.7461	0.4884
2.5	55	0.3979	5.13	2.0412	0.1583
1	49	0.0000	4.98	0.00	0.00
0.5	38	-0.3010	4.70	-1.4147	0.0906
0.1	29	-1.0000	4.45	-4.45	1.00
0.01	0	-2.0000	0.00	0.00	4.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.4825$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 4.4791$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 4.4791 + 1.4825X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 4.4791 + 1.4825X$   
 $X = 0.3513$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = 0.3513 \text{ antilogaritmo} = 2.2454 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 6).

Cuadro 13. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Cipermetrina.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1000	100	3.0000	8.00	24.00	9.00
500	85	2.6989	6.04	16.3013	7.284
250	76	2.3979	5.71	13.6920	5.7499
100	61	2.0000	5.28	10.56	4.00
50	45	1.6989	4.87	8.2736	2.8862
25	36	1.3979	4.64	6.4862	1.9541
10	26	1.0000	4.36	4.36	1.00
5	21	0.6989	4.19	2.9283	0.4884
1	19	0.0000	4.12	0.00	0.00
0.1	0	-1.0000	0.00	0.00	1.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.4944$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 2.1661$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 2.1661 + 1.4944X$

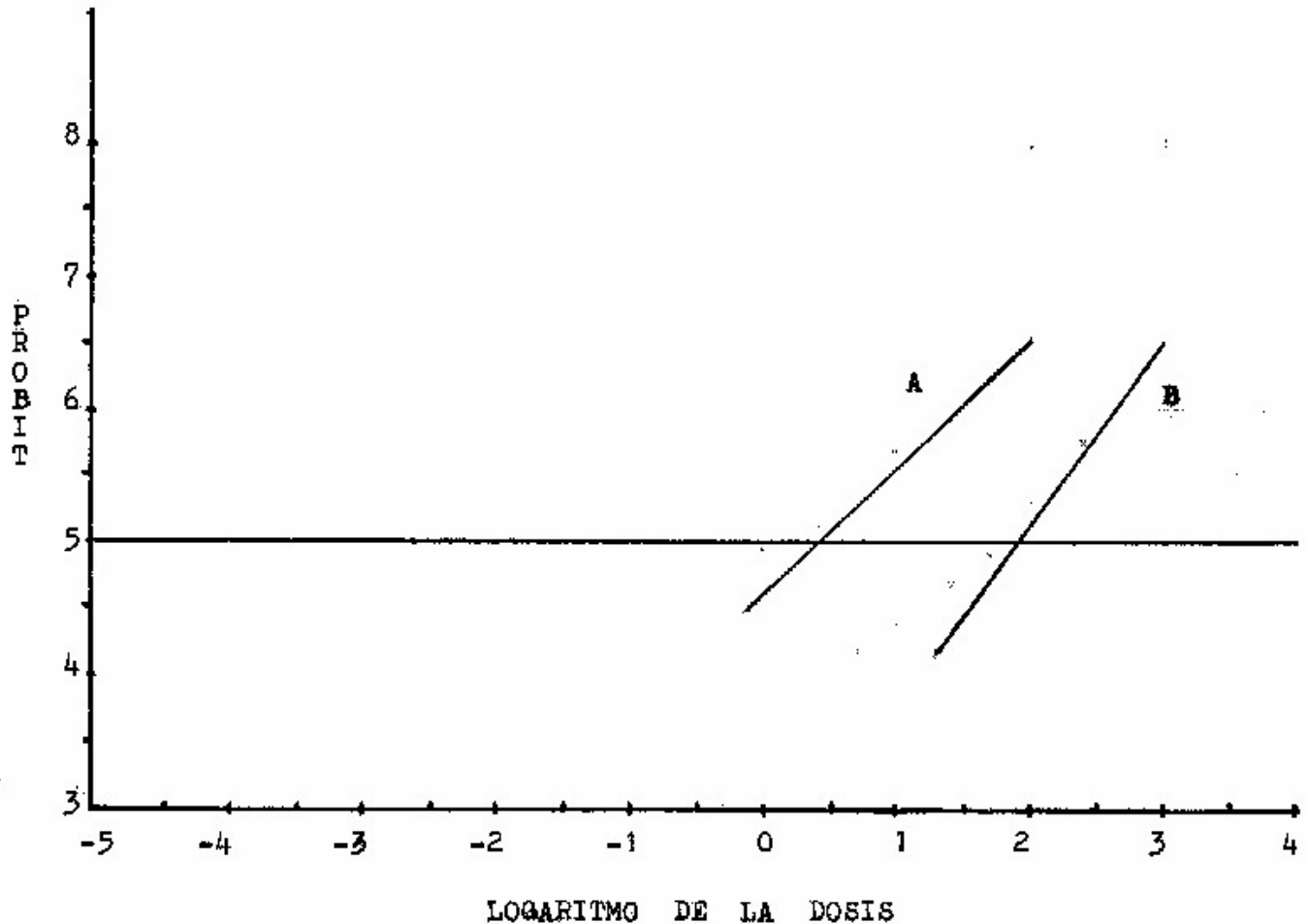


- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 2.1661 + 1.4944X$   
 $X = 1.8963$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = 1.8963 \text{ antilogaritmo} = 78.7589 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 6).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal:  $Y = 4.4791 + 1.4825X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 2.1661 + 1.4944X$

Figura 6. Efecto del ingrediente activo Cipermetrina en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 14. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Deltametrina.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	93	1.6989	6.48	11.0088	2.8862
25	88	1.3979	6.18	8.6390	1.9541
10	85	1.0000	6.04	6.04	1.00
5	78	0.6989	5.77	4.0326	0.4884
1	74	0.0000	5.64	0.00	0.00
0.5	63	-0.3010	5.33	-1.6043	0.0906
0.1	53	-1.0000	5.08	-5.08	1.00
0.01	24	-2.0000	4.29	-8.58	4.00
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.1413$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 6.9489$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 6.9489 + 1.1413X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 6.9489 + 1.1413X$   
 $X = -1.7076$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -1.7076 \text{ antilogaritmo} = 0.0196 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 7).

Cuadro 15. Cálculo de la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Deltametrina.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
0.1	100	-1.0000	8.00	-8.00	1.00
0.05	95	-1.3010	6.48	-8.6516	1.6926
0.025	89	-1.6020	6.18	-9.9804	2.5664
0.01	85	-2.0000	6.04	-12.08	4.00
0.005	81	-2.3010	5.77	-13.5298	5.2946
0.0025	75	-2.6020	5.64	-14.7533	6.7704
0.001	73	-3.0000	5.33	-16.83	9.00
0.0005	40	-3.3010	5.08	-15.6797	10.8966
0.0001	33	-4.0000	4.29	-18.24	16.00
0.00001	0	-5.0000	0.00	0.00	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

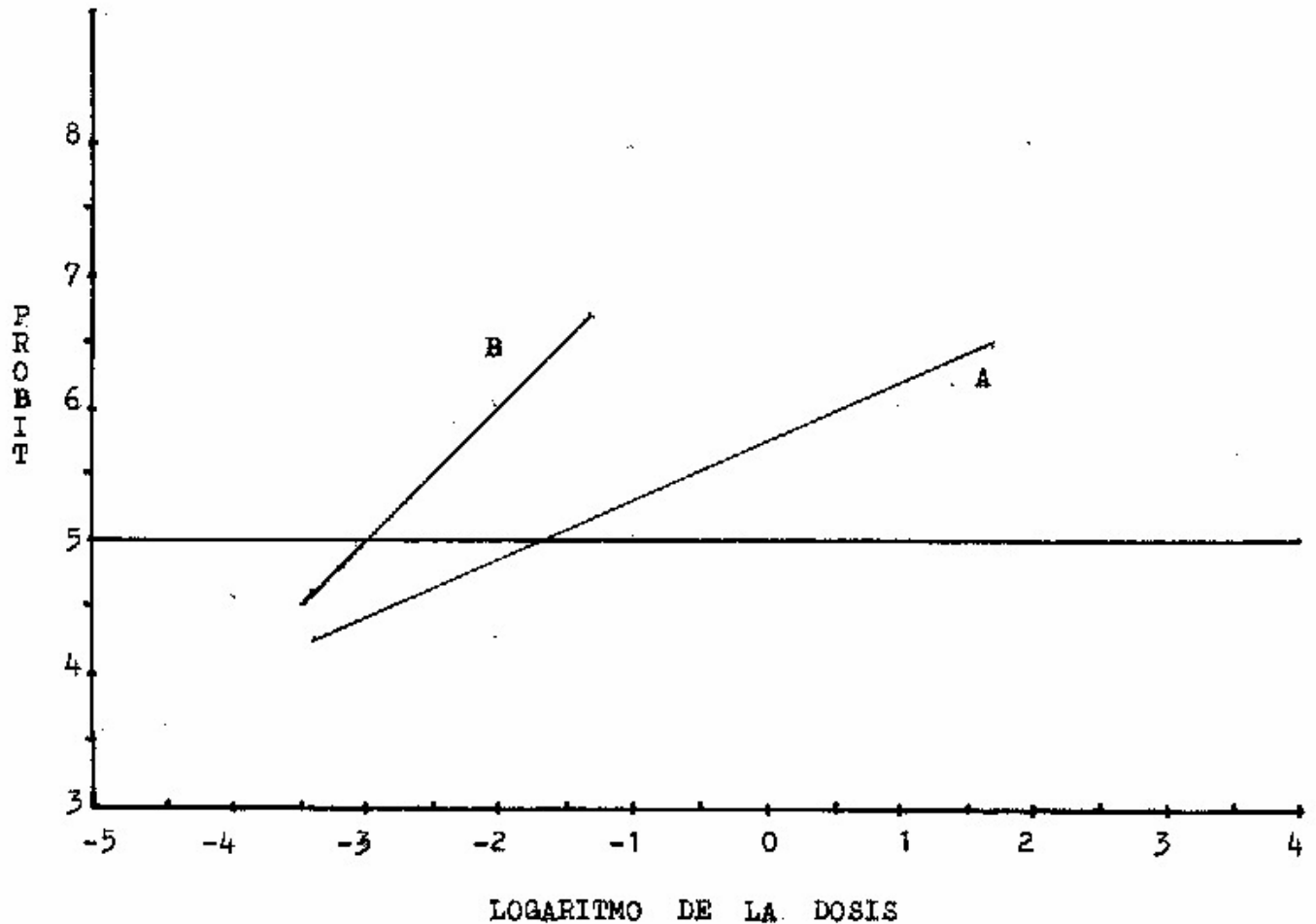
- 1) Cálculo del valor de la pendiente (bi):  $bi = 1.5388$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 9.6576$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 9.6576 + 1.5388X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 9.6576 + 1.5388X$   
 $X = -3.0267$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -3.0267 \text{ antilogaritmo} = 0.00094 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 7).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal :  $Y = 6.9489 + 1.1413X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 9.6576 + 1.5388X$

Figura 7. Efecto del ingrediente activo Deltametrina en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 16. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Fenpropatrín.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
5	90	0.6989	6.28	4.3890	0.4884
2.5	80	0.3979	5.84	2.3237	0.1583
1	65	0.0000	5.39	0.00	0.00
0.5	60	-0.3010	5.25	-1.5802	0.0906
0.25	53	-0.6020	5.08	-3.0581	0.3624
0.1	48	-1.0000	4.95	-4.95	1.00
0.05	26	-1.3010	4.36	-5.6723	1.6926
0.01	18	-2.0000	4.09	-8.18	4.00
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 1.5177$
- 2) Cálculo del intercepto (b<sub>0</sub>), sustituyendo los valores X, Y y b<sub>1</sub> en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 5.9610$
- 3) Sustitución de los valores b<sub>1</sub> y b<sub>0</sub> en el modelo de regresión lineal :  $Y = 5.9610 + 1.5177X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 5.9610 + 1.5177X$   
 $X = -0.6331$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -0.6331 \text{ antilogaritmo} = 0.2337 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 8).

Cuadro 17. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Fenpropatrín.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
0.5	90	-0.3010	6.28	-1.8902	0.0906
0.25	80	-0.6020	5.84	-3.5156	0.3624
0.1	71	-1.0000	5.55	-5.55	1.00
0.05	64	-1.3010	5.36	-6.9733	1.6926
0.025	55	-1.6020	5.13	-8.2182	2.5664
0.01	50	-2.0000	5.00	-10.00	4.00
0.005	34	-2.3010	4.59	-10.5615	5.2946
0.001	26	-3.0000	4.36	-13.08	9.00
0.0001	0	-4.0000	0.00	0.00	16.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

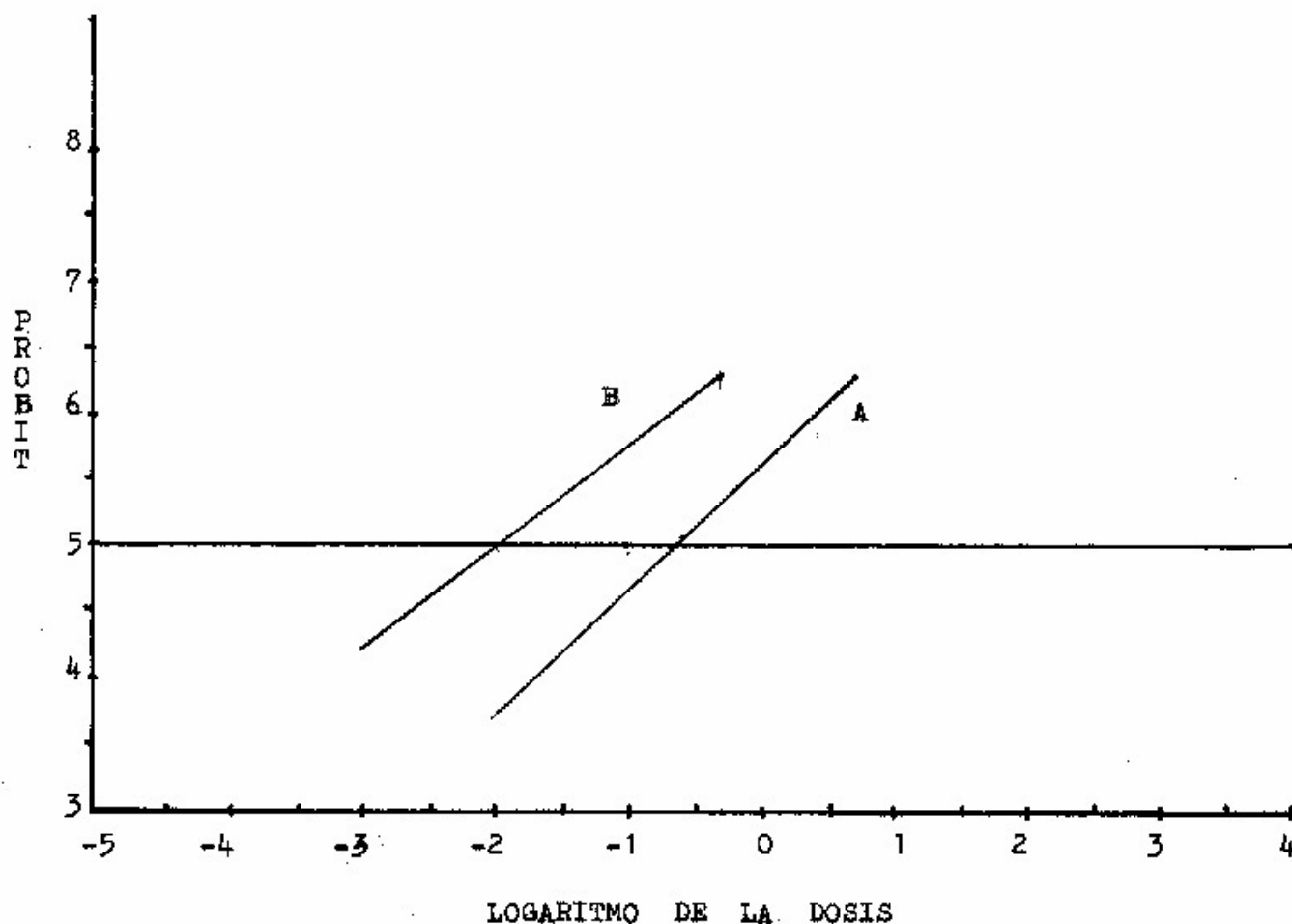
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 1.4878$
- 2) Cálculo del intercepto (b<sub>0</sub>), sustituyendo los valores X, Y y b<sub>1</sub> en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 7.9756$
- 3) Sustitución de los valores b<sub>1</sub> y b<sub>0</sub> en el modelo de regresión lineal :  $Y = 7.9756 + 1.4878X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 7.9756 + 1.4878X$   
 $X = -2.00$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -2.00 \text{ antilogaritmo} = 0.01 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 8).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal :  $Y = 5.9610 + 1.5177X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 7.9756 + 1.4878X$

Figura 8. Efecto del ingrediente activo Fenpropatrín en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 18. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Tiociclam.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	95	1.6989	6.65	11.2976	2.8862
25	89	1.3979	6.23	8.7089	1.9541
10	85	1.0000	6.04	6.04	1.00
5	76	0.6989	5.71	3.9907	0.4884
1	71	0.0000	5.55	0.0000	0.00
0.1	45	-1.0000	4.87	-4.87	1.00
0.01	23	-2.0000	4.26	-8.52	4.00
0.001	6	-3.0000	3.45	-10.35	9.00
0.0001	0	-4.0000	0.00	0.00	16.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 0.9811$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 5.3903$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en la el modelo de regresión lineal :  $Y = 5.3903 + 0.9811X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 5.3903 + 0.9811X$   
 $X = -0.3978$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -0.3978 \text{ antilogaritmo} = 0.400 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 9).

Cuadro 19. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Tiociclam.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
5	95	0.6989	6.65	4.6476	04884
1	90	0.0000	6.28	0.00	0.00
0.5	83	-0.3010	5.95	-1.7909	0.0906
0.1	70	-1.0000	5.52	-5.5200	1.00
0.05	64	-1.3010	5.36	-6.9733	1.6926
0.01	50	-2.0000	5.00	-10.00	4.00
0.001	41	-3.0000	4.77	-14.31	9.00
0.0001	24	-4.0000	4.29	-17.16	16.00
0.00001	0	-5.0000	0.00	0.00	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

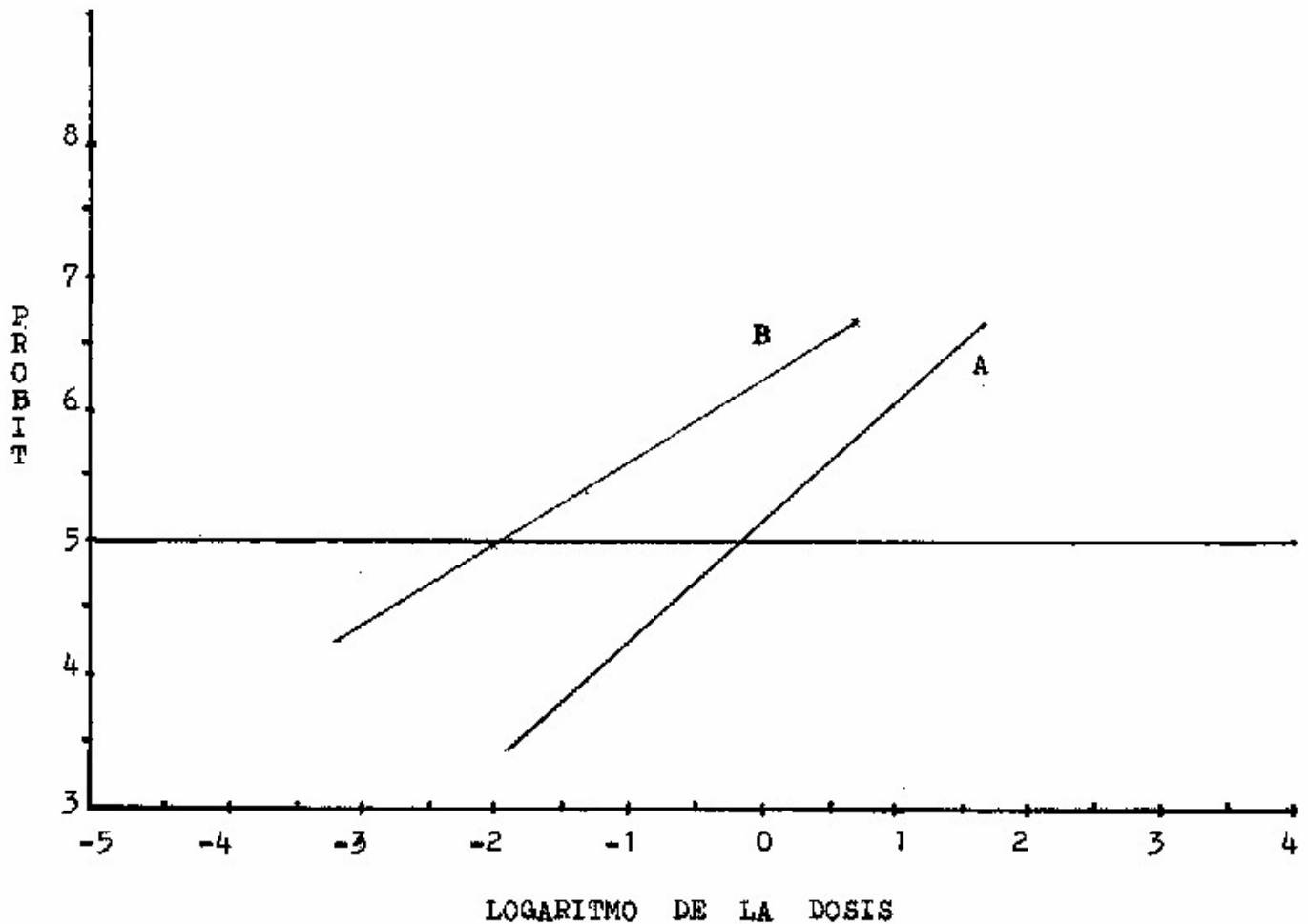
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 0.9462$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 6.8924$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 6.8924 + 0.9462X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 6.8924 + 0.9462X$   
 $X = -2.00$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -2.00 \text{ antilogaritmo} = 0.01 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 9).



A = Población de Campo (Progenitores) Modelo de regresión lineal:  $Y = 5.3903 + 0.9811X$   
 B = Población Descendiente (Susceptible) Modelo de regresión lineal:  $Y = 6.8924 + 0.9462X$

Figura 9. Efecto del ingrediente activo Tiociclám en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 20. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Diafenthiuron.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10	100	1.0000	8.00	8.00	1.00
5	90	0.6989	6.65	4.389	0.4884
1	83	0.0000	6.28	0.00	0.00
0.5	71	-0.3010	5.95	-1.6706	0.0906
0.25	63	-0.602	5.52	-3.2086	0.3624
0.1	51	-1.0000	5.36	-5.03	1.00
0.05	44	-1.3010	5.00	-6.3099	1.6926
0.01	31	-2.0000	4.77	-9.00	4.00
0.005	8	-2.3010	4.29	-8.2836	5.2946
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 1.4574$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 6.5844$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 6.5844 + 1.4574X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 6.5844 + 1.4574X$   
 $X = -1.0871$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = -1.0871 \text{ antilogaritmo} = 0.0818 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 10).

Cuadro 21. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Diafenthiuron.

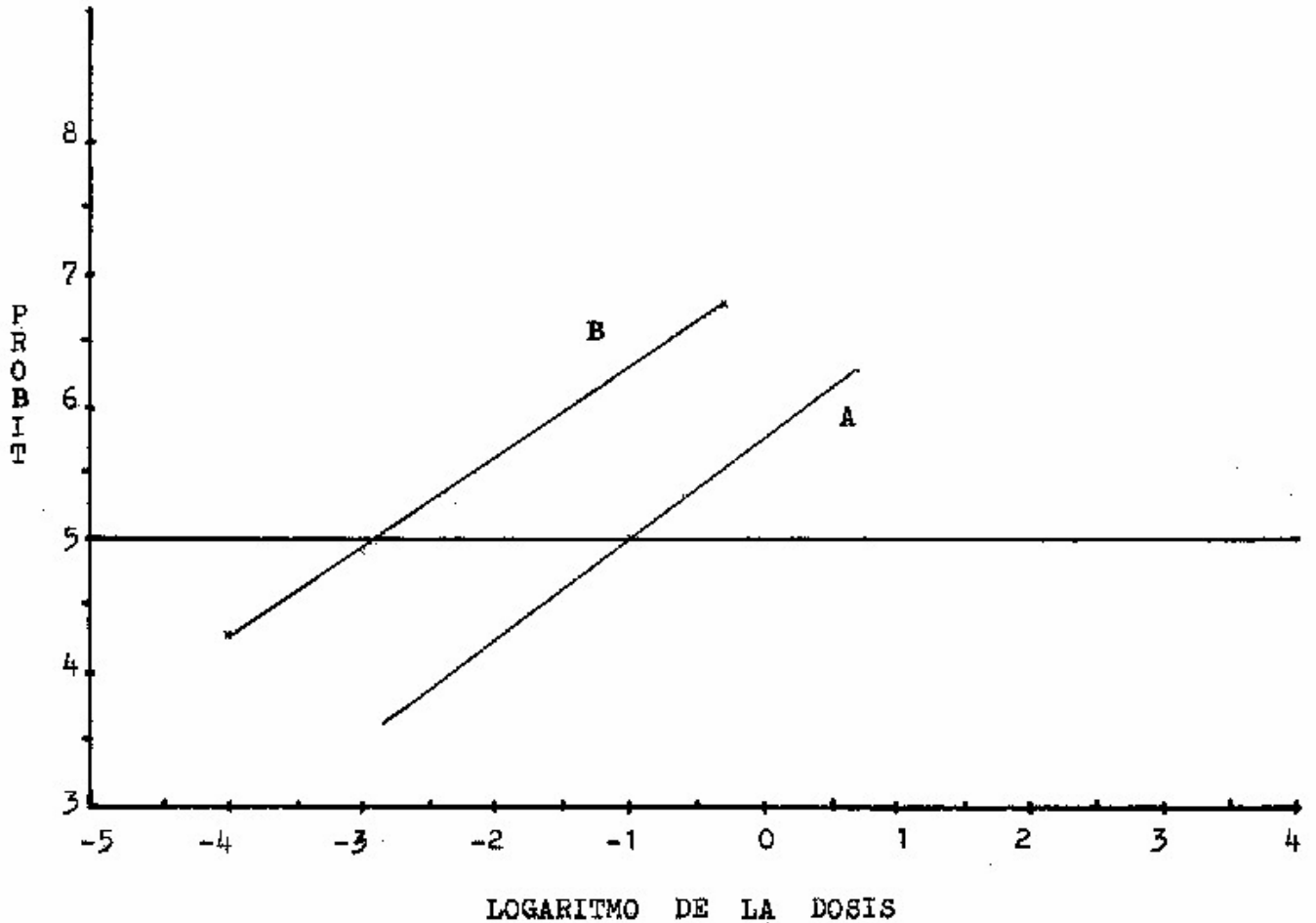
Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1	100	0.0000	8.00	0.00	0.00
0.5	96	-0.3010	6.75	-2.0317	0.0906
0.25	93	-0.6020	6.48	-3.9009	0.3624
0.1	88	-1.0000	6.18	-6.1800	1.0000
0.05	80	-1.3010	5.84	-7.5978	1.6926
0.01	74	-2.0000	5.64	-11.28	4.00
0.005	61	-2.3010	5.28	-12.1492	5.2946
0.001	46	-3.0000	4.90	-14.70	9.00
0.0001	24	-4.0000	4.29	-17.1600	16.00
0.00001	9	-5.0000	3.66	-18.30	25.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 0.7344$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 7.1344$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 7.1344 + 0.7344X$



- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  $Y = 7.1344 + 0.7344X$   
 Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :  
 $X = -2.9063$  antilogaritmo = 0.0012 ppm.
- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 10).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal :  $Y = 6.5844 + 1.4574X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal :  $Y = 7.1344 + 0.7344X$

Figura 10. Efecto del ingrediente activo Diafenthiuron en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 22. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Metamidofós.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1000	100	3.0000	8.00	24.0000	9.00
500	91	2.6989	6.34	17.1110	7.284
250	85	2.3979	6.04	14.4833	5.7499
100	73	2.0000	5.61	11.2200	4.00
50	65	1.6989	5.39	9.1570	2.8862
25	59	1.3979	5.23	7.3110	1.9541
10	46	1.0000	4.90	4.9000	1.00
5	38	0.6989	4.70	3.2848	0.4884
1	16	0.0000	4.01	0.00	0.00
0.1	0	-1.0000	0.00	0.00	1.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.5429$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 2.8785$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 2.8785 + 1.5429X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 2.8785 + 1.5429X$   
 $X = 1.3750$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$$X = 1.3750 \text{ antilogaritmo} = 23.71 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazo la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (11).

Cuadro 23. Cálculo de la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Metamidofós.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
10000	100	4.0000	8.00	32.00	16.00
1000	88	3.0000	6.18	18.54	9.00
500	84	2.6989	5.99	16.1664	7.2840
250	81	2.3979	5.88	14.0996	5.7499
100	76	2.0000	5.71	11.42	4.00
50	40	1.6989	4.75	8.0697	2.8862
25	30	1.3979	4.48	6.2625	1.9541
10	24	1.0000	4.29	4.29	1.00
1	11	0.0000	3.77	0.00	0.00
0.1	0	-1.0000	0.00	0.00	1.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$

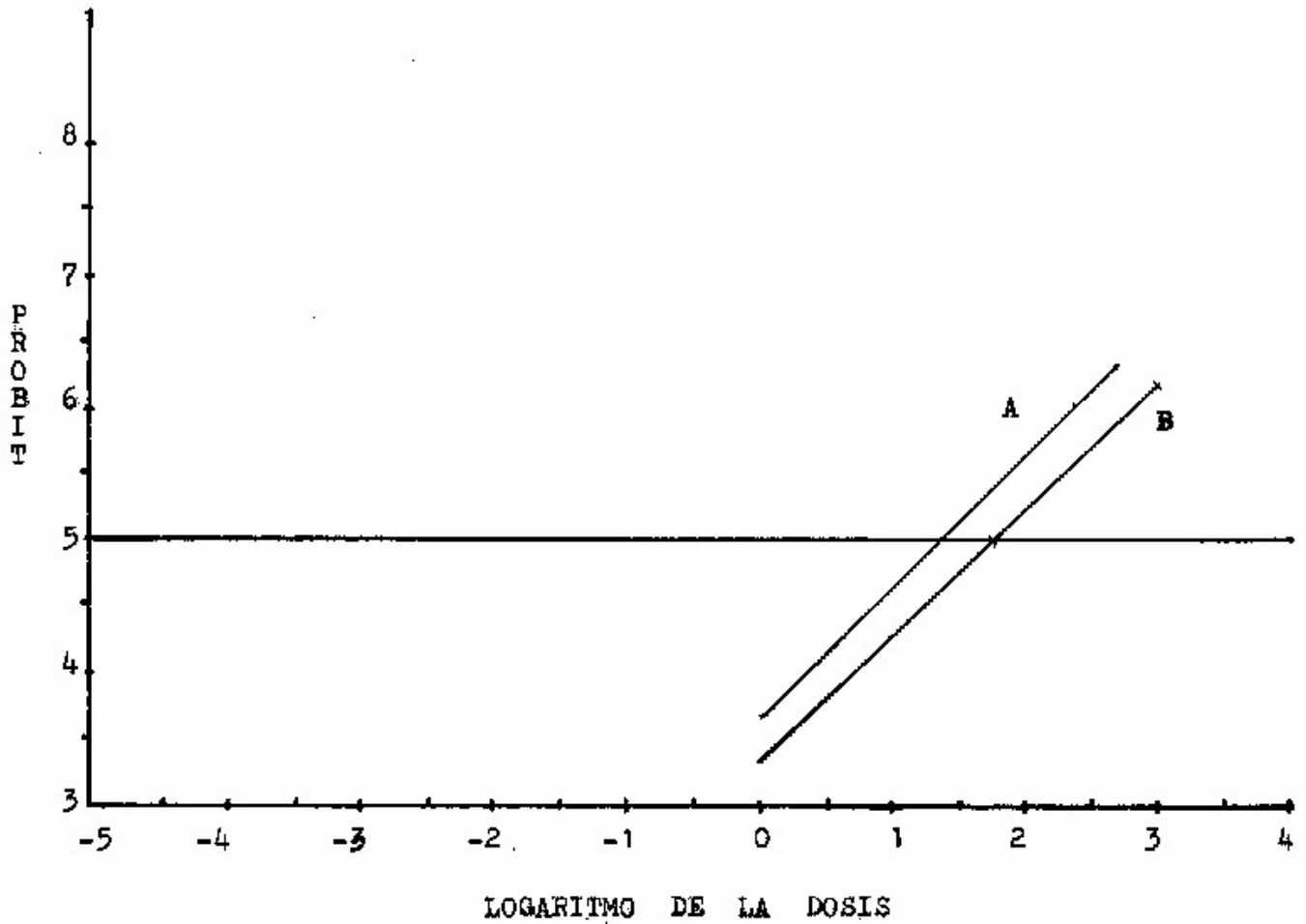
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $bi = 1.3728$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = bo + biX$  :  $bo = 2.5446$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 2.5446 + 1.3728X$

- 4) La concentración letal media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 2.5446 + 1.3728X$   
 $X = 1.7886$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = 1.7886 \text{ antilogaritmo} = 61.4610 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 11).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal:  $Y = 2.8785 + 1.5429X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal:  $Y = 2.5446 + 1.3728X$

Figura 11. Efecto del ingrediente activo Metamidofós en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Cuadro 24. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Endosulfán.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
1000	100	3.0000	8.00	24.00	9.00
500	89	2.6989	6.23	16.8141	7.2841
250	79	2.3979	5.81	13.9317	5.7499
100	71	2.0000	5.55	11.10	4.0000
50	64	1.6989	5.36	9.1061	2.8862
25	51	1.3979	5.03	7.0314	1.9541
10	48	1.0000	4.95	4.95	1.00
5	36	0.6989	4.64	3.2428	0.4884
1	28	0.0000	4.42	0.00	0.00
0.1	0	-1.0000	0.00	0.00	1.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 1.4739$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 2.9513$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 2.9513 + 1.4739X$
- 4) La concentración letal media CL<sub>50</sub> se obtuvo despejando X, utilizando el valor Y = 5 (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 2.9513 + 1.4739X$   
 $X = 1.3899$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la CL<sub>50</sub> :

$X = 1.3899$  antilogaritmo = 24.54 ppm.

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 12).

Cuadro 25. Cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para la población descendiente (susceptible) de adultos de *T. vaporariorum*, ingrediente activo Endosulfán.

Concentración (ppm)	% de mortalidad	Log. Concentración	Probit	XiYi	Xi <sup>2</sup>
X	Y	Xi	Yi		
100	100	2.0000	8.00	16.00	4.00
50	85	1.6989	6.04	10.2613	2.8862
25	74	1.3979	5.64	7.8841	1.9541
10	68	1.0000	5.47	5.47	1.00
5	59	0.6989	5.23	3.6552	0.4884
1	53	0.0000	5.08	0.00	0.00
0.5	50	-0.3010	5.00	-1.505	0.0906
0.1	38	-1.0000	4.70	-4.70	1.00
0.01	28	-2.0000	4.42	-8.84	4.00
0.001	0	-3.0000	0.00	0.00	9.00

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_1X$

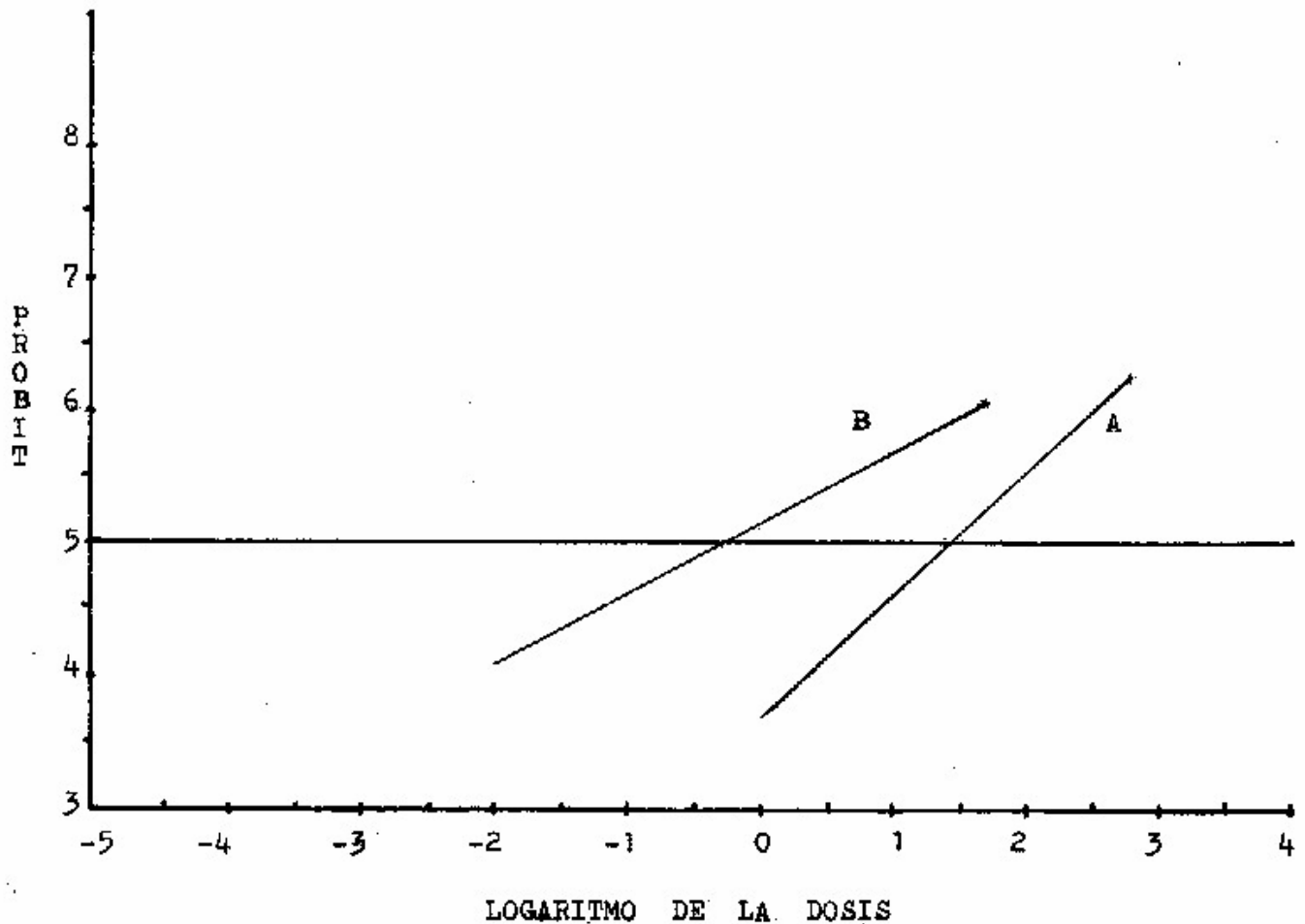
- 1) Cálculo del coeficiente de regresión (bi):  $b_1 = 1.0565$
- 2) Cálculo del intercepto (bo), sustituyendo los valores X, Y y bi en el modelo de regresión lineal  
 $Y = b_0 + b_1X$  :  $b_0 = 5.3180$
- 3) Sustitución de los valores bi y bo en el modelo de regresión lineal :  $Y = 5.3180 + 1.0565X$

- 4) La concentración Letal Media  $CL_{50}$  se obtuvo despejando X, utilizando el valor  $Y = 5$  (valor probit para el 50% de mortalidad) :  
 $Y = 5.3180 + 1.0565X$   
 $X = -0.3010$

Utilizando el antilogaritmo del valor obtenido se encontró la  $CL_{50}$  :

$$X = -0.3010 \text{ antilogaritmo} = 0.5 \text{ ppm.}$$

- 5) Utilizando el modelo de regresión lineal se trazó la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis- Mortalidad (línea L-D-P) (Figura 12).



A = Población de campo (progenitores) Modelo de regresión lineal:  $Y = 2.9513 + 1.4739X$   
 B = Población descendiente (susceptible) Modelo de regresión lineal:  $Y = 5.3180 + 1.0565X$

Figura 12. Efecto del ingrediente activo Endosulfán en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método estadístico.

Se obtuvieron los valores de  $CL_{50}$  bajo condiciones de laboratorio para determinar la susceptibilidad a 10 ingredientes activos en la población de campo (progenitores) y su población descendiente (susceptible), además el valor de la respuesta relativa media ( $RR_{50}$ ); en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood) en Bárcena, Villa Nueva.

Para el ingrediente activo Thiametoxám, el valor de  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 0.0089 ppm, y para la población descendiente 0.0095 ppm, existió poca diferencia entre los valores de ambas  $CL_{50}$ , por lo que las dos poblaciones son susceptibles al ingrediente activo, obteniéndose un valor de  $RR_{50}$  pequeño 0.93X .

En la figura 3, se observa que las dos Líneas de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad se cruzaron cerca del valor correspondiente a 5.15 de la escala Probit, esto indica que la concentración para obtener una mortalidad del 56% es igual en las dos poblaciones. La población descendiente presentó más homogeneidad en su respuesta al Thiametoxám que la población de campo.

Los valores de los dos coeficientes de regresión (pendiente) no fueron muy distantes entre sí. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo (0.0089 ppm), para Thiametoxám fue el valor  $CL_{50}$  más pequeño en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo más tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la menor concentración bajo condiciones de laboratorio, nótese que el valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue menor que el obtenido en la población descendiente; por lo que este valor (0.0089 ppm) se propone que sea considerado como línea base para futuros estudios toxicológicos con Thiametoxám en adultos de *T. vaporariorum*, le siguieron en orden decreciente de mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población de campo; Deltametrina (0.019 ppm), Diafenthiuron (0.08 ppm), Imidacloprid (0.09 ppm), Acetamiprid (0.18 ppm), Fenpropatrín (0.23 ppm), Tiociclam (0.4 ppm).

Para el ingrediente activo Endosulfán el valor de la  $CL_{50}$  de la población de campo fue de 24.54 ppm y el de la población descendiente 0.5 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo es 49 veces el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ). La población de campo fue resistente a la acción del ingrediente activo Endosulfán. La línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad de la población de campo tiene una mayor inclinación que la población descendiente, como se observó en la figura 12, esto fue confirmado con el valor del coeficiente de regresión (pendiente) de la población de campo (1.47) por lo que su respuesta a dicho ingrediente activo se consideró homogénea.

El valor  $CL_{50}$  de la población de campo (24.54 ppm); para Endosulfán fue el valor  $CL_{50}$  más alto en dicha población: por consiguiente fue el ingrediente activo menos tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la mayor concentración bajo condiciones de laboratorio. Le siguen en orden decreciente de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población de campo; Metamidofós (23.71 ppm), Cipermetrina (2.24 ppm).

En la población de campo, para los ingredientes activos Cipermetrina y Metamidofós los valores de  $CL_{50}$  son menores que los obtenidos en la población descendiente, por lo tanto estos valores se proponen que sean considerados como línea base para futuros estudios toxicológicos con Cipermetrina, y Metamidofós en adultos de *T. vaporariorum* (Cuadro 26).

Para el ingrediente activo Deltametrina el valor de la  $CL_{50}$  de la población de campo fue de 0.019 ppm y el de la población descendiente 0.00094 ppm. El valor de la  $CL_{50}$  de la población de campo es 20.2 veces el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ). Los valores  $CL_{50}$  para ambas poblaciones indican susceptibilidad para Deltametrina. La respuesta más homogénea a Deltametrina se obtuvo en la población descendiente, la cual tiene un coeficiente de regresión (pendiente) de 1.14 (figura 7).

El valor  $CL_{50}$  para Deltametrina 0.00094 ppm en la población descendiente fue el valor  $CL_{50}$  más pequeño en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo más tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la menor concentración, bajo condiciones de laboratorio. Le sigue en orden decreciente de mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población descendiente; Diafenthiuron (0.0012 ppm), Imidacloprid (0.005 ppm), Thiametoxám (0.0095 ppm) Tiociclam (0.01 ppm), Fenpropatrín (0.01 ppm), Acetamiprid (0.07 ppm).

Para el ingrediente activo Cipermetrina el valor de  $CL_{50}$  de la población de campo fue de 2.24 ppm y en la población descendiente 78.75 ppm. Los valores  $CL_{50}$  para ambas poblaciones indican resistencia para Cipermetrina, los valores de los coeficientes de regresión (pendiente) son similares en ambas poblaciones (Cuadro 26). Existe una inclinación un poco más pronunciada en la Línea de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad de la población descendiente (figura 6), las dos líneas de Respuesta Logaritmo Dosis – Mortalidad están desplazadas hacia la derecha, esto indica que los valores de la  $CL_{50}$  de ambas poblaciones son altos. El valor  $CL_{50}$  para Cipermetrina 78.75 ppm en la población descendiente fue el valor  $CL_{50}$  más alto en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo menos tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la mayor concentración, bajo condiciones de laboratorio, le sigue en orden decreciente de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población descendiente, Metamidofós (61.46 ppm), Endosulfán (0.5 ppm).

Al interpretar por grupos químicos, en la población de campo, los Nicotinoides (Thiametoxám), mostraron la mayor toxicidad, a nivel  $CL_{50}$  seguido en orden decreciente; de Piretroides (Deltametrina), Tioureas (Diafenthiuron), Nicotinoides (Imidacloprid, y Acetamiprid), Piretroides (Fenpropatrín), Nereistoxinas (Tiociclam), de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  fueron; Organoclorados (Endosulfán), Fosforados alifáticos (Metamidofós), Piretroides (Cipermetrina). En la población descendiente los Piretroides representados por la Deltametrina mostraron la mayor toxicidad, a nivel de  $CL_{50}$ , seguido por las Tioureas (Diafenthiuron), Nicotinoides (Imidacloprid, Thiametoxám), Nereistoxinas (Tiociclam), Piretroides (Fenpropatrín), Nicotinoides (Acetamiprid); de menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  fueron: Piretroides (Cipermetrina), Fosforados alifáticos (Metamidofós), Organoclorados (Endosulfán) (Cuadro 26).

Cuadro 26. Susceptibilidad de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos en Bárcena Villa Nueva. Método Estadístico.

Insecticida	Población de Campo					Población Descendiente					
	Coefficiente de regresión (bi)	Intercepto (bo)	Modelo de regresión lineal	R <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (ppm)	Intercepto (bo)	Coefficiente de regresión (bi)	Modelo de regresión lineal	R <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (ppm)	RR <sub>50</sub>
Thiametoxám	1.1830	7.4251	Y = 7.4251 + 1.1830X	0.86	0.0089	7.5958	1.2837	Y = 7.5958 + 1.2837X	0.92	0.0095	0.93X
Deltametrina	1.1413	6.9489	Y = 6.9489 + 1.1413X	0.80	0.019	9.6576	1.5388	Y = 9.6576 + 1.5388X	0.83	0.00094	20.2X
Diafenthuron	1.4574	6.5844	Y = 6.5844 + 1.4574X	0.82	0.08	7.1344	0.7344	Y = 7.1344 + 0.7344X	0.93	0.0012	66.7X
Imidacloprid	1.1.1246	6.1473	Y = 6.1473 + 1.1246X	0.81	0.09	8.1339	1.3777	Y = 8.1339 + 1.3777X	0.89	0.005	18X
Acetamiprid	1.0574	5.7650	Y = 5.7650 + 1.0574X	0.76	0.18	7.0347	1.8032	Y = 7.0347 + 1.8032X	1.15	0.07	2.5X
Fenpropatrín	1.5177	5.9610	Y = 5.9610 + 1.5177X	0.86	0.23	7.9756	1.4878	Y = 7.9756 + 1.4878X	0.83	0.01	23X
Tiociclam	0.9811	5.3903	Y = 5.3903 + 0.9811X	0.88	0.4	6.8924	0.9462	Y = 6.8924 + 0.9462X	0.81	0.01	40X
Cipermetrina	1.4825	4.4791	Y = 4.4791 + 1.4825X	0.83	2.24	2.1661	1.4944	Y = 2.1661 + 1.4944X	0.85	78.75	0.02X
Metamidofós	1.5429	2.8785	Y=2.8785 + 1.5429X	0.87	23.71	2.5446	1.3728	Y = 2.5446 + 1.3728X	0.91	61.46	0.38X
Endosulfán	1.4739	2.9513	Y=2.9513 + 1.4739X	0.82	24.54	5.3180	1.0565	Y = 5.3180 + 1.0565X	0.75	0.5	49X

Modelo de regresión lineal :  $Y = bo + biX$        $R^2 =$  Coeficiente de determinación

bo = Intercepto (ordenada)

CL<sub>50</sub> = Concentración letal media; expresada en partes por millón (ppm)

bi = Coeficiente de regresión (pendiente)

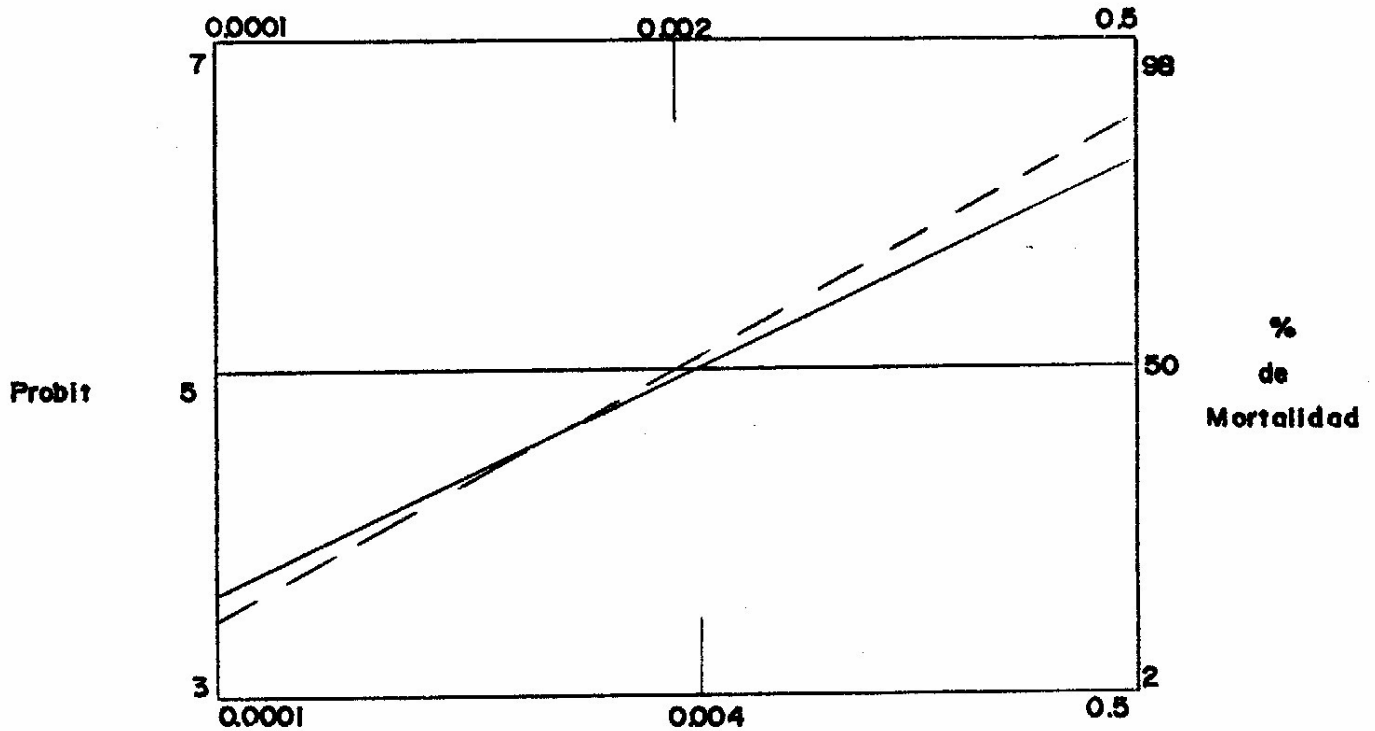
RR<sub>50</sub> = Respuesta relativa a nivel CL<sub>50</sub> :  $\frac{CL_{50} \text{ Población de campo (progenitores)}}{CL_{50} \text{ Población descendiente (susceptible)}}$

CL<sub>50</sub> Población descendiente (susceptible)



#### 8.4 DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) POR METODO DEL PAPEL PROBIT.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



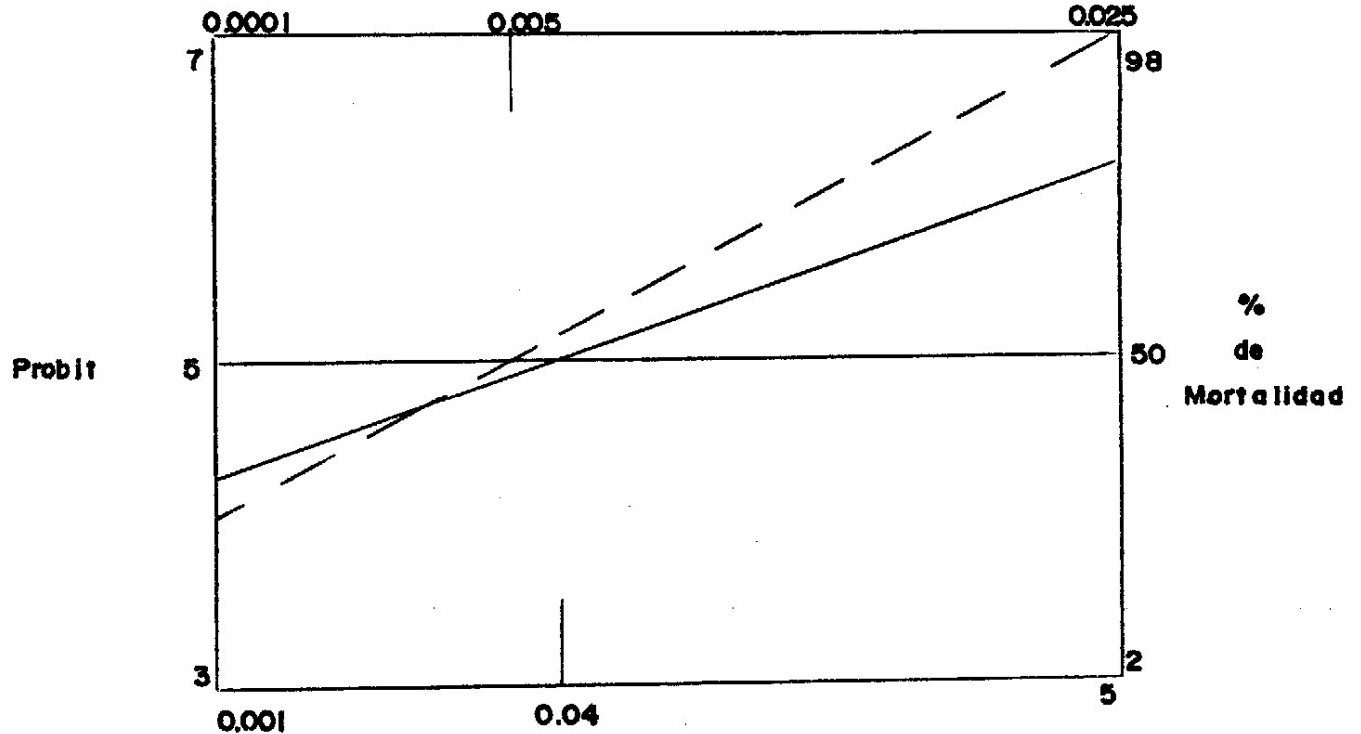
Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

Figura 13. Efecto del ingrediente activo Thiametoxám en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 13, el valor CL<sub>50</sub> para la población de campo fue de 0.004 ppm y para la población descendiente fue 0.002 ppm. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo fue 2 veces el valor de la CL<sub>50</sub> de la población descendiente (valor RR<sub>50</sub>), la población de campo fue menos susceptible a la acción del Thiametoxám, se observó el aumento aunque mínimo de la concentración del ingrediente activo, para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo en comparación con la población descendiente. La concentración del ingrediente activo aumenta a medida que la recta se desplazó a la derecha. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo (0.004 ppm), para Thiametoxám fue el valor CL<sub>50</sub> más pequeño en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo más tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la menor concentración bajo condiciones de laboratorio.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

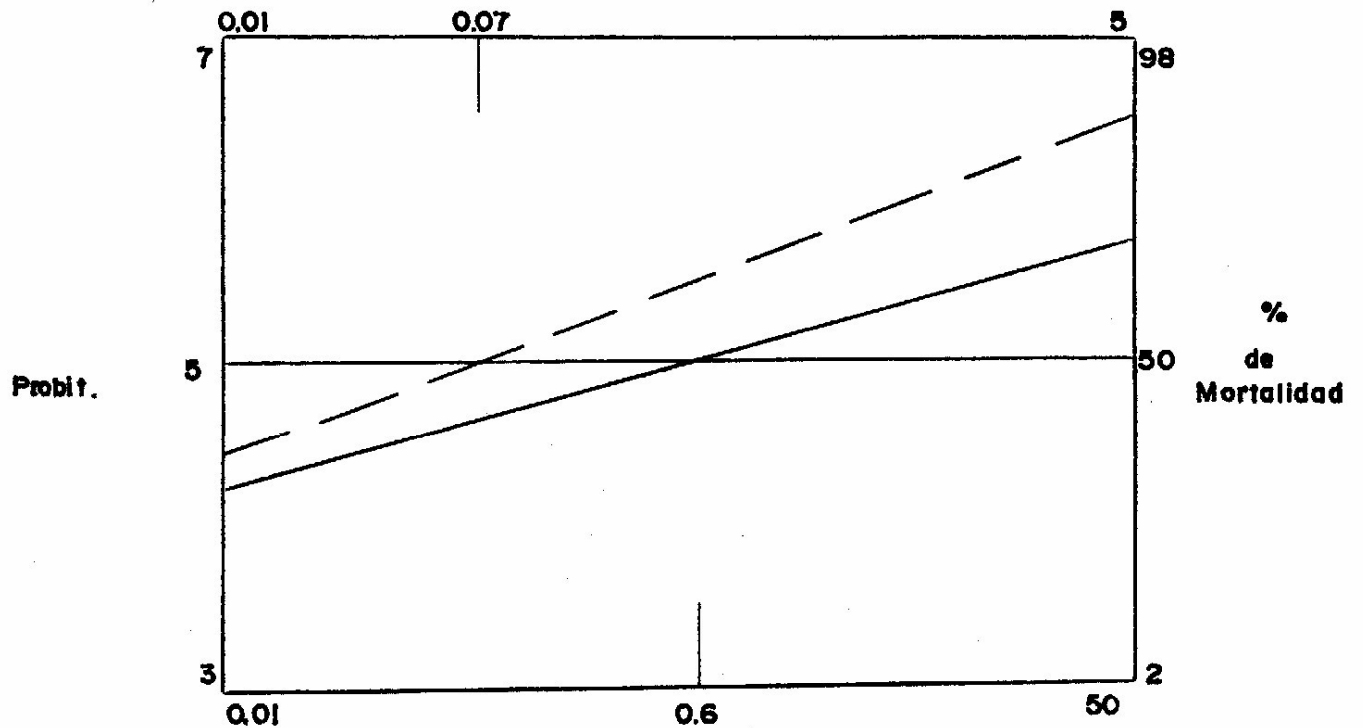
Figura 14. Efecto del ingrediente activo Imidacloprid en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 14, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 0.04 ppm y para la población descendiente 0.005 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue 8 veces el valor de la  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ), la población de campo fue menos susceptible a la acción del Imidacloprid.

Se observó el aumento de la concentración del ingrediente activo, para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo en comparación con la población descendiente.

La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 - - - - población descendiente (susceptible)

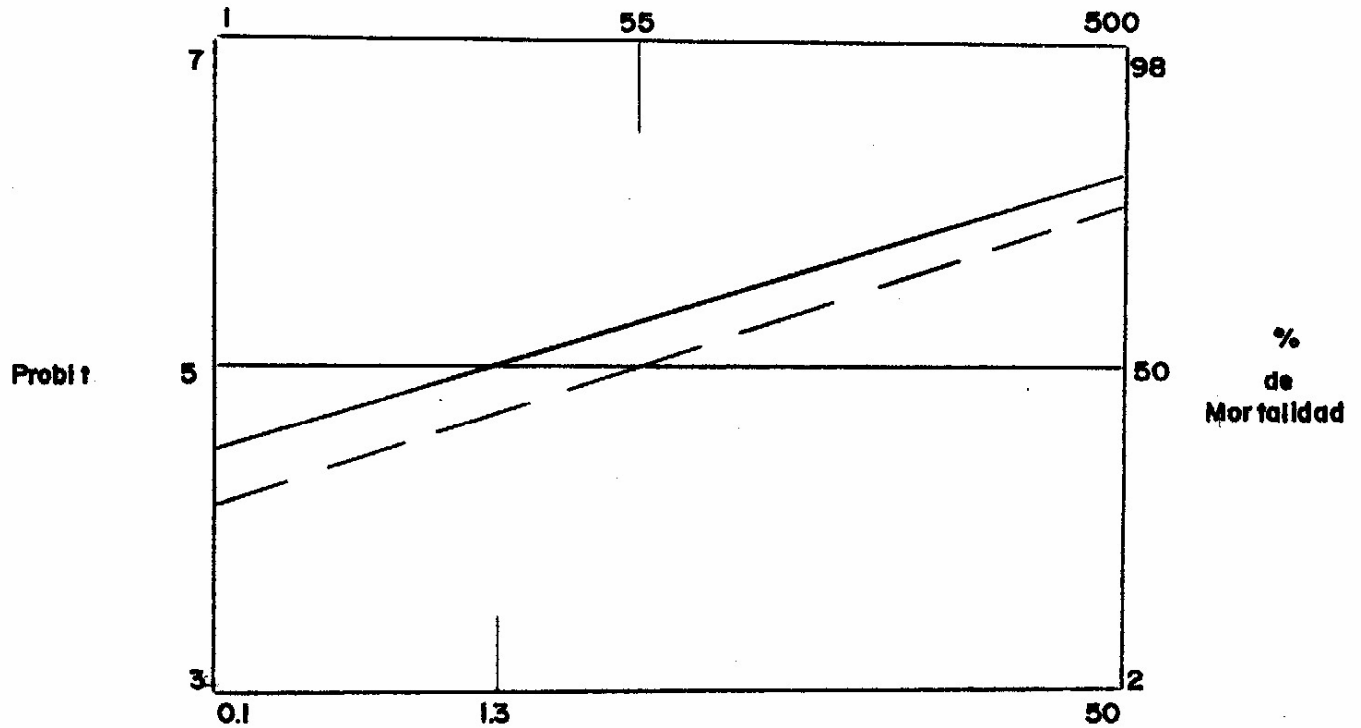
Figura 15. Efecto del ingrediente activo Acetamiprid en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 15, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 0.6 ppm y para la población descendiente 0.07 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo es 8.5 veces el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ).

La población de campo fue menos susceptible al Acetamiprid. El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo es evidente en comparación con la población descendiente.

La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha; en este caso la  $CL_{50}$  de la población de campo está desplazada más a la derecha que la  $CL_{50}$  de la población descendiente.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

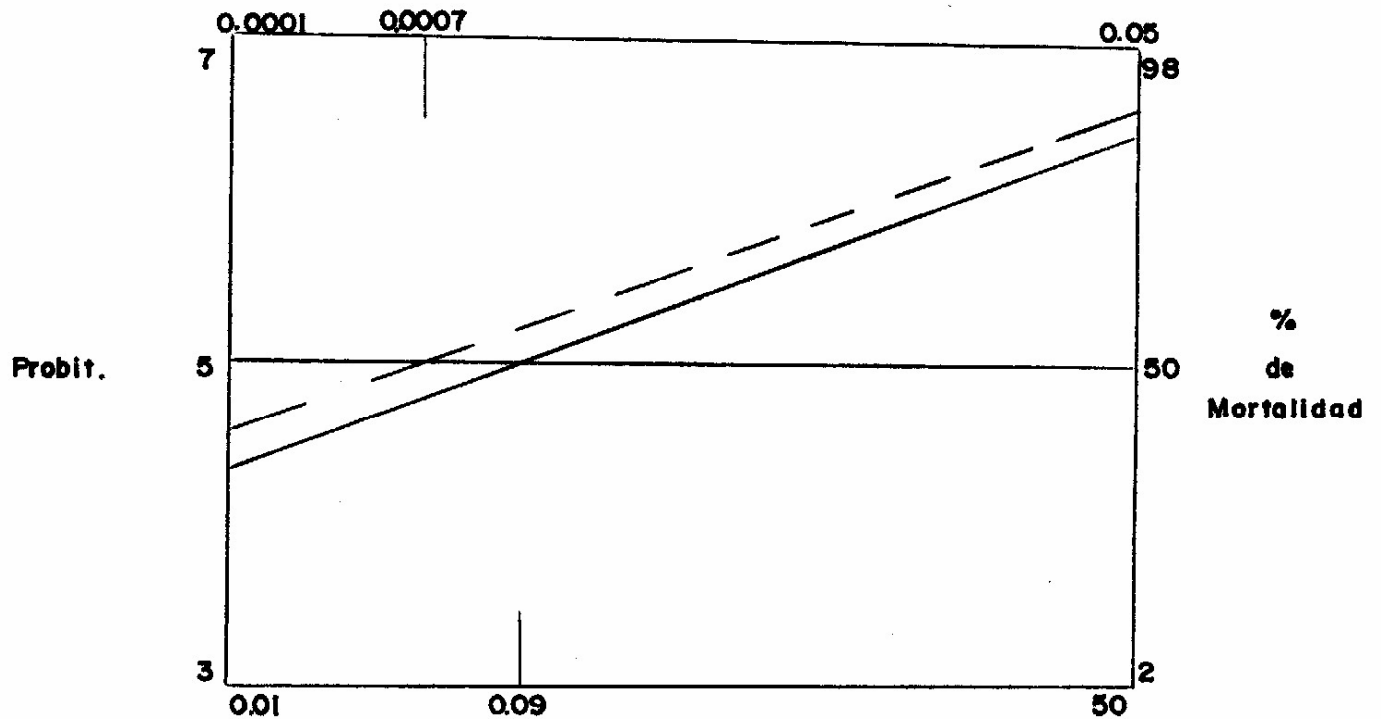
—— población de campo (progenitores)  
 - - - - población descendiente (susceptible)

Figura 16. Efecto del ingrediente activo Cipermetrina en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 16, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 1.3 ppm y para la población descendiente 55 ppm. Aquí el valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue menor que el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente, la población de campo fue susceptible al ingrediente activo Cipermetrina. El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población descendiente, es evidente en comparación con la población de campo. La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha, la recta de la población descendiente está desplazada más a la derecha que la recta de la población de campo.

Nótese que el valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue menor que el obtenido en la población descendiente; por lo tanto este valor (1.3 ppm) se propone que sea considerado como línea base para futuros estudios toxicológicos con Cipermetrina en adultos de *T. vaporariorum*.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

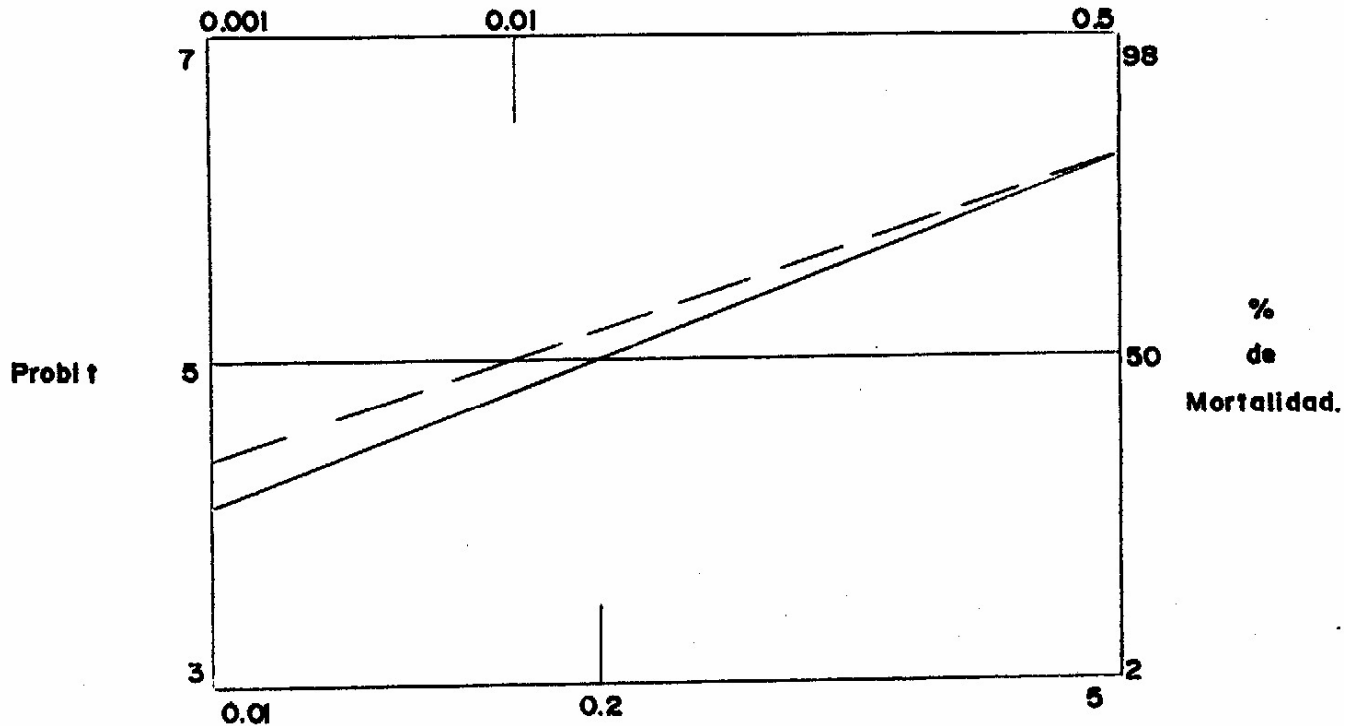
—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

Figura 17. Efecto del ingrediente activo Deltametrina en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 17, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 0.09 ppm y para la población descendiente 0.0007 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue 128.5 veces el valor de la  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ); este valor muy grande de la  $RR_{50}$  es el resultado de valores  $CL_{50}$  muy pequeños en ambas poblaciones. La población de campo fue resistente al ingrediente activo Deltametrina. El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo, fue evidente en comparación con la población descendiente.

La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha. El valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (0.0007 ppm), para Deltametrina fue el valor  $CL_{50}$  más pequeño en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo más tóxico ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la menor concentración, bajo condiciones de laboratorio.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 - - - - población descendiente (susceptible)

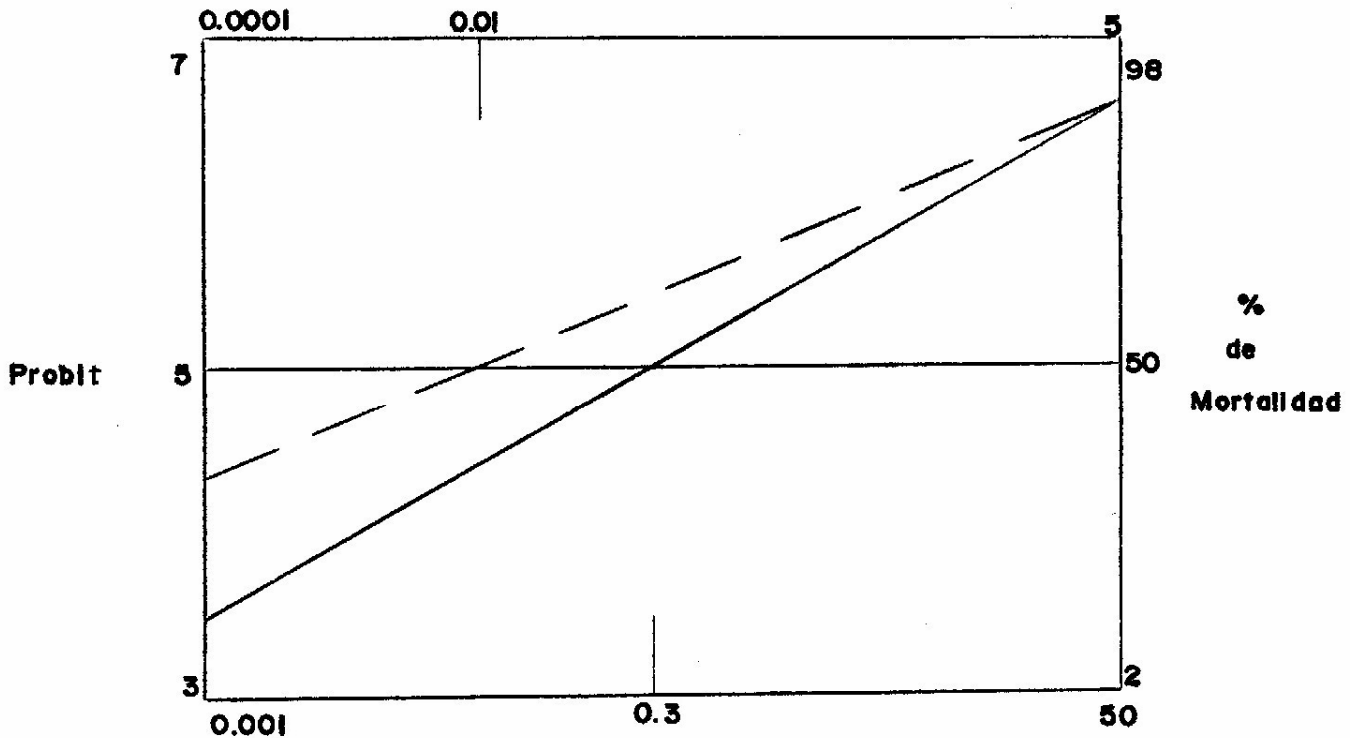
Figura 18. Efecto del ingrediente activo Fenprotrín en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 18, el valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue de 0.2 ppm y para la población descendiente fue de 0.01 ppm. El valor de la  $CL_{50}$  de la población de campo fue 20 veces el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ), la población de campo fue menos susceptible al ingrediente activo Fenprotrín.

El aumento de la concentración del ingrediente activo, para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo fue evidente en comparación con la población descendiente.

La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

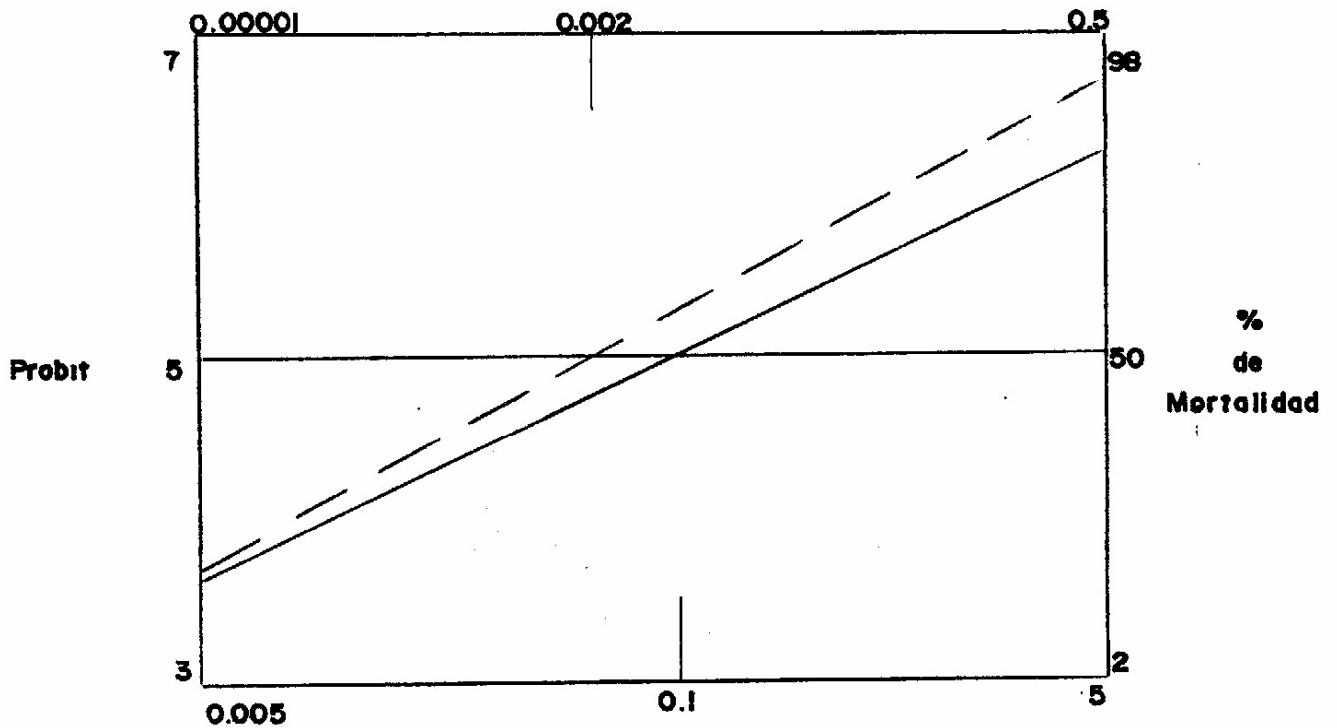
Figura 19. Efecto del ingrediente activo Tiociclam en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 19, el valor CL<sub>50</sub> para la población de campo fue de 0.3 ppm y para la población descendiente fue de 0.01 ppm. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo es 30 veces el valor CL<sub>50</sub> de la población descendiente (valor RR<sub>50</sub>), tomando en cuenta que ambos valores de CL<sub>50</sub> son pequeños, la población de campo fue menos susceptible al ingrediente activo Tiociclam.

El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo, fue evidente en comparación con la población descendiente.

La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha, la recta de la población de campo esta desplazada más a la derecha que la recta de la población descendiente por lo tanto su valor CL<sub>50</sub> fue él más alto (0.3 ppm).

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

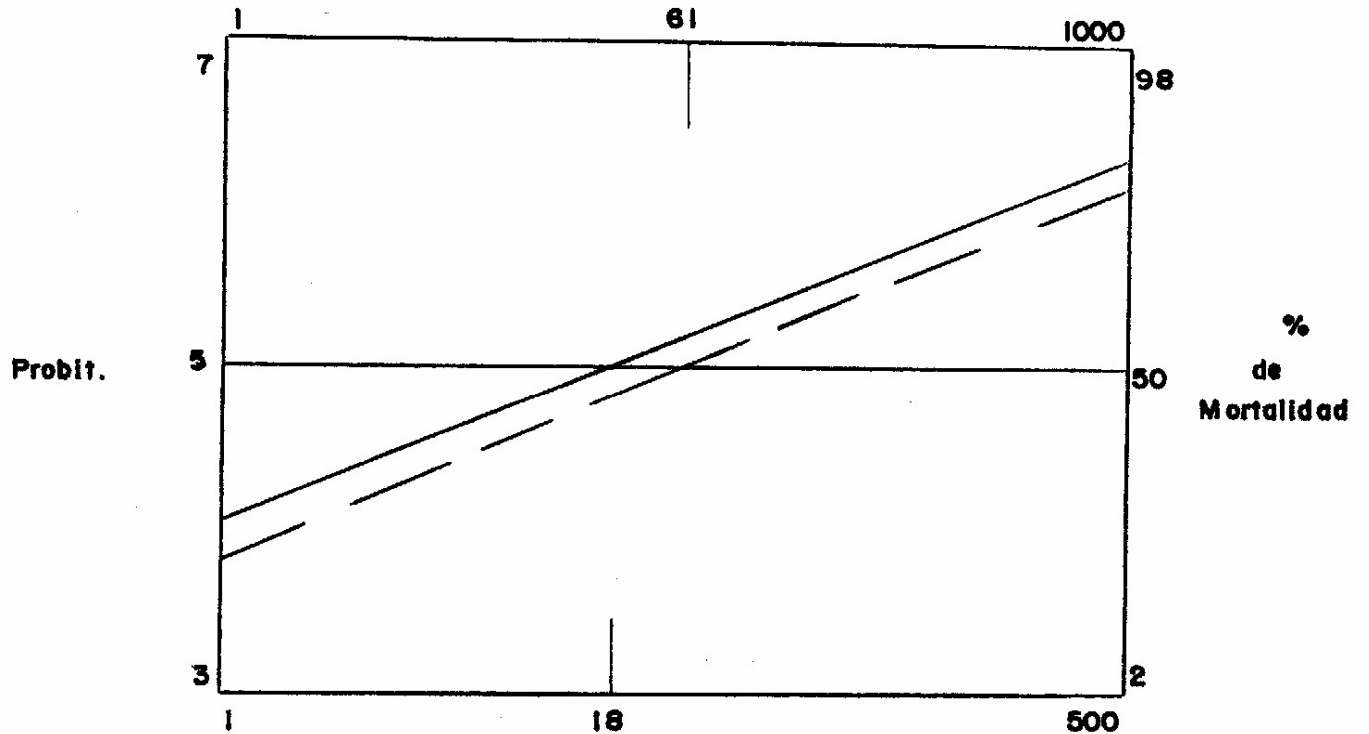
Figura 20. Efecto del ingrediente activo Diafenthiuron en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 20, el valor CL<sub>50</sub> de la población de campo fue de 0.1 ppm y para la población descendiente fue de 0.002 ppm. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo es 50 veces el valor de la CL<sub>50</sub> de la población descendiente (valor RR<sub>50</sub>), tomando en cuenta que estos valores de CL<sub>50</sub> en ambas poblaciones son pequeños, la población de campo fue resistente al Diafenthiuron.

El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población de campo fue evidente en comparación con la población descendiente. La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha.



Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



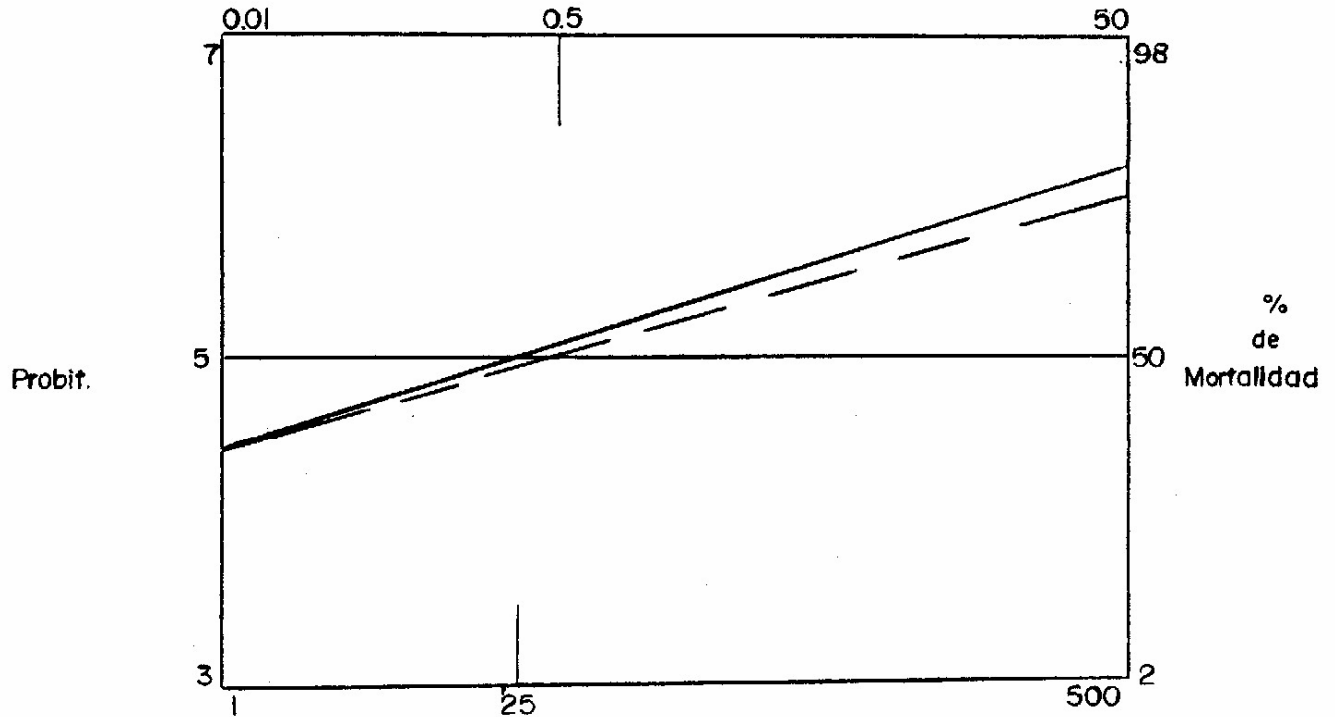
Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 - - - - población descendiente (susceptible)

Figura 21. Efecto del ingrediente activo Metamidofós en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 21, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 18 ppm, y para la población descendiente fue de 61 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue menor que el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente, tomando en cuenta que estos valores de  $CL_{50}$  en ambas poblaciones son altos, la población de campo fue menos resistente al ingrediente activo Metamidofós. El aumento de la concentración del ingrediente activo para lograr el 50% de mortalidad en la población de descendiente, fue evidente en comparación con la población de campo. La concentración del ingrediente activo aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha, la recta de la población descendiente está desplazada más a la derecha, que la recta de la población de campo. El valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (61 ppm) para Metamidofós fue el valor  $CL_{50}$  más alto en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo menos tóxico ya que alcanza el 50% de mortalidad con la mayor concentración. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue menor que el obtenido en la población descendiente; por lo tanto este valor (18 ppm) se propone que sea considerado como línea base para futuros estudios toxicológicos con Metamidofós.

Concentración en ppm para la población descendiente (susceptible)



Concentración en ppm para la población de campo (progenitores)

—— población de campo (progenitores)  
 ----- población descendiente (susceptible)

Figura 22. Efecto del ingrediente activo Endosulfán en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) en la población de campo y su población descendiente. Método del papel probit.

En la figura 22, el valor  $CL_{50}$  para la población de campo fue de 25 ppm y para la población descendiente fue de 0.5 ppm. El valor  $CL_{50}$  de la población de campo fue 50 veces el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (valor  $RR_{50}$ ), la población de campo fue resistente al ingrediente activo Endosulfán.

La concentración del ingrediente activo para lograr el 50% mortalidad en la población descendiente aumentó a medida que la recta se desplazó a la derecha.

El valor  $CL_{50}$  de la población de campo (25 ppm), para Endosulfán fue el valor  $CL_{50}$  más alto en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo menos tóxico, ya que alcanzó el 50% de mortalidad con la mayor concentración bajo condiciones de laboratorio.

Al interpretar por grupos químicos; en la población de campo (progenitores); los Nicotinoides (Thiametoxám), mostraron la mayor toxicidad a nivel CL<sub>50</sub>, seguidos en orden decreciente, Nicotinoides (Imidacloprid), Piretroides (Deltametrina), Tioureas (Diafenthiuron), Piretroides (Fenpropatrín), Nereistoxinas (Tiociclam), Nicotinoides (Acetamiprid), de menor toxicidad a nivel CL<sub>50</sub> fueron; Organoclorados (Endosulfán), Fosforados alifáticos (Metamidofós), Piretroides (Cipermetrina).

En la población descendiente (susceptible) los Piretroides (representados por Deltametrina) mostraron la mayor toxicidad a nivel CL<sub>50</sub>, seguidos por Nicotinoides, Tioureas (Thiametoxám, Diafenthiuron), Nicotinoides (Imidacloprid), Piretroides, Nereistoxinas (Fenpropatrín, Tiociclam), Nicotinoides (Acetamiprid), de menor toxicidad a nivel CL<sub>50</sub> fueron; Fosforados alifáticos (Metamidofós), Piretroides (Cipermetrina), Organoclorados (Endosulfán) (Cuadro 27).

Cuadro 27. Susceptibilidad de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos, en Bárcena, Villa Nueva. Método del Papel Probit.

Insecticida	Población de Campo CL <sub>50</sub> (ppm)	Población Descendiente CL <sub>50</sub> (ppm)	RR <sub>50</sub>
Deltametrina	0.09	0.0007	128.5X
Diafenthiuron	0.1	0.002	50X
Endosulfán	25	0.5	50X
Tiociclam	0.3	0.01	30X
Fenpropatrín	0.2	0.01	20X
Acetamiprid	0.6	0.07	8.5X
Imidacloprid	0.04	0.005	8X
Thiametoxam	0.004	0.002	2X
Metamidofós	18	61	0.3X
Cipermetrina	1.3	55	0.02X

CL<sub>50</sub> = Concentración letal media; expresada en partes por millón (ppm).

RR<sub>50</sub> = Respuesta relativa a nivel CL<sub>50</sub> : 
$$\frac{\text{CL}_{50} \text{ Población de campo (progenitores)}}{\text{CL}_{50} \text{ Población descendiente (susceptible)}}$$

## 8.5 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL<sub>50</sub>) POR PROGRAMA DE COMPUTADORA “BASIC” DE ANÁLISIS LOG – PROBIT.

Se obtuvieron los valores de CL<sub>50</sub> bajo condiciones de laboratorio para determinar la susceptibilidad a 10 ingredientes activos en la población de campo (progenitores) y su población descendiente (susceptible), además el valor de la Respuesta relativa media (RR<sub>50</sub>), en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.), en Bárcena, Villa Nueva.

Para el insecticida Thiametoxám el valor RR<sub>50</sub> fue de 1.5X indicando valores semejantes entre los valores CL<sub>50</sub> de ambas poblaciones, la población descendiente (susceptible) posee una marcada susceptibilidad al Thiametoxám con una CL<sub>50</sub> 0.062 ppm comparada con la población de campo (progenitores) con una CL<sub>50</sub> 0.096 ppm, la cual necesitó 1.5 veces el valor de la CL<sub>50</sub> de la población descendiente para eliminar el 50% de su población. Los límites de confianza se traslapan se considera a las dos poblaciones igualmente susceptibles.

El coeficiente de regresión, del modelo de regresión lineal para la población de campo presentó la respuesta más heterogénea al tóxico. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo (0.096 ppm) para Thiametoxám fue el valor CL<sub>50</sub> más pequeño en dicha población (Cuadro 28), por consiguiente fue el ingrediente activo más tóxico ya que alcanza el 50% de mortalidad con la menor concentración bajo condiciones de laboratorio, le siguen en orden decreciente de mayor toxicidad a nivel de CL<sub>50</sub> en la población de campo; Deltametrina (0.18 ppm), Tiociclám (0.19 ppm), Imidacloprid (0.30 ppm), Diafenthiuron (0.69 ppm), Acetamiprid (0.85 ppm), Fenpropatrín (0.98 ppm).

Para el insecticida Metamidofós el valor RR<sub>50</sub> fue 0.3X indicando diferencias entre los valores de CL<sub>50</sub> de las dos poblaciones, los dos valores de CL<sub>50</sub> son valores altos, el valor de CL<sub>50</sub> de la población de campo (14.91 ppm) es más bajo que el valor CL<sub>50</sub> de la población descendiente (46.16 ppm), por lo tanto se propone el valor CL<sub>50</sub> de la población de campo como línea base, para futuros estudios toxicológicos con Metamidofós en adultos de *T. vaporariorum*.

Los límites de confianza de ambas poblaciones no se traslapan, las dos poblaciones presentan diferente susceptibilidad. El coeficiente de regresión del modelo de regresión lineal para la población de campo presentó la respuesta más heterogénea. El valor CL<sub>50</sub> de la población de campo (14.91 ppm), para Metamidofós fue el valor CL<sub>50</sub> más alto en dicha población, por consiguiente fue el ingrediente activo menos tóxico en la población de campo, ya que alcanza el 50% de mortalidad con la mayor concentración bajo condiciones de laboratorio, le siguen en orden decreciente de menor toxicidad a nivel de CL<sub>50</sub> en la población de campo; Endosulfán (14.82 ppm), Cipermetrina (6.83 ppm).

Para el insecticida Deltametrina el valor RR<sub>50</sub> fue de 367.3X este valor es el más alto en comparación con los demás valores RR<sub>50</sub>, expresando diferencias entre los valores CL<sub>50</sub> de ambas poblaciones, en este caso el valor de la CL<sub>50</sub> de la población descendiente (susceptible) es muy bajo 0.00049 ppm expresando una alta susceptibilidad por parte de los adultos de mosca blanca de esta población a Deltametrina, el valor de CL<sub>50</sub> de la población de campo (progenitores) es un valor pequeño 0.18 ppm pero al compararse con el valor de CL<sub>50</sub> de la población descendiente expresan como resultado un valor alto de RR<sub>50</sub> (Cuadro 28).

Los límites de confianza de las dos poblaciones no se traslapan, los cuales muestran una ligera separación entre ambos lo que indicó que ambas poblaciones presentaron diferente

susceptibilidad a Deltametrina. Al analizar los coeficientes de regresión la respuesta más heterogénea al toxico la presentó la población de campo.

El valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (0.00049 ppm) para Deltametrina fue el valor  $CL_{50}$  más pequeño en dicha población, por consiguiente fue el ingrediente activo más toxico ya que alcanza el 50% mortalidad con la menor concentración bajo condiciones de laboratorio. Le siguen en orden decreciente de mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población descendiente; Imidacloprid (0.029 ppm), Thiametoxam (0.062 ppm), Diafenthiuron (0.065 ppm), Fenpropatrín (0.075 ppm), Tiociclam (0.11 ppm), Acetamiprid (0.28 ppm), Endosulfán (0.46 ppm).

Para el ingrediente activo Cipermetrina el valor  $RR_{50}$  fue de 0.11X indicando diferencias entre los valores de  $CL_{50}$  de ambas poblaciones, los dos valores de  $CL_{50}$  son valores altos, el valor  $CL_{50}$  de la población de campo 6.83 ppm, es más bajo que el valor  $CL_{50}$  de la población descendiente 57.39 ppm; por lo tanto se propone el valor  $CL_{50}$  de la población de campo como línea base para futuros estudios toxicológicos con Cipermetrina en adultos de *T. vaporariorum*.

Los limites de confianza de ambas poblaciones no se traslapan; las dos poblaciones presentan diferente susceptibilidad. El coeficiente de regresión del modelo de regresión lineal para la población de campo presentó la respuesta más heterogénea al toxico. El valor  $CL_{50}$  de la población descendiente (57.39 ppm) fue el valor  $CL_{50}$  más alto en dicha población; por consiguiente fue el ingrediente activo menos toxico en la población descendiente, ya que alcanza el 50% de mortalidad con la mayor concentración bajo condiciones de laboratorio, le siguen en orden decreciente de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$  en la población descendiente; Metamidofós (46.16 ppm).

Al interpretar por grupos químicos; en la población de campo (progenitores); los Nicotinoides (Thiametoxam) mostraron la mayor toxicidad a nivel  $CL_{50}$ , seguido en orden decreciente, de Piretroides (Deltametrina), Nereistoxinas (Tiociclam), Nicotinoides (Imidacloprid), Tioureas (Diafenthiuron), Nicotinoides (Acetamiprid), Piretroides (Fenpropatrín), de menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  fueron; Fosforados alifáticos (Metamidofós), Organoclorados (Endosulfán), Piretroides (Cipermetrina).

En la población descendiente (susceptible); los Piretroides (Deltametrina) mostraron la mayor toxicidad a nivel  $CL_{50}$ , seguidos por Nicotinoides (Imidacloprid, Thiametoxam), Tioureas (Diafenthiuron), Piretroides (Fenpropatrín), Nereistoxinas (Tiociclam), Nicotinoides (Acetamiprid), Organoclorados (Endosulfán), de menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  fueron; Piretroides (Cipermetrina), Fosforados alifáticos (Metamidofós). Se obtuvieron los valores  $CL_{50}$ , limites de confianza a 95%, modelos de regresión lineal, y  $RR_{50}$  obtenidos en ambas poblaciones, para los diez diferentes ingredientes activos (Cuadro 28).

Al realizar el análisis de varianza, de los datos de mortalidad correspondiente a los bioensayos para determinar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) en ambas poblaciones, para los 10 diferentes ingredientes activos, anteriormente descritos en los Cuadros 6 al 25; se observó diferencias significativas entre los tratamientos de ambas poblaciones.

En la población de campo (progenitores) se determinó que el ingrediente activo Thiametoxam en concentración de 1 ppm presentó el mayor porcentaje de mortalidad (100%) con respecto a los otros insecticidas evaluados. En la población descendiente (susceptible) se determino que el ingrediente activo Deltametrina en concentración de 0.1 ppm presentó el mayor porcentaje de mortalidad (100%) con respecto a los otros insecticidas.

Cuadro 28. Susceptibilidad de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood.) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos, en Bárcena, Villa Nueva. Programa “BASIC” de análisis Log- Probit .

Insecticida	Población de Campo				Población Descendiente				
	CL <sub>50</sub> (ppm)	Limites de Confianza a 95%	Modelo de regresión lineal	M	CL <sub>50</sub> (ppm)	Limites de Confianza a 95%	Ecuación de regresión	M	RR <sub>50</sub>
Thiametoxám	0.096	-0.01 – 0.20	Y = 4.8742 + 4.4593X	0.0687	0.062	0.04 – 0.08	Y = 4.9176 + 6.0585X	0.0491	1.5X
Deltametrina	0.18	0.08 – 0.37	Y = 5.3709 + 0.6565X	0.7505	0.00049	-0.01 – 0.01	Y = 5.2177 + 48.8124X	0.0049	367.3X
Tiociclam	0.19	0.12 – 0.29	Y = 5.3217 + 0.6631X	0.6796	0.11	-0.96 – 1.19	Y = 5.0668 + 0.5087X	0.2488	1.7X
Imidacloprid	0.30	-1.09 – 1.70	Y = 5.1346 + 0.3645X	0.6772	0.029	-0.09 – 0.15	Y = 5.1254 + 4.3831X	0.0576	10.3X
Diafenthiuron	0.69	-0.55 – 1.94	Y = 4.8808 + 0.4181X	0.4099	0.065	-0.02 – 0.16	Y = 5.1895 + 5.6608X	0.0991	10.6X
Acetamiprid	0.85	0.32 – 2.24	Y = 5.1817 + 0.5356X	1.1945	0.28	-0.78 – 1.33	Y = 5.1193 + 0.4964X	0.5210	3.0X
Fenpropatrín	0.98	0.06 – 1.90	Y = 4.8759 + 0.4380X	0.7042	0.075	0.05 – 0.10	Y = 4.9736 + 4.0815X	0.0695	13.1X
Cipermetrina	6.83	4.32 – 9.33	Y = 5.0050 + 0.0396X	6.9595	57.39	56.56 – 58.23	Y = 5.0013 + 0.8378X	57.40	0.11X
Endosulfán	14.82	8.56 – 25.37	Y = 5.2021 + 0.8070X	15.0802	0.46	0.12 – 1.66	Y = 5.1994 + 0.4907X	0.8704	32.2X
Metamidofós	14.91	11.26 – 19.40	Y = 5.2250 + 0.9305X	15.1563	46.16	27.30 – 77.49	Y = 5.1714 + 0.9751X	46.3444	0.3X

Modelo de regresión lineal :  $Y = b_0 + b_i(X - M)$  CL<sub>50</sub> = Concentración letal media; expresada en partes por millón (ppm).

b<sub>0</sub> = Intercepto

b<sub>i</sub> = Coeficiente de regresión

M = Constante

RR<sub>50</sub> = Respuesta relativa a nivel CL<sub>50</sub> :  $\frac{CL_{50} \text{ población de campo (progenitores)}}{CL_{50} \text{ población descendiente (susceptible)}}$

CL<sub>50</sub> población descendiente (susceptible)

## 8.6 DISCUSIÓN GENERAL

Se obtuvieron valores de concentración letal media ( $CL_{50}$ ), y respuesta relativa media ( $RR_{50}$ ) bajo condiciones de laboratorio para determinar la susceptibilidad a 10 ingredientes activos en población de campo (progenitores) y población descendiente (susceptible) en adultos de *T. vaporariorum* (Westwood) en Bárcena, Villa Nueva. El cálculo de la concentración letal media se llevo a cabo mediante los métodos; Estadístico, método del papel probit, y por programa de computadora "BASIC" de análisis Log – Probit proporcionan valores aproximadamente iguales entre si (Cuadro 29).

En la población de campo; Thiametoxám fue el ingrediente activo más tóxico a nivel  $CL_{50}$ , además son los valores  $CL_{50}$  más bajos de los ingredientes activos estudiados en dicha población, esto denota la alta toxicidad de Thiametoxám hacia los adultos de mosca blanca. Los valores  $RR_{50}$  parecidos indican que la población de campo es susceptible al Thiametoxám, pero en menor proporción que la población descendiente.

Los ingredientes activos Deltametrina, Imidacloprid tienen valores para la  $CL_{50}$  similares y poseen una toxicidad alta. Diafenthiuron, Acetamiprid, Fenpropatrín, Tiociclam, tienen valores similares para la  $CL_{50}$  y poseen una toxicidad media.

Endosulfán fue el ingrediente activo menos tóxico a nivel  $CL_{50}$ , son los valores  $CL_{50}$  más altos de los ingredientes activos estudiados en dicha población esto denota la baja toxicidad de Endosulfán hacia los adultos de mosca blanca. Los valores  $RR_{50}$  indican que la población de campo es altamente resistente al Endosulfán. Los ingredientes activos Metamidofós, Cipermetrina tienen valores  $CL_{50}$  altos aunque menores que los de la población descendiente considerándose siempre resistente la población de campo hacia estos ingredientes activos.

Al interpretar por grupos químicos los Nicotinoideos (Thiametoxám) mostraron la mayor toxicidad a nivel  $CL_{50}$ , de menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  fueron los Organoclorados (Endosulfán), seguidos de los Fosforados alifáticos (Metamidofós).

En la población descendiente; Deltametrina fue el ingrediente activo más tóxico a nivel  $CL_{50}$ , además son los valores  $CL_{50}$  más bajos de los ingredientes activos estudiados en dicha población, esto denota la alta toxicidad de Deltametrina hacia los adultos de mosca blanca. Los valores  $CL_{50}$  en ambas poblaciones son bajos se considera a las dos poblaciones altamente susceptibles a la Deltametrina, aunque la población de campo es menos susceptible que la población descendiente. Los valores  $RR_{50}$  son altos por la desproporción en los valores  $CL_{50}$  en ambas poblaciones, la población de campo fue susceptible a la Deltametrina. Los ingredientes activos Diafenthiuron, Imidacloprid, Thiametoxám tienen valores para la  $CL_{50}$  similares y poseen una toxicidad alta. Fenpropatrín, Tiociclam, Acetamiprid, y Endosulfán tienen valores similares para la  $CL_{50}$  y poseen una toxicidad media.

Cipermetrina fue el ingrediente activo menos tóxico a nivel  $CL_{50}$ , son los valores  $CL_{50}$  más altos de los ingredientes activos estudiados en dicha población esto denota la baja toxicidad de Cipermetrina hacia los adultos de mosca blanca. El valor  $RR_{50}$  indica que existe desproporción en cuanto a los valores de  $CL_{50}$  en ambas poblaciones, las dos poblaciones son resistentes a Cipermetrina aunque la población descendiente es más resistente que la población de campo. El ingrediente activo Metamidofós presentó valores  $CL_{50}$  altos en ambas poblaciones, se considera a

las dos poblaciones altamente resistentes al Metamidofós, siendo la población de campo menos resistente que la población descendiente.

Al interpretar por grupos químicos los Piretroides (Deltametrina) mostraron la mayor toxicidad a nivel  $CL_{50}$ , de menor toxicidad a nivel  $CL_{50}$  fueron los Piretroides (Cipermetrina), seguidos de los Fosforados alifáticos (Cuadro 29).

Cuadro 29. Susceptibilidad de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood) de la población de campo y su población descendiente a 10 ingredientes activos en Bárcena, Villa Nueva. Métodos; estadístico, del papel probit, por programa de computadora "BASIC" de análisis Log - Probit.

	MÉTODO ESTADÍSTICO			MÉTODO DEL PAPEL PROBIT			MÉTODO POR PROGRAMA DE COMPUTADORA "BASIC"		
	PC	PD		PC	PD		PC	PD	
Ingrediente activo	$CL_{50}$ (ppm)	$CL_{50}$ (ppm)	$RR_{50}$	$CL_{50}$ (ppm)	$CL_{50}$ (ppm)	$RR_{50}$	$CL_{50}$ (ppm)	$CL_{50}$ (ppm)	$RR_{50}$
Thiametoxám	0.0089	0.0095	0.93X	0.004	0.002	2X	0.096	0.062	1.5X
Deltametrina	0.019	0.00094	20.2X	0.09	0.0007	128.5X	0.18	0.00049	367.3X
Diafenthiuron	0.08	0.0012	66.7X	0.1	0.002	50X	0.69	0.065	10.6X
Imidacloprid	0.09	0.005	18X	0.04	0.005	8X	0.30	0.029	10.3X
Acetamiprid	0.18	0.07	2.5X	0.6	0.07	8.5X	0.85	0.28	3.0X
Fenpropatrín	0.23	0.01	23X	0.2	0.01	20X	0.98	0.075	13.1X
Tiociclam	0.4	0.01	40X	0.3	0.01	30X	0.19	0.11	1.7X
Cipermetrina	2.24	78.75	0.02X	1.3	55	0.02X	6.83	57.39	0.11X
Metamidofós	23.71	61.46	0.38X	18	61	0.3X	14.91	46.16	0.3X
Endosulfán	24.54	0.5	49X	25	0.5	50X	14.82	0.46	32.2X

$CL_{50}$  = Concentración letal media en partes por millón

PC = Población de campo (progenitores)

PD = Población descendiente (susceptible)

$RR_{50}$  = Respuesta relativa a nivel  $CL_{50}$  :  $\frac{CL_{50} \text{ población de campo (progenitores)}}{CL_{50} \text{ población descendiente (susceptible)}}$

$CL_{50}$  población descendiente (susceptible)



## 9. CONCLUSIONES

1. La población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood) de Bárcena, Villa Nueva fue susceptible a los ingredientes activos; Thiametoxám, Deltametrina, Diafenthiuron, Imidacloprid, Tiociclam, Fenpropatrín, Acetamiprid. La población descendiente (susceptible) fue susceptible a los ingredientes activos; Deltametrina, Diafenthiuron, Thiametoxám, Imidacloprid, Fenpropatrín, Tiociclam, Acetamiprid, y Endosulfán.
2. Se determinó en la población de campo (progenitores) de adultos de *T. vaporariorum* que el ingrediente activo Thiametoxám presentó la mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , y el ingrediente activo Endosulfán fue el de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , bajo condiciones de laboratorio. En la población descendiente (susceptible) el ingrediente activo Deltametrina presentó la mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , y el ingrediente activo Cipermetrina fue el de menor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , bajo condiciones de laboratorio.
3. Al calcular el valor de la respuesta relativa media ( $RR_{50}$ ) de los ingredientes activos utilizados, se determinó que la población de campo de adultos de *T. vaporariorum* presentó susceptibilidad a los ingredientes activos; Thiametoxám, Tiociclam, Acetamiprid, Imidacloprid, Diafenthiuron, Fenpropatrín, Deltametrina, y resistencia a los ingredientes activos Endosulfán, Metamidofós, y Cipermetrina.
4. El control de adultos de *T. vaporariorum* en el área de Bárcena, Villa Nueva es factible por la alta susceptibilidad, cuando se utilizan ingredientes activos como; Thiametoxám, Deltametrina, Imidacloprid, Diafenthiuron, y Tiociclam.
5. Existe alta resistencia a Cipermetrina, y Metamidofós por parte de adultos de *T. vaporariorum* de ambas poblaciones; especialmente en la población descendiente (susceptible).
6. Al interpretar por grupos químicos; en la población de campo de adultos de *T. vaporariorum* los Nicotinoides (Thiametoxám) mostraron la mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , de menor toxicidad fueron los Organoclorados (Endosulfán), seguidos de los Fosforados alifáticos (Metamidofós). En la población descendiente de adultos de *T. vaporariorum* los piretroides (Deltametrina) fueron los de mayor toxicidad a nivel de  $CL_{50}$ , de menor toxicidad fueron los piretroides (Cipermetrina) seguidos de los fosforados alifáticos (Metamidofós).

## 10. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los ingredientes activos Thiametoxám, Deltametrina, Imidacloprid, Diafethiuron, y Tiociclam en programas de control químico de adultos de *T. vaporariorum* (Westwood) debido al poco incremento de resistencia que mostró el insecto plaga después de un ciclo biológico (población descendiente).
2. La evaluación periódica de la susceptibilidad de poblaciones de mosca blanca cuando se utilicen programas de control químico.
3. Implementar técnicas operacionales para la utilización de insecticidas en el control de adultos de *T. vaporariorum* para contrarrestar la aparición de resistencia; como evitar el uso de mezclas de insecticidas, rotación de insecticidas eliminando a aquellos que pertenezcan al mismo grupo químico, utilización de sinergistas.
4. Efectuar pruebas en las que se evalúen agentes de control biológico en comparación con los ingredientes activos evaluados.
5. Realizar estudios integrales entre investigadores, instituciones y productores para generar información que busque contrarrestar los efectos de la problemática de resistencia en mosca blanca.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. ACETAMIPRID: insecticida neonicotinoide. 1996. Guatemala, Rhone Poulenc. 28 p.
2. AGREVO, S.A, GT 1997. Decis 2.5 EC, monografía y estudios. 46p.
3. \_\_\_\_\_. 1998. Thiodan 35 EC. Guatemala. 6p.
4. Alaba Vera, D.; Bravo Mojica, H.; Romero Rosales, F. 1978. Resistencia cruzada a varios tipos de insecticidas después de producir resistencia a Paratión metílico en Spodoptera exigua H. (Lepidoptera: Noctuidae). Agrociencia (MX) 1(34): 91 - 103.
5. Andrews, K. L.; Barnes, M.M.; Hoffman, H. 1989. Utilización del control químico. In. Manejo integro de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. 623 p.
6. BAYER DE GUATEMALA, S.A. 1979. Insecticida metamidofós. Documentos divulgativos sobre control de plagas en algodón. 26p.
7. \_\_\_\_\_. 1992. Insecticida, Imidacloprid 23p.
8. Bujanos Muñiz, R.; Lagunes Tejeda, A. 1984. Susceptibilidad a insecticidas en Heliothis spp. (Lepidoptera: Noctuidae) del Sur de Tamaulipas. Agrociencia. (MX) 2(57): 38- 41.
9. Caballero, R. 1993. Moscas blancas Neotropicales (Homóptera: Aleyrodidae): Hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. In. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Hilje, L. ; Arboleda, O. (eds). Turrialba, CR, CATIE. Área de Fitoprotección. 67 p. (Serie Técnica; Informe técnico, no. 205).
10. Caballero, R. 1996. Identificación de moscas blancas. In. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Hilje, L. (ed.). Turrialba, CR, CATIE. Unidad de Fitoprotección. p 2- 10.
11. Campos, L. J. 1994. Evaluación de dos arreglos y tres densidades de siembra sobre la población de adultos de mosca blanca ( Bemisia tabaci Gennadius.), la Fragua Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57p.
12. Carazo, E.; Martinez, J.L.; Bustamante, M. 1996. Insecticidas y resistencia. In. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Hilje, L. (ed.). Turrialba, CR, CATIE, Unidad de Fitoprotección. p. 84 - 86.

13. CIBA – GEIGY. GT 1990. Diafenthiuron: insecticida su nuevo y único modo de acción. Basilea, Suiza. 28 p.
14. Cordón Cabrera, E. S. 1990. Evaluación del aumento en la población de individuos resistentes de picudo ( Anthonomus eugenii Cano ), a insecticidas de seis grupos toxicológicos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 91 p.
15. CYANAMID INTER – AMERICAN CORPORATION. GT. 1998. Herald 37.5 EC. Guatemala. 9 p.
16. ZENECA LTDA. 1995. Cymbush 25 EC. 22 p.
17. Cruz, J.R. de la 1979. Clasificación de la zona de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
18. Dittrich, V.; Uk, S.; Ernst, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling ed. New Castle, UK. Atheneum Press. p. 263 – 285.
19. Edmond, J. B.; Senn, T.L.; Andrews, F. S. 1976. Principios de horticultura. 3 ed. México, D.F., CECSA. 575 p.
20. Eichelkraut, K.; Cardona, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius.) (Homóptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. Turrialba (CR) 39(1): 55 – 62.
21. Ernst, G. H. 1991. Manual de ensayos sobre resistencia en Bemisia spp. (Homóptera: Aleyrodidae). Guatemala, Ciba – Geigy. 45 p.
22. Gastelum Luque, R.; et al 1987. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (Smith.) (Lepidoptera: Noctuidae) de varias localidades de México. Agrociencia (MX) 4(67): 85 – 102 .
23. Georghiou, G.P. 1987. Insecticide and pest resistance: the consequences of abuse. Faculty Research Lecture. United States of America, Academic Senate University of California Riverside. 27 p.
24. Gil Spillary, A. GT 1994. Problemática del complejo mosca blanca – virus en algodón en Centroamérica. In. Biología y manejo del complejo mosca blanca –virosis. Mata, M. De; Dardón, D.E. y Salguero, V.E. eds. Memoria III Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca. Antigua Guatemala, Guatemala p. 23 – 38.
25. Gill, R. J. 1990. The morphology of whiteflies. In. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling ed. New Castle, UK, Atheneum Press. p. 13-45.
26. Goodman, J.; Gilman, E .L. 1986. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 8 ed. México, Prentice Hall. 465 p.

27. Banco de Guatemala. Departamento de Estadísticas Económicas Sección de Cuentas Nacionales, 2000. Estadísticas de producción, exportación y precios de los principales productos agrícolas. Guatemala. 32 p.
28. DIGESA ( Dirección General de Servicios Agrícolas, GT ). 1984. Cultivo de tomate 1 p. (Publicación técnica).
29. I. G. N. ( Instituto Geográfico Nacional, GT ). 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. tomo 1, v. 1, p. 218 – 219.
30. Hilje, L. 1996. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR, CATIE, Unidad de Fitoprotección. 133 p. (Serie materiales de enseñanza, No. 37).
31. Krans, J. et al. 1982. Plagas de los cultivos agrícolas. México, CECSA. 542 p.
32. Lagunes Tejeda, A. 1982. Temas selectos sobre resistencia a los insecticidas. Chapingo, (MX), 4(21) 24 – 31 p.
33. Lagunes Tejeda, A.; Vazquez Navarro, M. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Montecillo, MX, Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 159 p.
34. Larios, C.; J. F. 1987. Insectos como vectores de fitopatógenos y la determinación de umbrales económicos de daño. Manejo Integrado de Plagas. (CR) no. 3: 1- 21.
35. Messiaen, C.M. 1979. Las Hortalizas. México. D.F. 455 p.
36. NOVARTIS AGRO, GT, sf. Evisect 50 SP. Guatemala. 18 p.
37. Ortega Arenas, L.D. 1995. Colecta, montaje y determinación de Aleyrodidae. Fitofilo (MX) 88 (48) : 53 – 70.
38. \_\_\_\_\_ , 1998. Resistencia de Bemisia argentifolii ( Bellows & Perring 1994. ), insecticidas: implicaciones y estrategias de manejo en México. Manejo Integrado de Plagas. (CR) no. 49: 10 – 25 .
39. Ortega Arenas, L. D.; et al 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca Trialeurodes vaporariorum (Westwood.) (Homóptera : Aleyrodidae), de Tepoztlan, Morelos, México. Agrociencia, (MX) 3(32): 249 – 254.
40. Ortega Arenas, L.D. 2001. Control alternativo de mosca blanca; Proyecto “Disminuyendo la pobreza rural”. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. p. 1 – 16.
41. Rodríguez Maciel, J.C.; Lagunes Tejeda, A. 1989. Susceptibilidad diferencial a insecticidas entre los instares larvales del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda ( Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Agrociencia, (MX) 2 (76): 35 – 46.

42. Rodríguez Morataya, F. A. 2000. Evaluación agronómica de 24 cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Miller.) y su tolerancia a la virosis transmitida por la mosca blanca (Bemisia tabaci Gennadius) en la Alameda, Chimaltenango. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
43. Salguero, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca – virosis. In. Taller Centroamericano y del Caribe Sobre Moscas Blancas. (Turrialba, CR., 1993). Memoria. Costa Rica, CATIE. p. 20 – 25.
44. Salguero, V.; Morales, J. 1994. Eficiencia de insecticidas para el control de Bemisia tabaci (Gennadius) en tomate. Manejo Integrado de Plagas. (CR) no. 31: 25 – 28.
45. Salguero, R. 1994. Análisis del complejo mosca blanca virosis en tomate. In. Biología y manejo del complejo mosca blanca – virosis. Mata, M. De, Dardón, D.E. y Salguero, V.E. eds. Memoria III Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca. Antigua Guatemala, Guatemala. p. 16 – 22.
46. Simmons, S.; Tarano, J.M.; Pinto, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. “José Pineda Ibarra”. 1000 p.
47. NOVARTIS AGRO, GT, 1999. Thiametoxám, insecticida; manual informativo. Guatemala. 28 p.

## **12. APENDICE**

## INGREDIENTES ACTIVOS ( i. a.) EVALUADOS

Cuadro 30 “A”. Ingrediente activo Thiametoxám.

<b>Nombre común:</b> Thiametoxám			
<b>Nombre comercial:</b> Actara 25 WG			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida sistémico.			
<b>Familia química:</b> Neonicotinoide; subfamilia de los compuestos TIANICOTINIDOS.			
<b>Formulación:</b> Granulado dispersable en agua (WG).			
<b>Concentración:</b> 250 gramos de Thiametoxám por kilogramo de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Ligeramente tóxico.			
<b>Composición química:</b> 3-(2-cloro-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-[1,3,5]oxadiazinan-4-ilideno-N-nitroamina.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>3</sub> .			
<b>Modo de acción:</b> Insecticida que actúa en forma sistémica, solo acropetal, tiene efecto por contacto e ingestión. Actúa interfiriendo con los receptores Acetilcolina Nicotínica del sistema nervioso. Tiene un efecto rápido sobre el sistema digestivo, inhibiendo la alimentación y aparato de locomoción (47).			
<b>Propiedades:</b> Thiametoxám; posee una movilidad media en el suelo, una degradación (50%) corta de 7-28 días; Fotodescomposición (50%) corta (1 hora), Solubilidad en agua alta (4.1 gr/lit) trabaja estable en un pH< 7.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Kg/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.25 - 0.4	<i>Myzus spp.</i>	0.25 - 0.4
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.25 - 0.4	<i>Macrosiphum spp.</i>	0.25 - 0.4
<i>Aphis spp.</i>	0.25 - 0.4	<i>Sogatodes oryzae</i>	0.50 - 0.1
<b>Casa fabricante:</b> Syngenta			

Cuadro 31 “A”. Ingrediente activo Imidacloprid.

<b>Nombre común:</b> Imidacloprid			
<b>Nombre comercial:</b> Confidor 70 WG			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida sistémico.			
<b>Familia química:</b> Neonicotinoide; subfamilia de los compuestos ClORONICOTINILOS.			
<b>Formulación:</b> Granulado dispersable en agua (WG).			
<b>Concentración:</b> 700 gramos de Imidacloprid por kilogramo de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Moderadamente tóxico.			
<b>Composición química:</b> 1-(6-cloro-3-piridimetil)-N-nitro-imidazolidin-2-ilidenoamina.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>2</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Insecticida que actúa en forma sistémica por ingestión y contacto. Posee un efecto Sistémico Acropetal. Interviene en la transmisión de los estímulos en el sistema nervioso de los insectos. Posee alta sistematicidad particularmente desde la semilla o bien desde el suelo tratado (7).			
<b>Propiedades:</b> Cristales sólidos diminutos sin color, olor característico débil, punto de fusión de 136.4 – 143.8 °C, presión de vapor 0.2 µ Pa a 20 °C, Densidad relativa 1.543 gr/cm <sup>3</sup> , solubilidad en agua 0.51, estable en pH 3-5 a 25 °C. Imidacloprid presenta toxicidad baja en mamíferos y en general para el medio ambiente.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Kg/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.25	<i>Dialeurodes citri</i>	0.30 - 0.375
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.25	<i>Diabrotica spp.</i>	0.25
<i>Aphis spp.</i>	0.50		
<b>Casa fabricante:</b> Bayer			



Cuadro 32 "A". Ingrediente activo Acetamiprid.

<b>Nombre común:</b> Acetamiprid			
<b>Nombre comercial:</b> Rescate 20 SP			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida sistémico.			
<b>Familia química:</b> Neonicotinoide; subfamilia de los compuestos Cloronicotinilos.			
<b>Formulación:</b> Polvo soluble (SP)			
<b>Concentración:</b> 200 gramos de Acetamiprid por kilogramo de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Moderadamente tóxico.			
<b>Composición química:</b> (E)-N <sub>1</sub> - [(6-cloro-3-piridil) metil] – N <sub>2</sub> – cyano – N <sub>1</sub> – metilacetamidina.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>10</sub> H <sub>11</sub> ClN <sub>4</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Acetamiprid es un insecticida sistémico que actúa a nivel del sistema nervioso del insecto interfiriendo en la acetilcolinesterasa, causando excitación continua y el insecto muere por convulsión y parálisis. Controla insectos chupadores, moscas blancas, áfidos, minadores de hojas, trips, termitas, polillas de frutos, y algunas especies de escarabajos (1).			
<b>Propiedades:</b> Polvo fino blanco, con punto de fusión 98.9 °C, posee una presión de vapor de < 1X10 <sup>-6</sup> Pa. Soluble en Acetona, metanol, diclorometano, y acetonitrilo.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Kg/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.50 - 0.60	<i>Myzus spp.</i>	0.30 - 0.50
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.50 - 0.60	<i>Pseudococcus spp.</i>	0.60
<i>Aphis spp.</i>	0.50 - 0.60	<i>Empoasca spp.</i>	0.50 - 0.60
<b>Casa fabricante:</b> Aventis			

Cuadro 33 "A". Ingrediente activo Cipermetrina.

<b>Nombre común:</b> Cipermetrina			
<b>Nombre comercial:</b> Cymbush 025 EC			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida			
<b>Familia química:</b> Piretroide			
<b>Formulación:</b> Emulsión concentrada (EC)			
<b>Concentración:</b> (25%), 25 gramos de Cipermetrina por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Ligeramente tóxico.			
<b>Composición química:</b> (1 RS) – cis, trans - 3 – (2, 2 – diclorovinil) – 2, 2 – dimetilciclopropano – carboxilato de (RS) – alfa – ciano – 3 – fenoxibencilo.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Cipermetrina, es un piretroide muy estable tiene un espectro de acción muy fuerte principalmente por contacto, se fija en las terminales nerviosas excitándolos hasta producirle la muerte al insecto. Es de mucho uso en algodón particularmente en larvas de Lepidopteros (16).			
<b>Propiedades:</b> Isómeros puros, color cristalino, viscosidad semi – sólida amarilla a marrón, punto de fusión 60 – 80 °C, insoluble en agua, soluble en metanol, acetona, xileno, diclorometileno.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.3 - 0.4	<i>Spodoptera frugiperda</i>	0.15 - 0.2
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.3 - 0.4	<i>Spodoptera exigua</i>	0.15 - 0.2
<i>Aphis spp.</i>	0.3 - 0.4	<i>Heliothis zea</i>	0.15 - 0.3
<i>Lygus spp.</i>	0.3 - 0.4	<i>Anthonomus spp.</i>	0.32 - 0.36
<b>Casa fabricante:</b> Zeneca Agrochemical			

Cuadro 34 "A". Ingrediente activo Deltametrina

<b>Nombre común:</b> Deltametrina			
<b>Nombre comercial:</b> Decis 2.5 EC			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida			
<b>Familia química:</b> Piretroide			
<b>Formulación:</b> Emulsión concentrada (EC)			
<b>Concentración:</b> (25%), 25 gramos de Deltametrina por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Ligeramente tóxico.			
<b>Composición química:</b> (S) (alfa – ciano – 3 – fenoxibencil (1R) – cis – 3 – (2,2 – dibromovinil) – 2,2 – dimetilciclopropano carboxilato.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Br <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Deltametrina es un insecticida piretroide con buen efecto inicial y residual de amplio espectro de acción, que actúa por ingestión y contacto sobre el sistema nervioso de un gran número de insectos. De uso en algodón, plantas de jardín, viñedos, muy usados para Coleópteros, Homópteros, excepto en algunos ácaros (2).			
<b>Propiedades:</b> Cristalino, inoloro, polvos casi blancos, puntos de fusión 98 - 101°C muy buena estabilidad, no se descompone después de 6 meses a 40 °C, soluble en acetona, etanol, dióxido y muchos solventes aromáticos.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.2	<i>Trips spp.</i>	0.3
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.2	<i>Empoasca spp.</i>	0.5
<i>Aphis spp.</i>	0.3	<i>Spodoptera exigua</i>	0.4 – 0.5
<i>Liriomyza spp.</i>	0.3	<i>Heliothis zea</i>	0.5
<b>Casa fabricante:</b> Aventis			

Cuadro 35 "A". Ingrediente activo Fenpropatrín.

<b>Nombre común:</b> Fenpropatrín			
<b>Nombre comercial:</b> Herald 37.5 EC			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida			
<b>Familia química:</b> Piretroide			
<b>Formulación:</b> Emulsión concentrada (EC)			
<b>Concentración:</b> (37.5 %) 37.5 gramos de Fenpropatrin por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Extremadamente toxico			
<b>Composición química:</b> (RS) – alfa – ciano – 3 – fenoxibencil – 2, 2, 3, 3 – tetrametil ciclopropano carboxilato.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>22</sub> H <sub>23</sub> NO <sub>3</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Fenpropatrín es un piretroide sintético que actúa por contacto, por vía estomacal y por repelencia, ya que es adsorbido y transportado dentro de la planta a través del floema a los puntos de crecimiento (15).			
<b>Propiedades:</b> Líquido amarillo a marrón, posee un punto de fusión de 45 – 50 °C soluble en solventes orgánicos comunes (xileno, ciclohexano, cloroformo, acetona, metanol), es estable excepto en soluciones alcalinas.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.48	<i>Tretranychus spp.</i>	0.5
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.48	<i>Plutella xylostella</i>	0.5 - 0.6
<i>Aphis spp.</i>	0.48	<i>Spodoptera exigua</i>	0.5 - 0.6
<i>Liriomyza spp.</i>	0.5	<i>Heliothis zea</i>	0.5 - 0.6
<b>Casa fabricante:</b> Cyanamid Inter.- American Corporation.			

Cuadro 36 "A". Ingrediente activo Tiociclam.

<b>Nombre común:</b> Tiociclam			
<b>Nombre comercial:</b> Evisect 50 SP			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida			
<b>Familia química:</b> Nereistoxina, Tritiano			
<b>Formulación:</b> Polvos solubles (SP)			
<b>Concentración:</b> 500 gramos de Tiociclam por kilogramo de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Moderadamente tóxico			
<b>Composición química:</b> N,N – dimetil – 1,2,3 – tritiano – 5 – ilamina Hidrogenoxalato. Base libre N –N – dimetil – 1, 2, 3 – tritiano – 5 – amina.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>7</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>4</sub> S <sub>3</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Insecticida selectivo estomacal con acción de contacto. Se adsorbe por las hojas y las raíces es traslocado acropetalmente, factor que acrecenta su acción insecticida por vía estomacal contra insectos masticadores, chupadores y minadores. Tiene acción de contacto para Lepidopteros y coleópteros, algunos dípteros y tisanopteros (36).			
<b>Propiedades:</b> Cristales diminutos, casi inoloros, cristalino, sólido con descomposición a 125 – 128 °C. Vida media a 25 °C en soluciones buffer acuosas (40 ppm) aproximadamente 183 días a pH 5, 6 días a pH 9 y pH 7. Muy sensitivo a la luz. Soluble en acetona, etanol, < 1% prácticamente insoluble en cloroformo, tolueno hexano.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Kg/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.4	<i>Diaphania nitidalis</i>	0.5 - 0.8
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.4	<i>Heliothis spp.</i>	0.6 - 0.8
<i>Liriomyza spp.</i>	0.4 - 0.5	<i>Aenolamia spp.</i>	0.7 - 1
<b>Casa fabricante:</b> Syngenta			

Cuadro 37 "A". Ingrediente activo Diafenthiuron.

<b>Nombre común:</b> Diafenthiuron			
<b>Nombre comercial:</b> Pegasus 50 SC			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida, Acaricida			
<b>Familia química:</b> Tiourea			
<b>Formulación:</b> Suspensión concentrada (SC)			
<b>Concentración:</b> 500 gramos de Diafenthiuron por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Altamente tóxico.			
<b>Composición química:</b> 1 – ter – butil – 3 – ( 2, 6 – diisopropil – 4 – fenoxifeniltiourea).			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>23</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
<b>Modo de acción:</b> Diafenthiuron posee una doble acción como insecticida y acaricida, posee alta efectividad contra insectos chupadores y ácaros, gusanos de las hojas, controla ninfas y adultos. Posee actividad translaminar. Actúa por fase de vapor, además tiene acción de contacto e ingestión (13).			
<b>Propiedades:</b> Polvo blanco a café, posee un punto de fusión de 144.6 – 147.7 °C, pureza de 97 – 99 %, presión de vapor a 25 °C de 0.002 Pa, Densidad de 1.02 – 1.06 gr/cm <sup>3</sup> a 20 °C, Solubilidad 62 µg/Lt en agua, es más persistente en ambientes alcalinos.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	0.3 - 0.5	<i>Tetranychus spp.</i>	60 - 100 ml/100 Lt de agua.
<i>Trialeurodes spp.</i>	0.3 - 0.5	<i>Spodoptera exigua</i>	0.8 - 1 Lt/ Ha
<i>Aphis spp.</i>	0.4 - 0.5	<i>Plutella xylostella</i>	1 - 1.12 Lt/Ha
<i>Phthorimaea operculella</i>	0.3 - 0.5		
<b>Casa fabricante:</b> Syngenta			

Cuadro 38 “A”. Ingrediente activo Metamidofós.

<b>Nombre común:</b> Metamidofós			
<b>Nombre comercial:</b> Tamaron 60 SL			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida, acaricida			
<b>Familia química:</b> Fosforado alifático			
<b>Formulación:</b> Solución líquida (SL)			
<b>Concentración:</b> 600 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Extremadamente tóxico.			
<b>Composición química:</b> O, S – dimetil amidotiofosfato.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>2</sub> PS			
<b>Modo de acción:</b> Metamidofós actúa por contacto e ingestión. El metamidofós es adsorbido por las raíces muy rápidamente, gracias a su buena solubilidad en agua. Su efecto sistémico es excelente. Controla insectos masticadores y succionadores, ácaros (6).			
<b>Propiedades:</b> Color cristalino, punto de fusión 46.1 °C, Presión de vapor aproximadamente 2.3 Pa a 20 °C . Relativamente soluble en n- hexano, diclorometano, 2- propanol, Tolueno.			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	1	<i>Diabrotica spp.</i>	1 - 1.5
<i>Trialeurodes spp.</i>	1	<i>Empoasca spp.</i>	1 - 1.5
<i>Aphis spp.</i>	1	<i>Spodoptera exiagua</i>	1 - 1.5
<i>Tetranychus spp.</i>	1	<i>Heliothis zea.</i>	1 - 1.5
<b>Casa fabricante:</b> Bayer			

Cuadro 39 “A”. Ingrediente activo Endosulfán.

<b>Nombre común:</b> Endosulfán			
<b>Nombre comercial:</b> Thiodan 35 EC			
<b>Acción fitosanitaria:</b> Insecticida			
<b>Familia química:</b> Organoclorado, ciclodieno.			
<b>Formulación:</b> Emulsión concentrada (EC).			
<b>Concentración:</b> (35%) 350 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.			
<b>Categoría toxicológica:</b> Altamente tóxico.			
<b>Composición química:</b> 6,7,8,9,10,10 – hexaclor – 1,5,5a,6,9,9 a – hexahidro – 6.9 - metano –2,4,3 – benzodioxatíepan –3 – óxido.			
<b>Formula molecular:</b> C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S			
<b>Modo de acción:</b> Endosulfán posee amplio espectro de acción que actúa por contacto, ingestión e inhalación que sucede por una fase gaseosa (la cuál no presenta en condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa), preferentemente sobre masticadores y chupadores, es bien tolerado por las abejas, lo que permite aplicaciones en plena floración, posee cualidades selectivas al no afectar a algunos parásitos y predadores de ciertas plagas, que contribuyen a un control biológico efectivo (3).			
<b>Propiedades:</b>			
<b>Grupo de insectos que controla y dosificación (Lt/Ha):</b>			
<i>Bemisia spp.</i>	1.5 - 2	<i>Anthonomus spp.</i>	1.5 - 2
<i>Trialeurodes spp.</i>	1.5 - 2	<i>Spodoptera exigua</i>	1.5 - 2
<i>Aphis spp.</i>	1.5 - 2	<i>Hypothenemus hampei</i>	1.5 - 2
<i>Diabrotica spp.</i>	1.5 - 2		
<b>Casa fabricante:</b> Aventis			

Cuadro 40 “A”. Material y equipo utilizado en la fabricación de jaulas entomológicas.

- Marco de madera con dimensiones de 50x50x90 centímetros.
- Tela de organza.
- Grapas.
- Engrapadora
- Tachuela.
- Martillo.
- Sierra.
- Pegamento.
- Bandejas (macetas), para el material de substrato.

Cuadro 41 “A”. Material y equipo utilizado en la obtención del material de substrato para la oviposición de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Jaulas entomológicas.
- Bandejas (macetas)
- Semillas de frijol var. Ostúa, sin aplicación de insecticidas (sin tratamiento).
- Suelo desinfectado.
- Agua para riego.
- Fertilizante.
- Lupa.

Cuadro 42 “A”. Material y equipo utilizado en la obtención de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Diez erlenmeyer de vidrio con capacidad de 250 mililitros cada uno.
- Veinte mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).
- Aspirador manual de batería.
- Hielera.
- Marcadores de tinta indeleble.
- Maskin tape.
- Lupa.
- Lámpara con bujía de 100 watts.
- Cilindro de CO <sub>2</sub>
- Regulador de ½ pulgada.
- Cartulina color negro.

Cuadro 43 “A”. Material y equipo utilizado en la obtención de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Invernadero	- Lupa.
- Mesas	- Lámpara con bujía de 100 watts.
- Jaulas entomológicas (cubiertas con tela de organza con dimensiones de 50x50x90 centímetros).	- Cilindro de CO <sub>2</sub> conectada a la cámara de gas.
- Diez mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).	- Regulador de presión.
- Aspirador manual de baterías.	- Manguera de ½ pulgada.
- Hielera.	- Cartulina color negro.
- Plántulas de frijol variedad Ostúa; en bandejas (las cuales servirán como sustrato para la oviposición de adultos de mosca blanca).	- Agua para riego.
- Marcadores de tinta indeleble.	- Fertilizantes.
- Maskin tape.	

Cuadro 44 “A”. Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la ventana de respuesta biológica para cada ingrediente activo: de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Diez mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).	- Manguera de ½ pulgada.
- 440 cajas de Petri (especialmente diseñada para la prueba).	- Aspirador manual de baterías.
- 25 azafates de plástico.	- Toallas de papel absorbente.
- Hojas de plántulas de frijol, sin aplicación de insecticidas.	- Cartulina de color negro.
- Bandas de hule.	- Marcadores de tinta indeleble.
- Sacabocados de 2 pulgadas.	- Maskin tape.
- Pinzas.	- Insecticidas a evaluar.
- Solución de Agar al 2% en agua hervida.	- Agua destilada.
- Vasos de plástico desechables.	- Adherente (como agente humectante)
- Erlenmeyer de 250 mililitros.	- Algodón.
- Beakers de 500 mililitros.	- Termómetro.
- Probetas de 250 mililitros.	- Boletas.
- Micropipetas de 100 – 1000 mililitros con puntas desechables de plástico.	- Barrillas de cristal.
- Puntas para Micropipetas desechables de plástico.	- Espátula.
- Jeringas de 60 mililitros.	- Balanza monoplano.
- Mezclador magnético pequeño.	- Estufa.
- Lupa	- Guantes de plástico.
- Cilindro de CO <sub>2</sub> , conectado a la cámara de gas.	- Mascarillas.
- Regulador de presión.	

Cuadro 45 “A”. Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para cada ingrediente activo: de la población de campo (progenitores) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Diez mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).	- Manguera de ½ pulgada.
- 440 cajas de Petri (especialmente diseñada para la prueba).	- Aspirador manual de baterías.
- 25 azafates de plástico.	- Toallas de papel absorbente.
- Hojas de plántulas de frijol, sin aplicación de insecticidas.	- Cartulina de color negro.
- Bandas de hule.	- Marcadores de tinta indeleble.
- Sacabocados de 2 pulgadas.	- Maskin tape.
- Pinzas.	- Insecticidas a evaluar.
- Solución de Agar al 2% en agua hervida.	- Agua destilada.
- Vasos de plástico desechables.	- Adherente (como agente humectante)
- Erlenmeyer de 250 mililitros.	- Algodón.
- Beakers de 500 mililitros.	- Termómetro.
- Probetas de 250 mililitros.	- Boletas.
- Micropipetas de 100 – 1000 mililitros con puntas desechables de plástico.	- Barrillas de cristal.
- Puntas para Micropipetas desechables de plástico.	- Espátula.
- Jeringas de 60 mililitros.	- Balanza monoplano.
- Mezclador magnético pequeño.	- Estufa.
- Lupa	- Guantes de plástico.
- Cilindro de CO <sub>2</sub> , conectado a la cámara de gas.	- Mascarillas.
- Regulador de presión.	

Cuadro 46 “A”. Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la ventana de respuesta biológica para cada ingrediente activo: de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Diez mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).	- Manguera de ½ pulgada.
- 440 cajas de Petri (especialmente diseñada para la prueba).	- Aspirador manual de baterías.
- 25 azafates de plástico.	- Toallas de papel absorbente.
- Hojas de plántulas de frijol, sin aplicación de insecticidas.	- Cartulina de color negro.
- Bandas de hule.	- Marcadores de tinta indeleble.
- Sacabocados de 2 pulgadas.	- Maskin tape.
- Pinzas.	- Insecticidas a evaluar.
- Solución de Agar al 2% en agua hervida.	- Agua destilada.
- Vasos de plástico desechables.	- Adherente (como agente humectante)
- Erlenmeyer de 250 mililitros.	- Algodón.
- Beakers de 500 mililitros.	- Termómetro.
- Probetas de 250 mililitros.	- Boletas.
- Micropipetas de 100 – 1000 mililitros con puntas desechables de plástico.	- Barrillas de cristal.
- Puntas para Micropipetas desechables de plástico.	- Espátula.
- Jeringas de 60 mililitros.	- Balanza monoplano.
- Mezclador magnético pequeño.	- Estufa.
- Lupa	- Guantes de plástico.
- Cilindro de CO <sub>2</sub> , conectado a la cámara de gas.	- Mascarillas.
- Regulador de presión.	

Cuadro 47 “A”. Material y equipo utilizado en el bioensayo para determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para cada insecticida: de la población descendiente (susceptible) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

- Diez mil adultos de mosca blanca (aproximadamente).	- Manguera de ½ pulgada.
- 440 cajas de Petri (especialmente diseñada para la prueba).	- Aspirador manual de baterías.
- 25 azafates de plástico.	- Toallas de papel absorbente.
- Hojas de plántulas de fríjol, sin aplicación de insecticidas.	- Cartulina de color negro.
- Bandas de hule.	- Marcadores de tinta indeleble.
- Sacabocados de 2 pulgadas.	- Maskin tape.
- Pinzas.	- Insecticidas a evaluar.
- Solución de Agar al 2% en agua hervida.	- Agua destilada.
- Vasos de plástico desechables.	- Adherente (como agente humectante)
- Erlenmeyer de 250 mililitros.	- Algodón.
- Beakers de 500 mililitros.	- Termómetro.
- Probetas de 250 mililitros.	- Boletas.
- Micropipetas de 100 – 1000 mililitros con puntas desechables de plástico.	- Barrillas de cristal.
- Puntas para Micropipetas desechables de plástico.	- Espátula.
- Jeringas de 60 mililitros.	- Balanza monoplano.
- Mezclador magnético pequeño.	- Estufa.
- Lupa	- Guantes de plástico.
- Cilindro de CO <sub>2</sub> , conectado a la cámara de gas.	- Mascarillas.
- Regulador de presión.	



Cuadro 48 "A". Boleta para toma de datos en el calculo de la ventana de respuesta biológica (VRB).

Localidad: _____		Nombre del Bioensayo: _____						
Fecha: _____		Especie: _____						
Temperatura: _____		Procedencia: _____						
Humedad Relativa: _____		Insecticida: _____						
Tamaño de muestra: _____		Observaciones: _____						
REPETICIONES								
Concentración %	Número de insectos tratados	Número de insectos muertos.				Muertos Total	% de Mortalidad	% de Mortalidad Corregido
		I	II	III	IV			
Testigo								

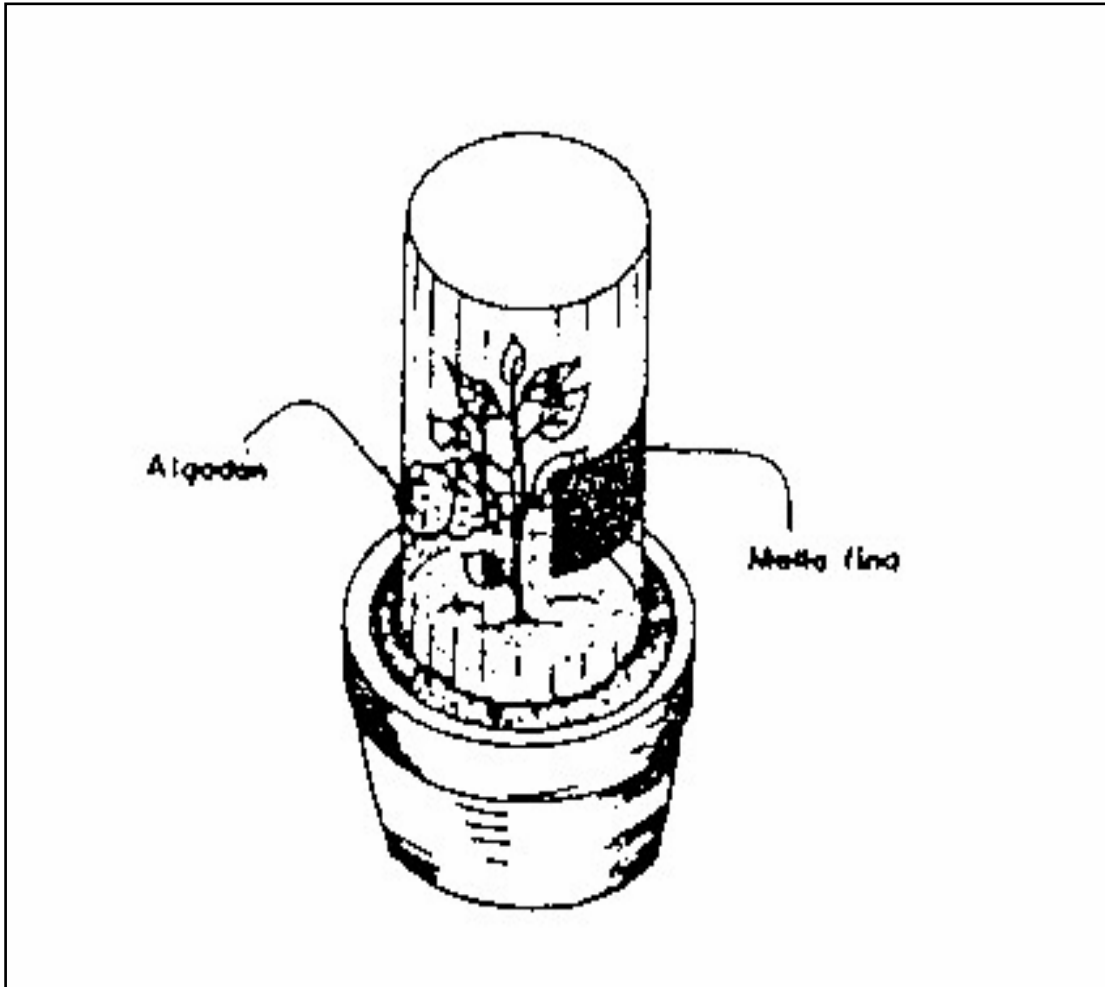
VRB = Ventana de Respuesta Biológica.



Cuadro 50 "A". Probits correspondientes a los distintos valores para la Función Suma de la Distribución Normal Función Suma.

100 X	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	2.59	2.63	2.67
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
10	3.72	3.77	3.83	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.09	4.12
20	4.16	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
90	6.29	6.29	6.30	6.31	6.31	6.32	6.32	6.33	6.34	6.34
91	6.34	6.35	6.35	6.36	6.37	6.37	6.38	6.39	6.39	6.40
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	6.96	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	8.09

Figura 23 "A". Modelo de jaula entomológica para reproducción de adultos de mosca blanca.



Fuente: Carazo, E. et. al. 1996. (12)

Cuadro 51 "A". Resultados de la determinación del material biológico, que se utilizó en el presente estudio.



## UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

18 Avenida 11-95, Zona 15, V.H. III  
Apartado Postal No. 82, 01901  
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX 369-07-91 al 93  
Teléfono: 364-03-36 al 40  
364-04-93 al 97  
FAX 362-364-02-12

Guatemala, 7 de marzo del 2000

Sr. Iván Roca  
Presente

Estimado Sr. Roca:

A continuación le estamos enviando los resultados de los análisis que se realizaron en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Del Valle para la identificación de ninfas de mosca blanca en las muestras de tomate enviadas por ustedes. Se recibieron 25 muestras de hojas con ninfas de tomate. Cinco parcelas de cinco muestras en cada una.

MUESTRA	RESULTADO
Parcela A	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Parcela B	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Parcela C	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Parcela D	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Parcela E	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>

Se encontró que todas las ninfas en las muestras pertenecen a la especie siguiente: *Trialeurodes vaporariorum*. Esta especie de mosca blanca se encuentra típicamente en los invernaderos y en el campo es muy común. Únicamente cuando se encuentra en altas densidades puede causar un daño físico visible en las plantas. Esta especie no es vector de virus.

Atentamente,

Luis López

Departamento de Virología Vegetal

Ana Carolina Muñoz

Asistente de Laboratorio

Departamento de Patología Vegetal  
Universidad Del Valle de Guatemala