

UNIVERSIDAD DE PANAMA

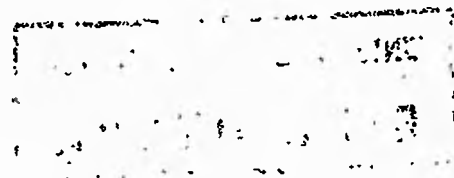
MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

EFFECTO DE TRES REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN
LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)
Y DE *Spodoptera latifascia* (WALKER) (LEPIDOP-
TERA: NOCTUIDAE).

ELISA P. M.^{CA} DE FUENTES

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1990



7:41

ABR 10 1991

Obs. del autor

243173 -

EFFECTO DE TRES REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN LARVAS DE Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH) Y DE Spodoptera latifascia (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).

TESIS

Sometida para optar al titulo de Maestro en Ciencias con especialización en Entomología General.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
DIRECCION DE POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser obtenido en la Vicerrectoria de Investigación y Postgrado.

Aprobado

<u>Dra. Gasmery Pezón de Chávez</u>	Asesor
<u>[Signature]</u>	Jurado
<u>Juan José [Signature]</u>	Jurado

A la memoria de mis padres.

A quienes me enseñaron, con
su palabra o con su ejemplo.

A mi esposo e hijos,

Dedico.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento y respeto al Dr. Cheslavo Korytkowski , tanto por la generosa ayuda brindada en innumerables formas en este trabajo, como por todo lo que ha significado en nuestra formación profesional.

De igual manera, estoy muy agradecida a los Dres. Rosemary Segistán de Chávez, Diego Navas y Jaime Espinosa por el interés y la orientación, expresados en valiosas indicaciones y contribución de material bibliográfico que siempre esclarecieron e enriquecieron nuestra labor, bien como por su actitud siempre positiva y alentadora.

Los Dres. T. Haga, del Central Research Laboratory, Ishihara Sangyo Kaisha Ltd., y F. Buholzer, de la Agricultural Division, Ciba-Geigy Ltd., Suiza, prontamente respondieron a nuestra solicitud de material de referencia sobre los productos en estudio. El Dr. Alberto Broce, de Kansas State University, nos facilitó, por intermedio del Dr. Cheslavo Korytkowski, el programa BM Probit y gentilmente se hizo cargo de los primeros análisis. A tan amables personas les doy la gracias.

Los productos químicos investigados nos fueron cedidos indirectamente por cortesía de los Ingenieros Rolf

Loria, representante técnico de la Imperial Chemical Industries, y Manuel Cuevas, desarrollista del Departamento Fitosanitario de la Bayer Químicas Unidas S.A., ambos en Perú, bien como del Ingeniero Félix Estrada, del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, con quienes me siento obligada. De igual forma, con el Ingeniero Carlos Ortiz, del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen, quien nos facilitó las semillas de maíz utilizadas en los cultivos que sirvieron de alimento a las larvas durante las pruebas de laboratorio.

Estoy en deuda con Fernando Martínez por su ayuda con las fotografías; con el Ingeniero Carlos Enrique Pitty, que con enorme paciencia y dedicación hizo posible la edición del texto; con Magaly de Chial y Marta Araúz, por los primeros esfuerzos en el mismo sentido; con Gregorio González, por su trabajo responsable; con María Carla, mi hija, por la colaboración y compañía durante las largas jornadas de aplicación y de evaluación; con los esposos Appin, por la traducción del resumen al inglés.

Gracias a todos por su tiempo e interés.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	
SUMMARY	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
1. Especies Estudiadas.	5
1.1 Identificación de las Especies.	5
1.2 Aspectos de Biología y de Control.	6
2. Efecto de Dimilin, Alsystín e IKI-7899, en Larvas de <i>S. frugiperda</i> y <i>S. latifascia</i> .	9
2.1 Quitina: Características y Síntesis.	9
2.2 Benzoilfenilureas (BFUs).	11
2.2.1 Modo de Acción.	11
2.2.2 Efectos de las BFUs Sobre Larvas de Lepidoptera.	14
2.2.2.1 Efectos en Especies del Género Spodoptera.	15
2.2.2.2 Efectos en Otras Especies de Lepidoptera.	21
2.3 Efectos Sobre la Alimentación.	27
2.4 Otros Efectos.	29

MATERIALES Y METODOS	34
1. Material Biológico.	34
1.1 Procedencia.	34
1.2 Cria.	34
1.3 Biología de <i>S. frugiperda</i> y de <i>S. latifascia</i> .	37
1.3.1 Biología de <i>S. frugiperda</i> .	37
1.3.2 Biología de <i>S. latifascia</i> .	41
1.4 Estadio Larvario Tratado.	43
2. Identificación de las Especies Estudiadas.	44
3. Productos Químicos Empleados.	46
3.1 Dimilin.	48
3.2 Alsystin.	49
3.3 IKI-7899.	50
4. Tratamientos.	51
4.1 Preparación de las Soluciones. Concentraciones Empleadas.	51
4.2 Tratamientos, Aplicación e Infestación.	54
4.3 Evaluación.	56
5. Análisis Estadístico.	59
RESULTADOS Y DISCUSION	61
1. Especies Utilizadas.	61
2. Manifestaciones Observadas Después de la Aplicación de Dimilin, Alsystin e IKI-7899 en Larvas de <i>S. frugiperda</i> y de <i>S. latifascia</i> .	68
2.1 Perturbaciones en el Proceso de la Muda.	71

2.2	Trastornos en el Proceso de la Alimentación.	77
3.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Estadio IV y de <i>S. latifascia</i> Tratadas con BFUs. .	81
3.1	Premisas.	81
3.1.1	Susceptibilidad Diferencial.	81
3.1.2	Uniformidad en la Dosificación.	82
3.1.3	Inferencia Estadística.	84
3.2	Respuesta en Larvas de <i>S. frugiperda</i> a Dimilin, Alsyntin e IKI-7899, Considerando Efectividad y Mortalidad.	85
3.2.1	Dimilin.	85
3.2.1.1	Efectividad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Dimilin.	85
3.2.1.2	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Dimilin.	89
3.2.2	Alsyntin.	92
3.2.2.1	Efectividad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Alsyntin.	92
3.2.2.2	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Alsyntin.	98
3.2.3	IKI-7899.	103
3.2.3.1	Efectividad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899.	103
3.2.3.2	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899.	112
3.3	Respuesta en Larvas de <i>S. latifascia</i> a Alsyntin, Considerando Efectividad y Mortalidad.	120
3.3.1	Efectividad en Larvas de <i>S. latifascia</i> Tratadas con Alsyntin.	120

3.3.2	Mortalidad en Larvas de <i>S. latifascia</i> Tratadas con Alsys-tin.	125
3.4	Comparación de la Respuesta de Larvas de <i>S. frugiperda</i> y de <i>S. latifascia</i> a las BFUs Ensayadas.	131
3.4.1	Discusión de los Resultados Obtenidos.	131
3.4.2	Comparación de los Resultados Obtenidos con los Citados en la Literatura.	134
3.5	Comparación de la Respuesta a Alsys-tin en Larvas de <i>S. frugiperda</i> y de <i>S. latifascia</i> .	144
3.6	Consideraciones Finales.	146
	CONCLUSIONES	148
	RECOMENDACIONES	151
	LITERATURA CITADA	152
	APENDICE	163

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
I.	Duración en días y temperaturas efectivas de los diferentes estados del ciclo de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	42
II.	Duración en días de los diferentes estados del ciclo de vida de <i>Spodoptera latifascia</i> .	42
III.	Concentraciones de Dimilín, Alsystín e IKI-7899 aplicadas a larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>Spodoptera latifascia</i> .	54
IV.	Fechas de tratamientos de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>Spodoptera latifascia</i> (1987).	55
V.	Efectividad a las 24 horas en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con Dimilín (diflubenzurón).	86
VI.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de Dimilín en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	86
VII.	Mortalidad a los 7 días en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con Dimilín (diflubenzurón).	90
VIII.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de Dimilín en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	90
IX.	Efectividad a las 24 horas en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con Alsystín (triflumurón).	95
X.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de Alsystín en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	95
XI.	Mortalidad a los 7 días en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con Alsystín (triflumurón).	99

XII.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de AIsystin en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	99
XIII.	Efectividad a las 24 horas en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis totales.	104
XIV.	Intervalo de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis totales.	104
XV.	Efectividad a las 24 horas en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis bajas.	106
XVI.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis bajas.	106
XVII.	Efectividad a las 24 horas en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis altas.	108
XVIII.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis altas.	108
XIX.	Mortalidad a los 7 días en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis totales.	113
XX.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis totales.	113
XXI.	Mortalidad a los 7 días en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis bajas.	116

XXII.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis bajas.	116
XXIII.	Mortalidad a los 7 días en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> tratadas con IKI-7899 (clorofluazurón) - Dosis altas.	117
XXIV.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de IKI-7899 en larvas de estadio IV de <i>Spodoptera frugiperda</i> - Dosis altas.	117
XXV.	Efectividad a las 24 horas en larvas de <i>Spodoptera latifascia</i> tratadas con Alsystin (triflumurón).	124
XXVI.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CE ₅₀ de Alsystin en larvas de <i>Spodoptera latifascia</i> .	124
XXVII.	Mortalidad a los 7 días en larvas de <i>Spodoptera latifascia</i> tratadas con Alsystin (triflumurón).	127
XXVIII.	Intervalos de confianza al 95% para los valores de CL ₅₀ de Alsystin en larvas de <i>Spodoptera latifascia</i> .	127
XXIX.	CE ₅₀ en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>Spodoptera latifascia</i> tratadas con BFUs.	132
XXX.	CL ₅₀ en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>Spodoptera latifascia</i> tratadas con BFUs.	132

INDICE DE FIGURAS

		Página
FIG. 1.	Frascos de cría para larvas. Cámaras de apareamiento y de oviposición.	36
2.	Huevos de <i>S. frugiperda</i> .	38
3.	Pupas de <i>S. frugiperda</i> (a) y de <i>S. latifascia</i> (b).	38
4.	Aspecto de la colonia.	57
5.	Platos Petri con larvas mantenidas individualmente, después del tratamiento.	57
6.	<i>S. frugiperda</i> : genitalia del macho (cara interna de la valva).	62
7.	<i>S. latifascia</i> : genitalia del macho (cara interna de la valva).	63
8.	Adulto macho de <i>S. frugiperda</i> .	65
9.	Adulto hembra de <i>S. frugiperda</i> .	65
10.	Adulto macho de <i>S. latifascia</i> .	67
11.	Adulto hembra de <i>S. latifascia</i> .	67
12.	Larva de <i>S. frugiperda</i> , región posterior. Vista dorsal.	69
13.	<i>S. frugiperda</i> , larva. Vista lateral.	69
14.	<i>S. latifascia</i> , larva de 7 días. Región posterior. Vista dorsal.	70
15.	<i>S. latifascia</i> , larva próxima a la pupación.	70
16.	Larva tratada con Alsystin, presentando doble cápsula cefálica y muda en los primeros segmentos torácicos. Vista lateral.	72

17.	Larva tratada con Alsystin presentando doble cápsula cefálica y muda en los primeros segmentos torácicos. Vista dorsal.	72
18.	Larva tratada con Alsystin, mostrando muda parcial con retención de la cutícula del estadio anterior en los últimos segmentos abdominales. Vista dorsal.	74
19.	Larva tratada con Alsystin, mostrando muda parcial con retención de la cutícula del estadio anterior en los últimos segmentos abdominales. Vista lateral.	74
20.	Larva tratada con Alsystin, mostrando áreas alternas de muda y de retención de la cutícula vieja. Vista dorsal.	75
21.	Larva tratada con Alsystin, mostrando áreas alternas de muda y de retención de la cutícula vieja. Vista lateral.	75
22.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Dimilin.	88
23.	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Dimilin.	93
24.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Dimilin.	94
25.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Alsystin.	97
26.	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Alsystin.	101
27.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con Alsystin.	102
28.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.	105
29.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.	107

30.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.	109
31.	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.	115
32.	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.	118
33.	Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.	119
34.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.	121
35.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.	122
36.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. frugiperda</i> Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.	123
37.	Efectividad a las 24 Horas en Larvas de <i>S. latifascia</i> Tratadas con Alsystin.	126
38.	Mortalidad en Larvas de <i>S. latifascia</i> Tratadas con Alsystin.	128
39.	Efectividad y Mortalidad en Larvas de <i>S. latifascia</i> Tratadas con Alsystin.	129

RESUMEN

Con la finalidad de registrar el efecto y de evaluar en laboratorio la susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* y de *S. latifascia* a diferentes Inhibidores del Crecimiento en Insectos ("IGRs") se permitió que larvas a los siete días de la eclosión, correspondientes al estadio IV para *S. frugiperda*, se alimentaran durante 12 horas consecutivas en hojas de maíz tratadas por inmersión en soluciones a las concentraciones de 2.34-500 ppm para Dimilin 25% Polvo Mojable (PM), de 2.34-37.5 ppm para Alsystin 25% Polvo Mojable (PM) y de 58 ppb a 37.5 ppm para IKI-7899 5% Concentrado Emulsionable (CE). Las larvas fueron criadas a la temperatura de 26.4 °C y a una HR entre el 80-100%, con dieta constituida por hojas frescas de maíz. Los efectos observados en los tres productos se refieren a perturbaciones en la ingesta normal de alimento y evidencias morfológicas de trastornos en el proceso de la muda del estadio larval tratado al siguiente, los cuales incluyen retención de parte de la cutícula vieja, sea en la cápsula cefálica, en el tórax o en el abdomen en forma continua o discontinua. Considerando Concentración Efectiva Media (CE₅₀) y Concentración Letal Media (CL₅₀) como los estimados de la concentración del producto capaz de inhibir la ingesta de alimento o de provocar la muerte en un 50% de la muestra tratada, los valores encontrados en *S. frugiperda* para la CE₅₀ a las 24 horas después del tratamiento fueron de 8.61 y de 3.83 ppm para Dimilin y Alsystin; para IKI-7899 se observó un efecto diferencial para las dosis altas entre 1.56 y 37.5 ppm y para las dosis bajas, entre 58 ppb y 0.52 ppm, con CE₅₀ respectivas de 2.18 y de 0.23 ppm. Las CL₅₀, considerando la mortalidad acumulativa hasta los siete días después del tratamiento fueron de 4.69, 4.52 y 0.19 ppm para Dimilin, Alsystin e IKI-7899, este último 20 veces más tóxico que los anteriores. La CE₅₀ y la CL₅₀ para Alsystin en *S. latifascia* fueron de 34.4 y de 41.74 ppm respectivamente, alrededor de 10 veces mayores para lograr los mismos efectos que en *S. frugiperda*. El valor de la pendiente en general se mantuvo por debajo de 0.1, probablemente debido a que gran parte de las dosis empleadas causaron el 100% de efectividad o de mortalidad.

SUMMARY

With the intention of determining the effects and evaluating in laboratory the susceptibility of *Sporoptera frugiperda* and *S. latifascia* to different IGRs, larvae on the seventh day of eclosion corresponding to stage IV for *S. frugiperda* were permitted to feed for 12 consecutive hours on corn leaves treated by immersion in solutions in concentrations of 2.34-500 ppm for Dimilin 25% WP, 2.34-37.5 ppm for Alsystin 25% WP, and 58 ppb to 37.5 ppm for IKI-7899 5% EC. The larvae were grown at temperatures of 26.4 °C and at HR between 80-100%, with a diet consisting of fresh corn leaves. The effects that were observed for the three products refer to the disturbances in the normal ingestion of food and morphologic evidence of complications in the process of change from the treated larval stage to the next, which include retention of part of the old skin, whether in the cephalic capsule, in the thorax or abdomen, in continuous or discontinuance form. Considering CE₅₀ and CL₅₀ as estimates of the concentration of the product capable of inhibiting the ingestion of food or causing death in 50% of the treated specimen, the values found in *S. frugiperda* for CE₅₀ at 24 hours after the treatment were 8.61 and 3.83 ppm for Dimilin and Alsystin; for IKI-7899 there was observed a differential effect for higher doses between 1.56 and 37.5 ppm and for low doses, between 58 ppb and 0.52 ppm, with CE₅₀ respectively that of 2.18 and 0.23 ppm. Those of CL₅₀, considering the accumulative mortality up to seven days after treatment, were 4.69, 4.52 and 0.19 ppm for Dimilin, Alsystin and IKI-7899, this last being 20 times more toxic than the preceding. The CE₅₀ and the CL₅₀ for Alsystin in *S. latifascia* were 34.40 and 41.74 ppm respectively, approximately 10 times greater to achieve the same effects than in *S. frugiperda*. The value of the slope in general was maintained below 0.1 probably because a large part of the doses used caused 100% of the effectiveness or mortality.

INTRODUCCION

El género *Spodoptera*, primariamente tropical y subtropical, está integrado en el Hemisferio Occidental por 14 especies (Todd & Poole 1980), muchas de las cuales constituyen plagas de importancia económica en numerosos cultivos. *S. frugiperda* (J. E. Smith), distribuida desde el sur de Canadá hasta Chile y Argentina, es una especie encontrada muy frecuentemente en las áreas agrícolas de la región y su identificación no ofrece mayores dificultades, no así para *S. latifascia* (Walker), que ocurre en parte de los E.U.A., México y el Caribe (Todd & Poole *supra*, King & Saunders 1984), y que en Panamá es encontrada como plaga secundaria en el cultivo de tomate en ciertas áreas formando, al parecer, conjuntamente con otras especies del género, un complejo poco conocido.

S. frugiperda es un insecto altamente polífago, cuyo rango de hospederos es amplio. En la región centroamericana, el espectro de diversificación de plantas en las áreas agrícolas es muy grande; de éstas, las gramíneas, que constituyen gran parte de los cultivos, se encuentran disponibles en mayor o menor grado tanto en la estación seca como en la lluviosa, ocupando extensas parcelas de los terrenos no cultivados. Estas características son

precisamente las que permiten el sostenimiento de poblaciones de la especie durante todo el año.

Su importancia como plaga varía de acuerdo a las características del cultivo, variedades de plantas presentes y condiciones climáticas, factores que, entre otros, condicionan los términos de manejo; en muchas ocasiones éste no es adecuadamente orientado, debido a la escasez o a la ausencia completa de datos que permitan establecer el nivel de daño económico (Navas 1976).

El control químico de *S. frugiperda* puede ser logrado con el empleo de diversos insecticidas convencionales (Andrews 1980); por otra parte aún cuando se han identificado numerosos enemigos naturales en poblaciones de este insecto (Ashley 1986), hasta la fecha no se ha llegado a establecer consistentemente su control biológico como alternativa altamente deseable en comparación con los métodos reductores tradicionales (Gross & Pair 1986).

El uso de insecticidas por sí sólo no provee soluciones apropiadas y más bien, muy frecuentemente, conduce al aumento de los problemas en el control de las plagas insectiles; la inclinación actual es la aplicación de programas de manejo integrado, en los cuales se desarrollan y se introducen gradualmente nuevos medios y técnicas de control (Brader 1982); la concepción ecológica,

como parte de este enfoque, requiere el uso de sustancias químicas selectivas.

Las benzoilfenilureas (BFUs), sustancias sintéticas desarrolladas a partir de 1978, son favorables tanto en el sentido de un menor costo ecológico como económico por su alta actividad sobre los insectos, baja toxicidad para los Vertebrados, y su relativa selectividad en favor de los Arthropoda hacia los cuales no va dirigida la aplicación (Maas et al. 1981). Estas representan un potencial que favorece la sobrevivencia de insectos benéficos (Westigard 1979) al mismo tiempo que, mediante la aplicación de dosis muy bajas, alcanzan el control efectivo de las poblaciones sin eliminarlas completamente, permitiendo la subsistencia de los enemigos naturales (Hejazi & Granett 1986).

Por otra parte, el continuo surgimiento de resistencia a los insecticidas convencionales demanda la incorporación de sustancias con modo de acción diferente a las que se encuentran en uso en la actualidad. Los resultados positivos obtenidos en el control de plagas altamente resistentes tales como *Pseudoplusia includens*, *Plutella xylostela* (Reed & Bass 1980, Perng & Sun 1987) y en nuestro medio sobre *Keiferia lycopersicela* y *Scrobipalpula* sp (Gordón 1986), son evidencias concretas de las perspecti-

vas que se abren para el uso secuencial de esta línea de productos sobre los ya existentes, con la finalidad de disminuir la presión de selección.

La respuesta a las BFUs es lenta, acorde con sus características toxicológicas, una vez que éstas actúan como inhibidores de la síntesis de quitina. Aún cuando los efectos no se observen hasta la siguiente muda y la muerte pueda no ocurrir sino después de varios días, el insecto se encuentra, de hecho, inhabilitado en un menor plazo para ejercer normalmente algunas de sus funciones entre las cuales se encuentra la ingestión de alimento, lo que en términos prácticos correspondería a una manifestación de "efectividad".

REVISION DE LITERATURA

1. Especies Estudiadas.

1.1 Identificación de las Especies.

En la definición de las especies de la familia Noctuidae las características de la genitalia asumen aún más importancia que en otros grupos debido a la debilidad de los rasgos externos. La genitalia del macho se ha utilizado con más frecuencia que la de la hembra, a la cual se hacen referencias muy superficiales debido a las dificultades técnicas que ofrece su estudio (Forbes 1954). Entre las estructuras consideradas de importancia por este autor se encuentran la morfología de las valvas, del aedeagus y de la vesica. Según su criterio cada valva está compuesta de dos segmentos: la valva propiamente dicha y el clasper. En la primera se distinguen principalmente la costa, el digitus, el sacculus, la valvula y el cucullus.

Levy & Habeck (1973) publicaron una clave para la identificación de larvas maduras de siete especies del género *Spodoptera* que se encuentran distribuidas al oeste de los E.U.A. Estas exhiben entre sí una gran similitud morfológica, de manera que este aspecto no permite la se-

paración de las especies, según destacan estos autores. Sin embargo, los patrones de coloración, a pesar de la alta variabilidad intraespecífica, conservan ciertas características lo suficientemente constantes para que sean válidas y útiles en su identificación.

Todd & Poole (1980) reportaron para el Hemisferio Occidental 14 especies del género *Spodoptera*, de las cuales siete se encuentran en el área de Centro América y el Caribe (King & Saunders 1984), según se conoce hasta la fecha.

Todd & Poole supracit presentaron dos tipos de clave para la identificación de las especies, ambas relativas al insecto adulto. La primera considera la maculación y la coloración de las alas, incluyendo tanto a los machos como a las hembras; la segunda de ellas se basa en la genitalia del macho, esencialmente en la morfología de la valva y, en forma complementaria, del aedeagus. En ambas, tanto la terminología como la interpretación morfológica se fundamentan en Forbes supracit.

1.2 Aspectos de Biología y Control.

El desarrollo de *S. frugiperda*, así como el de otros insectos, es afectado por la temperatura y por el substrato alimenticio. La utilización de dieta artificial,

plantas hospederas diversas o de distintas etapas fenológicas de las mismas, pueden conducir a resultados no coincidentes.

Entre los numerosos autores que estudiaron el ciclo de vida de esta especie se encuentran Labrador (1967), Blahutiak (1970), Barfield et al. (1978), Alvarez & Sánchez (1983), Crocomo & Parra (1985) y Barfield & Ashley (1987), cuyos parámetros de cría fueron los que más se acercaron a los utilizados en el presente ensayo. King & Saunders (1984) publicaron datos sobre la biología tanto de *S. frugiperda* como de *S. latifascia*.

En Panamá se encuentran poblaciones de *S. frugiperda* durante todo el año debido a su alto grado de polifagia y a la abundancia de hospederos, sin embargo, las infestaciones más severas ocurren entre mayo y junio, al inicio de la estación lluviosa, principalmente en cultivos de maíz, arroz y sorgo.

En muchos casos, la preocupación causada por el alto grado de defoliación y el pobre conocimiento sobre el comportamiento del cultivo, traen como consecuencia acciones poco adecuadas, aún cuando se trata de un insecto bastante conocido y de fácil control con el uso de insecticidas (Navas 1976). Los insecticidas empleados con mayor frecuencia en Centro América y áreas cercanas inclu-

yen muchos de los productos orgánicos sintéticos convencionales, según lo indicado por Andrews (1980) en un trabajo que consiste en una revisión sobre aspectos biológicos y de control de *S. frugiperda* en esa región.

Brader (1982) considera que en los ecosistemas tropicales las poblaciones de insectos plaga pueden ser mantenidas en niveles comparativamente bajos, siempre y cuando su manejo sea orientado con propiedad, destacando la tendencia al desarrollo y a la aplicación de programas de control integrado.

La información disponible en la literatura sobre la distribución geográfica y los niveles de parasitismo sobre *S. frugiperda* en cultivos identificados en Norte, Centro y Sur América, fue sintetizado por Ashley (1986). Su impacto, así como el de los depredadores que actúan como reguladores de población de la plaga en la región sureste de E.U.A., fue revisado por Gross & Pair (1986). Estos autores señalan que hasta ese momento los esfuerzos fragmentados para promover el control biológico de la especie fueron insuficientes para lograr resultados efectivos.

2. Efecto de Dimilin, Alsystin e IKI-7899, en larvas de *S. frugiperda* y *S. latifascia*.

2.1 Quitina: Características y Síntesis.

La quitina es encontrada como material de refuerzo en muchos grupos de invertebrados (Jeuniaux 1965, Neville 1975) y en algunos grupos de plantas inferiores (Muzzarelli 1977), sin embargo, ella está ausente en los vertebrados y en las plantas superiores. En los insectos es uno de los constituyentes fundamentales de la cutícula y de la membrana peritrófica.

Químicamente, la quitina es un polisacárido, se compone de unidades biopoliméricas lineales de N-acetil-D-glucosamina enlazadas en uniones 1,4-glucosídicas, en las cuales un grupo hidroxilo del C₂ del anillo glucosídico está substituido por un grupo acetilamino. Estos se cristalizan y se fusionan formando haces de microfibrillas, las cuales se encuentran asociadas a una matriz proteica (Weis-Fogh 1969, Neville supracit). La cantidad, ordenamiento e interacción de sus componentes individuales son los elementos que le confieren a las estructuras quitinizadas muchas de sus propiedades, incluyendo la resistencia a insecticidas (Ker 1977, Grosscurt 1978).

La síntesis, efectuada a nivel de las células epidérmicas y del epitelio intestinal, comprende una serie de transformaciones bioquímicas. Los procesos cíclicos de síntesis y degradación están regulados directamente por la ecdisona, que actúa fundamentalmente de dos maneras: en la incorporación de amino-azúcares y en la síntesis de proteínas dependientes de RNA, tales como enzimas y proteínas estructurales. Ambos elementos son esenciales para la formación integral de la cutícula completa (Kimura 1973, Ferkovich et al 1981).

En los insectos, la velocidad y el patrón de síntesis de la quitina pueden variar para las diferentes especies, tanto en los distintos estados del ciclo de vida como durante alguno de ellos en particular. En las larvas de estadio V de *Prodenia eridania* el nivel máximo de síntesis de quitina y la mayor actividad de la quitina sintetasa ocurrieron al final del periodo (Porter & Jaworski 1965) y en aquellas de *Galleria mellonella* y de *Plodia interpunctella* se verificaron al inicio del mismo (Ferkovich et al. 1981); en *Choristoneura fumiferana* y en *Malacosoma disstria* la síntesis fue alta en las fases temprana y tardía durante el estadio VI (Retnakaran et al. 1980). En *Spodoptera littoralis* la velocidad de incorporación de glucosa fue casi nula al momento de la muda, aumentando en las primeras horas subsiguientes hasta

alcanzar un máximo y declinando hacia la próxima muda (Neumann & Guyer 1983). En *S. frugiperda*, el depósito de la endocutícula en forma lamelar ya había ocurrido a las 24 horas después de la muda larval hacia el estadio VI, tomando la forma granular a las 48 horas (Segistán 1983).

2.2 Benzoilfenilureas (BFUs).

Entre las diversas sustancias capaces de inhibir la síntesis de quitina se encuentran las benzoilfenilureas bioactivas, descubiertas inesperadamente por investigadores de la Philips-Duphar, Holanda, alrededor de 1970, por la combinación de las estructuras básicas de los herbicidas diclobenil y diuron. Maas et al. (1981) revisaron ampliamente las investigaciones realizadas sobre las mismas incluyendo tanto aspectos básicos como aplicados.

2.2.1 Modo de Acción.

Los compuestos sintetizados en la primera serie, entre los cuales se encuentra el diflubenzurón (DFB), mostraron una alta actividad insecticida. Después de la ingestión de hojas tratadas, las larvas de los insectos en observación no presentaron síntomas de envenenamiento sino hasta la siguiente muda (Van Daalen et al. 1972, Wellínga et al. 1973). Al hacer uso de distintas benzoilfenilureas, otros autores, como Retnakaran & Smith (1975)

y Retnakaran (1982) en *Choristoneura fumiferana*, Reed & Bass (1980) en *Pseudoplusia includens*, Segistán (1980, 1983) en *Spodoptera frugiperda* y Granett et al. (1983) en *S. exigua*, observaron alteraciones del tegumento a consecuencia de mudas incompletas y de la fragilidad del exoesqueleto.

Las perturbaciones registradas debido al uso de estos reguladores del crecimiento de los insectos ("IGRs") incluyen la ocurrencia simultánea de rasgos larvales y pupales en larvas de estadio VI en el proceso de muda hacia pupa (Retnakaran & Smith 1975, Segistán supracit), malformaciones en el tegumento de la larva y extrema fragilidad del mismo, ocasionando rupturas aún con el manejo más cuidadoso y desarrollo diferencial de las mandíbulas impidiendo su cierre normal (Retnakaran 1982). Las observaciones histológicas revelaron lesiones cuticulares típicas y en algunos casos menor espesor de la endocutícula (Mulder & Gijswijt 1973, Grosscurt 1978, Segistán 1983, Hassan & Charnley 1987).

Otros productos sintetizados después del DFB incluyen el IKI-7899, Bay Sir 8514 y varios análogos. En relación al primero de ellos Haga et al. (1982, 1985) comunicaron el desarrollo de una serie de benzoilfenilureas que presentan un grupo de substitución piridiloxil en la

posición para del anillo de anilina. En estudios cuantitativos de correlación de estructura-actividad (QSAR), estos autores encontraron que los factores importantes para la actividad insecticida son el carácter hidrófobo de la molécula íntegra y también su comportamiento frente al metabolismo degradativo.

Las BFUs no actúan sobre la biotransformación de los azúcares precursores y no tienen efectos directos cualitativos ni cuantitativos sobre la deposición de las proteínas cuticulares, tampoco sobre el proceso de esclerotización de las mismas. Sin embargo, uno de los efectos secundarios puede ser una alteración en la estructura de la matriz cuticular como consecuencia de la ausencia de quitina (Hunter & Vincent 1974, Verloop & Ferrell 1977, Ker 1977).

Hajjar & Cassida (1978), utilizando sistemas in vitro libres de factores exógenos en *Oncopeltus fasciatus*, verificaron una buena correlación positiva entre la potencia insecticida de una serie de 24 compuestos de tipo benzoilfenilurea y la inhibición de síntesis de quitina. Esta resulta de una acción directa en el tegumento más bien que de efectos extracuticulares sobre los niveles hormonales. O'Neill et al. (1977) encontraron que en *Stomoxys calcitrans* el DFB altera claramente el mecanismo

involucrado en la producción de cutícula, sin interferencia con los niveles de ecdisona. Cohen (1987), en base a una revisión de literatura, considera que la interferencia con el sistema endocrino del insecto es secundaria. Probablemente el efecto ocurre en la polimerización terminal, como lo indica la acumulación del orden del 32% de Uridina Difosfato N-Acetil-Glucosamina (UDF-NAc Glc), en el tegumento 20 minutos después de la administración de DFB (Hajjar & Casida supracit).

Por otra parte, el complejo quitinasintetasa extraído tanto de insectos como de hongos se mostró insensible a la acción de las BFUs. Aparentemente, su modo de acción reside en los mecanismos que regulan la polimerización de la quitina in situ; sin embargo, la naturaleza precisa de la lesión bioquímica queda aún por determinar (Cohen 1985, 1987; Cohen et al. 1986).

2.2.2 Efectos de las BFUs Sobre Larvas de Lepidoptera

Paralelamente a los estudios sobre el mecanismo de acción se han realizado numerosos ensayos con estas sustancias en la búsqueda de mejores alternativas para el manejo de muchas plagas.

Las BFUs ejercen efectos sobre los varios estados del ciclo de vida y en la reproducción del insecto. Sin

embargo, no presentan efectos letales directos sobre ninguno de ellos.

2.2.2.1 Efectos en Especies del Género *Spodoptera*.

Segistán (1980) observó que el DFB incluido en la dieta de larvas de *Spodoptera frugiperda* en varios estadios y a diferentes dosis causa perturbaciones en el proceso de muda entre los mismos, así como de larva a pupa y de pupa a adulto. Cuando el tratamiento se efectuó en larvas en el estadio I, se observó una reducción en la mortalidad a cada muda sucesiva de las mismas. Por otra parte, el 14 y el 17% de las larvas en los estadios III y V, tratadas por separado, no lograron mudar con la ingestión continua por 48 horas de hojas de maíz tratadas por inmersión con Dimilin 25% PM a concentraciones de 1.0 a 0.0625 ppm. La respectiva mortalidad larval acumulativa hasta prepupa fue de 76.5% y de 76.7%. Las larvas neonatas que se alimentaron del corion de huevos tratados por inmersión presentaron un 100% de mortalidad a 1.25 ppm. El autor confirmó sus propios resultados para la dosis de 1.0 ppm (Segistán 1983).

El efecto de las BFUs fue estudiado en *Spodoptera littoralis* por varios autores. Ascher & Nemny (1976a, 1976b) variaron los parámetros correspondientes al peso,

concentración, tiempo de exposición y método de aplicación en larvas sometidas a la acción del DFB, encontrando que éste posee alta actividad, tanto cuando es ingerido con hojas de alfalfa tratadas como al ser aplicado por inyección. Verificaron también que cuanto menor era el peso de las larvas al iniciarse el tratamiento, más temprano ocurría la mortalidad durante el desarrollo. La formación de pupas anormales y la no emergencia de adultos solamente se observó cuando las larvas se alimentaron por lo menos durante dos días seguidos sobre la planta tratada. Al aplicar tópicamente una solución de DFB en acetona, pudieron también constatar una significativa acción de contacto.

Ascher et al. (1979) compararon la toxicidad de Bay Sir 8514 y de DFB en larvas agrupadas por distintos rangos de peso. Con el tratamiento por ingestión de hojas de alfalfa sumergidas en soluciones preparadas a partir de CE, el Bay Sir 8514 ejerció una mayor actividad y actuó a concentraciones más bajas, en comparación con resultados previos para el DFB. Por aplicación tópica en larvas de 100 mg, la Dosis Efectiva Media (DE₅₀) fue de 0.034 ug/larva y de 0.074 ug/larva para el Bay Sir 8514 y para el DFB respectivamente, considerando la mortalidad antes del estadio prepupal; cuando ésta se tomó hasta la emergencia del adulto, el valor de la DE₅₀ fue de 0.023

ug/larva y de 0.04 ug/larva. Esta razón aproximada de 1:2, la cual indica el doble de la toxicidad para el Bay Sir 8514, sigue manteniéndose cuando se considera la mortalidad en la muda de larva a pupa.

Sin embargo, los resultados de Abbassy et al. (1980), quienes utilizaron la misma especie y metodología similar, discrepan de los reportados por Ascher et al. supracit, una vez que aquellos encontraron que el DFB fue más potente que el Bay Sir 8514 tanto en las pruebas por ingestión como por aplicación tópica. La CE₅₀ para larvas de estadio V fue de 15 y de 20 ppm para el DFB y para el Bay Sir respectivamente, por ingestión. Ambos compuestos exhibieron un significativo efecto esterilizante en los adultos que emergieron a partir de larvas tratadas. Los mismos autores, al someter un linaje susceptible a insecticidas criado en laboratorio a una presión de selección continua durante 15 generaciones a partir de la DE₅₀ previamente determinada, observaron el desarrollo de una razón de resistencia de 12.5 veces; los datos obtenidos para los niveles de resistencia cruzada fueron de 1.3 y de 6.0 veces en linajes seleccionados respectivamente para Tamarón y Dursban. Los resultados expuestos indicaron que existe un potencial de resistencia para este tipo de producto.

Scheurer et al. (1983) infestaron en laboratorio hojas de algodón después de 3-9 días del tratamiento en campo con CGA 112'913 (IKI-7899) 5% CE y 25% PM con larvas de estadio II, bajo un régimen de alimentación continua. Se encontró que la actividad insecticida fue muy buena aún cinco días después de la infestación y que la mortalidad fue mayor con la formulación CE que con la formulación PM.

Neumann & Guyer (1983) compararon el efecto del DFB y del CGA 112'913 en larvas de estadio VI, observando diferencias en el comportamiento según el tipo de estudio realizado. En base a los datos obtenidos en pruebas de incorporación de glucosa tanto in vitro como in vivo, considerando las primeras horas después del tratamiento, los autores demostraron que el CGA 112'913 fue un inhibidor mucho más débil que el DFB, al exhibir una actividad intrínseca 100 veces mayor. Sin embargo, en las pruebas in vivo, cuando la evaluación fue hecha después de 24 horas, el DFB se mostró 100 veces menos efectivo que el CGA 112'913. Neumann & Guyer supracit concluyen que en *S. littoralis* éste posee una estabilidad mucho mayor que el DFB, bloqueando de manera más eficiente la síntesis de quitina. Cuando la inhibición fue evaluada a intervalos superiores a las 48 horas después del tratamiento, se es-

timó que la vida media del DFB en la larva fue de tres horas, en tanto que la del CGA 112'913 fue de 40-50 horas. En las pruebas con alimentación continua se encontró que la Concentración Letal Media (CL₅₀) fue de 0.9 y de 0.05 ug/ml respectivamente para el DFB y para el CGA 11'913. Los autores consideran que *S. littoralis* es una especie que degrada muy eficientemente el DFB.

Ishaaya et al. (1984) trataron tópicamente larvas de 100 y de 200 mg con DFB e IKI-7899 preparados en solución de acetona; en la evaluación hecha 14 días después, encontraron que la DE₅₀ fue de 0.02 u g/larva para el IKI-7899 y de 0.08 u g/larva para el DFB. En este caso la razón de la DE₅₀ para la mortalidad larval antes del estadio pupal fue 4.3 veces mayor para el IKI-7899, en tanto que para la mortalidad acumulativa hasta la emergencia, la razón fue de 5.3; este incremento indica una mayor mortalidad pupal para el IKI-7899. En las larvas de 200 mg la razón fue solamente de 2.0, mostrando que este producto es más efectivo especialmente en los primeros estadios larvales de *S. littoralis*. La diferencia en la pendiente de la curva de mortalidad y la alta potencia sugieren la posibilidad de que el IKI-7899 puede actuar en sitios bioquímicos adicionales, relacionados o no con la inhibición de la síntesis de quitina, los cuales no son afectados por el DFB.

Radwan et al. (1986) determinaron que la CL_{50} para las larvas de estadio IV tratadas con Dimilin 25% PM y Bay Sir 8514 10% CE fue 64.75 y 33.53 ppm respectivamente. Los autores utilizaron un linaje de *S. littoralis* susceptible a insecticidas, cuyas larvas se alimentaron durante 24 horas con hojas de frijol castor tratadas por inmersión, procediéndose a la evaluación siete días después.

Haga et al. (1982, 1985) ensayaron el efecto de una serie de benzoil(piridiloxifenil)ureas en *S. litura* y demostraron la efectividad larvicida del IKI-7899.

Granett et al. (1983) determinaron la toxicidad del DFB, Bay Sir 8514 y del UC 62644 (IKI-7899) en larvas de *S. exigua*, con tratamientos cuticulares y por ingestión. En los ensayos con larvas de estadio I tratadas por ingestión, la CL_{50} para el UC 62644, para el DFB y para Bay Sir fue de 0.23, 1.4 y 0.1 ppm respectivamente; para larvas del estadio IV la misma fue de 1.5 y 1.7 ppm para el DFB y para el Bay Sir 8514; en los ensayos por aplicación tópica ésta correspondió a 0.53 y a 0.12 ug/larva. Al comparar el efecto de las formulaciones del DFB producto técnico y PM 25% administrado oral y tópicamente, no se registraron diferencias significativas en cuanto a la to-

xicidad.

2.2.2.2 Efectos en Otras Especies de Lepidoptera.

Las BFUs han sido investigadas ampliamente en insectos que causan daños a los bosques en la región Neártica, particularmente en *Choristoneura fumiferana*. En esta especie también se observaron trastornos morfológicos tanto en larvas como en pupas tratadas con diferentes productos; las pruebas por ingestión efectuadas con DFB, Bay Sir 8514 y UC-62644 permiten comparar la efectividad de los mismos y considerar otros aspectos adicionales.

En larvas de estadio III y IV los valores de la CE₅₀ fueron de 36 y de 15 ppm respectivamente, cuando se aplicó DFB; éstos se consideraron relativamente altos en comparación con los valores obtenidos para otras especies y pueden explicar en parte los pobres resultados logrados en campo. Las larvas no son afectadas por el tratamiento tópico, indicando que la ingestión es esencial. La susceptibilidad al DFB aumenta en cada muda sucesiva, y es posible que las diferencias intrínsecas propias de los diferentes estadios afecten la eficiencia del producto (Retnakaran & Smith 1975, Granett & Retnakaran 1977).

Las aplicaciones de Bay Sir 8514 25% PM en larvas de tercero a sexto estadios, evaluados separadamente, proyectaron una CE₅₀ entre 0.05 y 0.08 ppm y una CE₉₅ entre 0.50 y 1.65 ppm (Retnakaran 1980). Para estos mismos estadios, mediante la aplicación del UC-62644 25% PM la CE₅₀ fue de 0.1 a 0.2 ppm, mostrándose el tercero y el cuarto igualmente susceptibles; consecuentemente la CE₅₀ para el UC-62644 fue mucho más baja que la del DFB y más alta que la del Bay Sir 8514. Sin embargo los efectos de estos productos se verificaron solamente después de cinco días, en tanto que para el UC-62644 el tiempo fue de dos o menos días. Aún cuando las pruebas por inmersión y por aplicación tópica indican una cierta actividad de contacto del UC-62644, no se conoce el mecanismo por el cual el compuesto ingresa al cuerpo del insecto; el efecto primario, sin embargo, parece ser por ingestión (Retnakaran 1982).

En larvas de estadio III de *Lymantria dispar*, al aplicar DFB producto técnico en solución de acetona a la dieta artificial, Abdelmonem & Mumma (1981) registraron valores de 0.052 y 0.089 ppm para la CE₅₀ y para la CE₉₅ respectivamente, considerando hasta la muda siguiente, de 0.009 y 0.027 ppm hasta la segunda muda; para el estadio V los valores fueron más altos en la primera muda y similares en la segunda.

El DFB es efectivo en varios estados del ciclo de vida de *Laspeyresia pomonella*, al mismo tiempo que muestra un potencial que permite la sobrevivencia de los enemigos naturales (Westigard 1979). El daño que esta especie causa a los frutos atacados sólo puede ser evitado si se controlan los adultos, los huevos o los primeros estadios larvales. La exposición directa de estos últimos a la superficie de frutos tratados no afecta su sobrevivencia (Hoying & Riedl 1980). Sin embargo, Elliott & Anderson (1982) encontraron una CE₅₀ de 48.2 y de 8.1 ppm para larvas de estadio I y II respectivamente. Los autores explican la diferencia indicando que la actividad larvívora depende claramente del tiempo de exposición al producto y de la cantidad ingerida.

Una vez que fueron constatadas diferencias en la susceptibilidad de diversas especies de Lepidoptera al DFB, algunos investigadores realizaron pruebas tendientes a aclarar los mecanismos fisiológicos involucrados. Retnakaran (1982) mencionan como posibles causas la conformación del receptor o la concentración del DFB en el sitio receptor, eficiencia en la detoxificación, contenido relativo de quitina en el tegumento, patrón de síntesis de quitina y absorción del DFB.

Considerando a *C. fumiferana* como una especie relativamente tolerante y a *M. disstria* altamente susceptible, Retnakaran et al. (1979), ensayaron con las tres últimas posibilidades, verificando que el patrón de síntesis de quitina es básicamente similar en ambas especies y que en *C. fumiferana* la cantidad de quitina es menor que en *M. disstria*. Concluyen, sin embargo, que la razón primaria de las diferencias en la susceptibilidad se debe a una menor retención del producto tóxico ingerido, puesto que las larvas de *C. fumiferana* retuvieron solamente el 10.5% del C-14 diflubenzurón aplicado, y las de *M. disstria* el 45.1%.

Van der Molen in Van Eck (1981) observó en larvas de varias especies alimentadas con medio sintético grandes diferencias en la toxicidad del DFB, registrando valores de DL₅₀ para *Pandemia heparana*, *Archips rosana*, *Adoxophyes orana*, *Archips podana* y *Laspeyresia pomonella* de 210, 43, 21, 0.6 y 0.03 ppm, respectivamente. Sin embargo, la DL₅₀ encontrada por Van Eck (1981) para *A. orana* y para *L. pomonella* correspondió a 3.6 y 0.4 ppm, en larvas de estadio V sometidas a alimentación continua. Este autor detectó una clara diferencia en la cantidad del DFB ingerido por ambas especies a través de mediciones hechas del producto marcado radioactivamente en la hemolinfa. Por otra parte, encontró que, a diferencia de *L. pomone-*

lla, en *A. orana* la síntesis de quitina es más importante al final del último estadio larval con un considerable aumento en el estado pupal, debido a que las larvas de esta especie son menores y que sus pupas y adultos son mayores que los de *L. pomonella*. Las diferencias en la susceptibilidad de estas dos especies al DFB se atribuyen al patrón de ingestión y a la síntesis de quitina.

Hejazi & Granett (1986) realizaron un informe completo sobre el efecto a largo plazo de concentraciones subletales con valores inferiores a la CL_{10} de Alsystin y de UC-62644, administrados con la dieta, sobre una generación completa de *Platynota sultana* en laboratorio; tomaron como referencia los parámetros de la tabla de vida correspondientes a sobrevivencia, tiempo de desarrollo y fecundidad y los sometieron a un análisis de manera integral. Previamente otros investigadores determinaron que la CL_{50} para los dos primeros estadios, en un periodo de quince días, corresponde a 140 ppm para Alsystin 25% PM y a 1.36 ppm para el UC-62644, con igual formulación. El efecto general del Alsystin sobre la población se debió más bien a la mortalidad larval y pupal que a la sobrevivencia de los adultos o a la fecundidad; el UC-62644 no tiene efectos tóxicos notables a corto plazo sobre larvas de *P. sultana* cuya sobrevivencia disminuye apenas ligera-

mente; sin embargo, ocurre un aumento significativo tanto de la mortalidad pupal como la del adulto y una reducción drástica de la fecundidad. El tiempo necesario para que una población se duplique a sí misma (TD) en los grupos tratados con relación a los controles fue de dos y de trece veces mayor para Alsyslin y para UC-62644 respectivamente, lo que representa una tremenda reducción poblacional.

Georghiou (1972) revisó ampliamente la literatura sobre los mecanismos biológicos del desarrollo de resistencia en los insectos. Debido a que, con el uso de insecticidas convencionales, actualmente algunas plagas presentan dificultades de manejo, se hacen necesarios productos con un modo de acción distinto al de los existentes; en estos casos, las BFUs pueden constituir una alternativa adecuada.

Pseudoplusia includens, con problemas de resistencia y de resurgencia en soya, en E.U.A., se ha mostrado susceptible al DFB. Reed & Bass (1980) determinaron las curvas de dosis-mortalidad para varios estadios larvales seleccionados, en esta misma especie. El producto se mostró mucho más eficiente en larvas de estadio VI, cuando éstas se alimentaron ad libitum en un medio tratado con dosis bajas que cuando ingirieron dosis altas sola-

mente durante 24 horas, en base a la evaluación hasta los estados pupal y adulto.

En Panamá, Gordón (1986) utilizando Alsystin, Dimilin, Vidate L y Folidol M-45 en un ensayo de campo sobre los enrolladores de la hoja de tomate *Keiferia lycopersicela* y *Scrobipalpula sp* logró el mejor control con Alsystin, a razón de 300 g/ha, recomendando como consecuencia que se realicen gestiones para su introducción en el país.

Plutella xylostella se ha mostrado altamente resistente a varios compuestos organofosforados, piretroides y al DDT en Taiwan; sin embargo, siete linajes resistentes han resultado susceptibles al clorfluazurón (Perng & Sun 1987). Los autores no encontraron resistencia cruzada entre este producto y los anteriormente mencionados, agregando que, debido a esto y a su modo de acción claramente distinto, las BFUs pueden ser usadas para disminuir la presión de selección si son incluidas en uso secuencial con los insecticidas convencionales para el manejo de esta especie.

2.3 Efectos Sobre la Alimentación.

El daño que las larvas de los insectos defoliadores pueden causar a las plantas en tanto no sobreviene su

muerte es un aspecto negativo del tipo de efecto que ejercen las BFUs.

Abdelmomen & Mumma (1981), registraron la muerte de algunas larvas de *Lymantria dispar* tratadas con DFB, a pesar de la aparente normalidad en la realización de la muda hacia el estadio siguiente debido a que no lograban la ingesta de alimento, probablemente a causa del debilitamiento de las piezas bucales o a trastornos en el tracto digestivo, como consecuencias de la reducción en la síntesis de quitina. Ya otros autores habían reportado la interferencia de este producto en la alimentación de los insectos (Mulder & Gijswijt 1973, Ascher & Nemny 1976a, Reed & Bass 1979, 1980). Retnakaran (1982), en pruebas de preferencia por alimento realizadas con larvas de *C. fumiferana*, concluyen que éstas fueron incapaces de discriminar entre la dieta tratada y no tratada con UC-62644, anotando también que después del tratamiento las mismas se alimentaron pobremente. Radwan et al. (1986) estudiaron el efecto del DFB y del triflurón sobre larvas de *S. littoralis* en relación a algunas respuestas fisiológicas, encontrando una reducción notable en los valores de la tasa de crecimiento y del índice de consumo de alimento, el cual fue menor con el DFB que con el triflurón; también observaron una disminución significativa tanto en la eficiencia de conversión del alimento ingerido como

del digerido.

Clarke et al. (1977) reportaron que en adultos de *Locusta migratoria* el DBF bloquea parcialmente la síntesis de quitina en la membrana peritrófica, verificándose un aumento en la textura fibrosa y un menor peso de la misma. Sin embargo, no se registraron alteraciones en las cantidades relativas entre quitina y proteína, debido a que la reducción en la primera resulta en una disminución en la capacidad de la cutícula para estabilizar la proteína. Becker (1978) encontró igualmente una disminución en peso y en longitud, además de notables cambios estructurales en la membrana peritrófica de adultos de *Calliphora erithrocephala* tratados con DFB. Una vez que esta estructura brinda protección a las células secretoras del intestino y probablemente desempeña un papel en la economía de las enzimas digestivas (Terra & Ferreira 1981), si ésta es afectada por las BFUs entonces podría ser menos eficiente, constituyéndose en un mecanismo adicional de interferencia de estos productos sobre los insectos.

2.4 Otros Efectos.

Las BFUs perturban la capacidad reproductiva de los insectos de distintas formas según sean aplicadas a las

larvas, los adultos o a los huevos. En las larvas, la ingestión de DFB afecta adversamente la eclosión de los huevos puestos por los adultos que emergen a partir de ellas (Abbassy et al. 1980; Segistán 1980, 1983; Rajendran & Shivaramaiah 1983). Esto también se verificó cuando adultos recién emergidos fueron tratados con DFB, CGA-112'913 o con Bay Sir 8514 por ingestión, inmersión, exposición a superficies tratadas o por aplicación tópica en *Laspeyresia pomonella* (Elliott & Anderson 1982, Moffitt et al. 1983), *Anthonomus grandis* (Moore & Taft 1975, Moore et al. 1978, Scheurer et al. 1983), *Graphognathus peregrinus* y *G. leucoloma* (Ottens & Todd 1979), *Oncopeltus fasciatus* (Redfern et al. 1980), *Oxya japonica* (Lim & Lee 1982), *Blatella germanica* (Weaver et al. 1984), *Musca domestica* (Chang 1979, Weaver & Begley 1982), *Musca autumnalis* (Pickens & DeMilo 1977), *Stomoxys calcitrans* (Spates & Wright 1980, Broce & Gonzaga 1987) y *Culex quinquefasciatus* (Miura & Takahashi 1979). También el tratamiento directo de los huevos con BFUs, sea por aplicación tópica, inmersión o deposición en superficies tratadas resulta en la inhibición en mayor o menor grado de la eclosión de los mismos, según lo reportado para *Spodoptera frugiperda* (Segistán 1980), *Spodoptera littoralis* (Ascher & Nemny 1974, Ascher et al. 1979), *Heliothis spp* (Haga et al. 1985), *Grapholita molesta* (Broadbent &

Pree 1984), *Laspeyresia pomonella* (Hoying & Riedl 1980, Anderson & Elliott 1982, Moffitt et al. 1983, 1984), *Ostrinia nubilalis* (Faragalla et al. 1980), *Graphognathus peregrinus* y *G. leucoloma* (Ottens & Todd 1979), *Musca domestica* (Weaver & Begley 1982), *Culex quinquefasciatus* (Miura & Takahashi 1979). El desarrollo de los embriones se procesa normalmente; sin embargo, las larvas recién formadas no logran romper el córion del huevo (Moore & Taft 1975, Moore et al. 1978, Grosscurt 1978, Broadbent & Pree 1984, Hoying & Riedl 1980) debido a perturbaciones en la deposición endocuticular de quitina, similares a las descritas para las larvas. Consecuentemente el exoesqueleto carece de suficiente resistencia y las uniones musculares son inadecuadas, impidiendo la eclosión (Mulder & Gijswijt 1973). También, por ello, los términos acción ovicida o acción esterilizante fueron utilizados incorrectamente por algunos autores, una vez que realmente se trata de una acción embriocida.

En general la susceptibilidad de los huevos disminuye con la edad. Otros factores adicionales que influyen sobre la misma son el tiempo de exposición, la formulación y las variedades de plantas hospederas (Elliott & Anderson 1982, Ascher & Nemny 1974, Segistán 1980).

En los insectos adultos la deposición de quitina en la cutícula continúa durante un determinado periodo después de la emergencia. Los efectos de las BFUs en este estado del ciclo de vida se relacionan con la disminución de la resistencia de las estructuras quitinizadas. Moore & Taft (1975) observaron un menor número de huevos en *Anthonomus grandis* recién emergidos cuando hembras no tratadas se cruzaron con machos tratados con DFB; en el caso de que solamente los machos fueron tratados la capacidad de apareamiento fue reducida en un 40-50%. El efecto se traduce en una pobre coordinación de los movimientos y aunque en algunos casos ocurre penetración parcial del aedeagus ésta no permite la transferencia de esperma (Earle et al. 1979); los autores sugieren que el aedeagus y/o los apodemas aedeagales están afectados en su rigidez y resistencia. Esta esterilidad inducida en el macho, disminuyendo su habilidad para transferir esperma, también fue reportada por Redfern et al. (1980) para *Onco-peltus fasciatus* y por Segistán (1980, 1983) para *Spodoptera frugiperda*.

En la literatura consultada no se registra ningún efecto de estos productos sobre la fecundidad en muchas especies de Lepidoptera, Diptera y Coleoptera. Sin embargo, Sarasua y Santiago-Alvarez (1983), reportaron para hembras jóvenes adultas de *Ceratitis capitata* que ingi-

rieron DFB con la dieta, una reducción irreversible en la fecundidad debida al debilitamiento de la cutícula abdominal, lo cual impide la evaginación normal del ovipositor.

En algunas especies, los adultos, tratados con DFB al tiempo de la ecdisis o inmediatamente después de la emergencia, presentaron otros tipos de manifestaciones.

Ker (1977) encontró en *Schistocerca gregaria* que, dentro de un lapso de tres días después del tratamiento, podían ocurrir fracturas a nivel de las uniones tibiofemorales o rompimiento de los apodemas extensores debido a la realización de esfuerzos mayores por parte de los insectos. Esta debilidad aparentemente resultaría de la reducción en la cantidad de quitina presente en la cutícula. Por otra parte, Lim & Lee (1982) observaron en hembras adultas de *Oxya japonica* una tendencia característica al desprendimiento de las patas posteriores. En *Leptinotarsa decemlineata* el proceso normal y gradual de aumento de resistencia de los élitros se puede bloquear en los dos primeros días posteriores a la emergencia, resultando en una estructura histológica severamente afectada, con distorsiones características en sus capas y alteraciones de las propiedades tintoriales (Grosscurt 1978).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo del 20 de marzo al 12 de mayo de 1987 en el insectario del Programa de Maestría en Entomología, en el Campus de la Universidad de Panamá.

1. Material Biológico.

1.1 Procedencia.

Diferentes estadios larvarios de *S. frugiperda* y de *S. latifascia* fueron colectados respectivamente en parcelas de maíz en el Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen (C.E.I.A.T.), de la Universidad de Panamá, y en plantas de tomate cultivadas en potes en las proximidades del insectario.

1.2 Cría.

Las larvas colectadas se utilizaron para establecer una colonia, la cual fue mantenida a una temperatura de $80 \pm 2^{\circ}\text{F}$ (26.4°C); la humedad relativa osciló entre 80-100%. El registro se efectuó mediante el empleo de un higrotermógrafo de cuerda fabricado por la Bendix Corporation modelo 594, calibrado en el Laboratorio de Metrología y Cuero de la Universidad Tecnológica de Panamá,

por comparación directa con un higrómetro de bulbos húmedo y seco, y con un termómetro patrón, con variabilidad de 0.2 °C. No hubo un control especial sobre el fotoperíodo.

Una vez obtenidas las primeras pupas, éstas, después de sexadas, se colocaron en cámaras de apareamiento y de oviposición, en número de dos a tres por cada sexo. Las cámaras, de forma cilíndrica y de 23 cm. de alto por 19 cm. de diámetro, se construyeron con malla de alambre de 1.0 hilo/cm², se revistieron externamente con papel encerado y fueron cubiertas con una tela de tul de 66.0 hilos/cm² sujeta en los bordes del cilindro con una liga fuerte (fig. 1, pág. 36). Este tipo de cámara permite la fácil remoción de las masas de huevos puestas sobre el papel, simplemente recortando alrededor de las mismas con una cuchilla afilada, sellándose posteriormente el espacio correspondiente con una cinta adhesiva.

Luego de la emergencia, los adultos se alimentaron en almohadillas de algodón colocadas sobre la cubierta de la cámara, humedecidas con una solución de miel de abeja al 20% y renovadas diariamente con la finalidad de evitar el crecimiento de hongos.

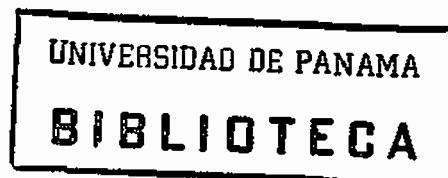




Fig. 1. Frascos de cría para larvas. Cámaras de apareamiento y de oviposición.

Las masas de huevos se colocaron, en número de una, dos o tres según su tamaño, en frascos de vidrio con capacidad aproximada de un galón (fig. 1, pág. 36); una vez ocurrida la eclosión, las larvas se mantuvieron en el mismo recipiente durante cinco días, después de los cuales se transfirieron individualmente a vasos plásticos de cuatro onzas hasta la transformación en pupa. Este procedimiento fue adoptado debido a los hábitos canibalísticos de ambas especies, sin embargo, más acentuados en *S. frugiperda*. La alimentación de las larvas consistió en hojas frescas de maíz, cultivar Tocumen 7928, cambiadas cada mañana.

1.3 Biología de *S. frugiperda* y de *S. latifascia*.

1.3.1 Biología de *S. frugiperda*.

Los huevos, redondeados, de color blanco perla, gris o verde pálido, exhiben una esculturación radiada muy característica; éstos se encuentran cubiertos de pelos depositados por la hembra durante la oviposición, confiriendo al conjunto un aspecto algodonoso (fig. 2, pág. 38). Cada hembra deposita durante cuatro a cinco días consecutivos varias masas constituidas de aproximadamente 50 hasta 600 huevos cada una.

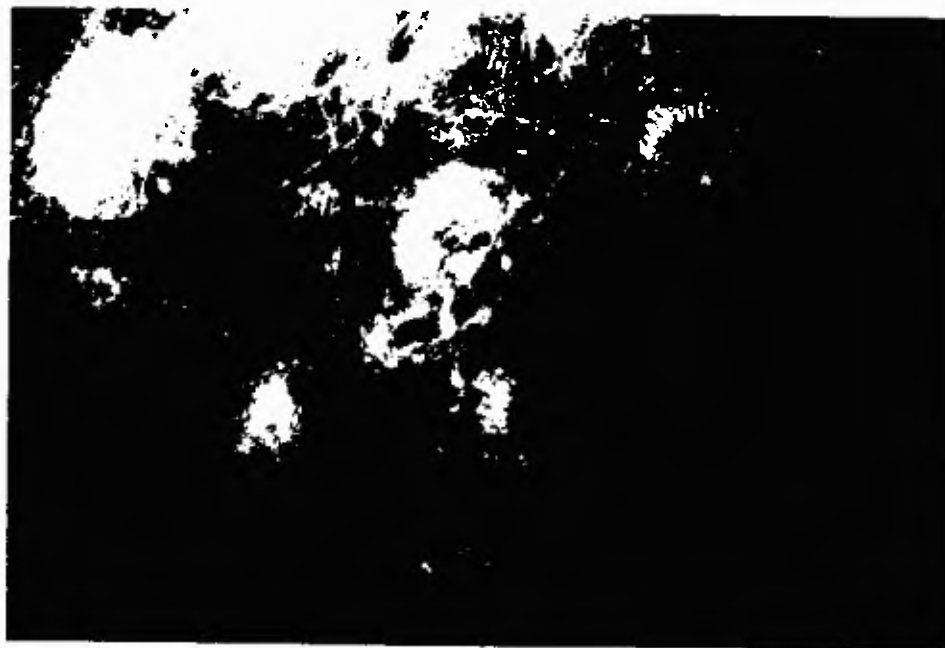


Fig. 2. Huevos de *S. frugiperda*.



Fig. 3. Pupas de *S. frugiperda* (a) y de *S. latifascia* (b). Observese la diferencia de tamaño entre ambas especies.

Las larvas, cuya longitud puede llegar hasta 35 mm., son de color variable entre verde y varios tonos de marrón, muestran líneas negras dorsales y subdorsales y bandas laterales oscuras; exhiben en toda la región abdominal pinacula dorsales negras muy conspicuas y dispuestas en forma de trapecio en el último segmento (fig. 12, p, pág. 69). Pasan por seis estadios, sin embargo pueden ser siete u ocho bajo determinadas condiciones (Alvarez & Sánchez 1983; Barfield & Ashley 1987). En el caso de alimentarse de plantas de maíz, en los dos primeros estadios raspan las hojas tiernas y después del tercero penetran al cogollo, donde causan perforaciones; en las plantas maduras atacan las mazorcas en proceso de formación, probablemente migrando desde la base. Las larvas de los últimos estadios pueden comportarse como cortadores, formando túneles en las partes inferiores del tallo.

A partir del tercer estadio el insecto asume hábitos canibalísticos, ingiriendo, además, con frecuencia, después de la muda, su propia cápsula cefálica.

Una vez completado el desarrollo, la larva deja de alimentarse y se entierra a poca profundidad en el suelo, donde conforma un nido tosco cerrado con escasos hilos de seda; a falta del substrato mencionado la misma utiliza

para tal fin los propios residuos alimenticios y excrementos; ocasionalmente, en hojas que tienden a formar un cilindro, unen los bordes y se encierran en su interior. Bajo esta situación permanecen inmóviles durante aproximadamente dos días en el estado de prepupa, durante los cuales sufren profundos cambios morfológicos, dando origen a la pupa, de tipo obtecta y de color marrón oscuro brillante (fig. 3a, pág. 38).

Los adultos, caracterizados en las págs. 64 y 66 e ilustrados en las figs. 8 y 9, pág. 65, tienen 35-40 mm de envergadura y presentan un claro dimorfismo sexual.

Se ha observado que generalmente la emergencia de las hembras precede a la de los machos en dos o tres días, coincidiendo con la duración del periodo preoviposicional, lo que está de acuerdo con lo anotado por Crocomo & Parra (1985).

Bajo las condiciones anteriormente descritas, para *S. frugiperda* el tiempo promedio de duración del periodo embrionario, del estado larvario incluyendo el de prepupa y del estado pupal fueron de 2.5, 14.8 y 8.8 días respectivamente, totalizando 26.1 días desde huevo hasta la emergencia del adulto.

Los datos obtenidos sobre la duración del ciclo de vida de *S. frugiperda* se aproximan a los reportados por otros autores, los cuales fueron seleccionados según la similitud del substrato alimenticio y de la temperatura de cría, como se puede apreciar en el Cuadro I, pág. 42.

1.3.2 Biología de *S. latifascia*.

De acuerdo a las referencias bibliográficas consultadas la información sobre la biología de *S. latifascia* es escasa; solamente disponemos de los datos presentados por King & Saunders (1984), de los cuales discrepamos, como se puede apreciar en el Cuadro II, pág. 42.

El ciclo de vida obedece al mismo patrón general que *S. frugiperda*. Sin embargo, la cobertura pilosa de los huevos es negra, y una sola masa puede contener de 1,200 a 1,500 huevos, dispuestos en dos a tres capas.

Las larvas de los primeros estadios son de color negro opaco, con bandas longitudinales amarillas sub-laterales interrumpidas por manchas blancas en cada segmento (fig. 14, pág. 70); aquellas de los últimos estadios son de colores menos contrastantes, más bien grises o marrón claro, presentan las manchas oscuras pares del segundo segmento torácico (fig. 15, m, pág. 70) más pequeñas que las correspondientes en el octavo segmento abdominal

CUADRO I. DURACION Y TEMPERATURAS EFECTIVAS DE LOS DIFERENTES ESTADOS DEL CICLO DE VIDA DE *Spodoptera frugiperda*.

AUTOR	CONDICIONES CRIA	HUEVO Días	LARVA Días	PUPA Días	TOTAL HUEVO-ADULTO
Blahutiak (1970)	maíz 26°C	3.10	13.91	9.43	23.44
	temp. efectiva (límite inf. 13°C)	1.63 †	7.90 †	4.83 †	14.35 †
Barfield et al. (1978)	dieta artificial 26.7°C	-	-	-	29.60 28.10
King & Saunders (1984)	-	3-5	14-21	9-13	-
Crocomo & Parra (1985)	maíz 25 ± 2°C	-	13.50	9-11	-
Barfield & Ashley (1987)	maíz 25°C	-	-	-	27.60
Presente trabajo	maíz 26.4 ± 2°C	2.5	14.8	8.8	26.1

† Datos originales en horas transformados en días y fracción.

CUADRO II. DURACION EN DIAS DE LOS DIFERENTES ESTADOS DEL CICLO DE VIDA DE *Spodoptera latifascia*.

AUTOR	CONDICIONES CRIA	HUEVO Días	LARVA Días	PUPA Días	TOTAL HUEVO-ADULTO
King & Saunders (1984)	-	5-6	± 21	± 14	-
Presente trabajo	maíz 26.4 ± 2°C	3	28	9.5	40.5

(fig. 15, M, pág. 70); son robustas y pueden medir hasta 45 mm. de longitud.

La pupación ocurre bajo condiciones muy similares a las descritas para *S. frugiperda*; igualmente la pupa es de tipo obtecta y de color marrón oscuro brillante (fig. 3b, pág. 38).

Los adultos macho y hembra, de envergadura de 40 a 45 mm., con el patrón caracterizado en la página 66, presentan también dimorfismo sexual, según se ilustra en las figuras 10 y 11, pág. 67.

Para *S. latifascia* el tiempo promedio de duración del desarrollo embrionario, del estado larvario, y del estado pupal fue de 3.0, 28.0, y 9.5 días respectivamente, totalizando 40.5 días (Cuadro II, pág. 42). Es probable que las discrepancias observadas entre estos datos y los presentados por King & Saunders supracit se deban a las condiciones de cría, las cuales no fueron especificadas por los autores referidos.

1.4 Estadio Larvario Tratado.

Los experimentos se llevaron a cabo con larvas de siete días, lo que en *S. frugiperda* correspondió al cuarto estadio. Este fue identificado en base al ancho de la cápsula cefálica, cuyo rango osciló entre 1.23 y 1.79 mm,

con un promedio de 1.32 mm, según se estableció en estudios preliminares. Estos valores incluyen los promedios encontrados por Labrador (1967), equivalentes a 1.22, 1.25 y 1.30 mm para tres grupos distintos, así como los anotados por Crocomo & Parra supracit, en este caso de 1.41 mm.

Por otra parte, los insectos tratados procedieron de la segunda, tercera y cuarta generaciones, contadas a partir del inicio de la colonización en el insectario.

2. Identificación de las Especies Estudiadas.

Con la finalidad de corroborar las especies de insectos estudiados se utilizaron diferentes estados del ciclo de vida. En las larvas se tomó en cuenta el patrón y la coloración; en los adultos se consideró la genitalia del macho así como la maculación y la coloración de las alas.

La genitalia se preparó utilizando el siguiente procedimiento, modificado de Zimmerman (1978):

- a. Separación del abdomen del resto del cuerpo rompiendo cuidadosamente, con la ayuda de agujas de disección finas, la membrana intersegmental entre el tórax y el abdomen.

- b. Eliminación de las escamas, mediante el empleo de hipoclorito de sodio al 5%, (Clorox puro), utilizando un pincel de cerdas de nylon.
- c. Lavado y limpieza en agua destilada.
- d. Tratamiento del abdomen con KOH al 10%, a temperatura ambiente, durante 3-5 días.
- e. Lavado en agua destilada seguido de la eliminación cuidadosa del material digerido, constituido por restos de partes blandas, de escamas y de pelos.
- f. Separación de la genitalia ejerciendo ligera presión sobre el abdomen de adelante hacia atrás para exponerla en caso de encontrarse invaginada, y separación de ésta del resto del abdomen seccionando inmediatamente por delante de la misma.
- g. Transferencia del material preparado a un portaobjetos cóncavo conteniendo glicerina, medio en el cual fue trabajado y conservado.
- h. Disección de la genitalia: Después de la remoción del aedeagus se procedió a desarticular la valva derecha del pleurito correspondiente y a romper las membranas de unión con el vinculum y la yuxta; la valva izquierda se conservó unida al vinculum.

Los esquemas se ejecutaron al microscopio Nikon Optiphot provisto de cámara lúcida, con aumentos de 64x (4 X 16).

3. Productos Químicos Empleados.

Los productos utilizados en las pruebas efectuadas en el presente ensayo fueron Dimilin 25% PM, Alsystin 25% PM, e IKI-7899 5% CE, los cuales se encuentran caracterizados en las págs. 48 a 50, cuya materia activa corresponde a BFUs, substancias que interfieren en la formación normal de la quitina. Estos son ubicados en la categoría de reguladores del crecimiento ("GR") de los insectos ("IGRs") por Larson et al. (1985), referencia que tomaremos textualmente para la identificación de los mismos, acrecentada de los aspectos relativos a formulaciones, usos, efectividad e información adicional tomadas de Thomson (1985-1986).

El empleo de las formulaciones antes indicadas obedió exclusivamente a su disponibilidad al momento de las pruebas.


IKI-7899 y Alsystin fueron obtenidos por intermedio del Dr. Cheslavo Korytkowski, por cortesía de los Ingenieros Rolf Loria, representante técnico de la Imperial

Chemical Industries y Manuel Cuevas, desarrollista del Departamento Fitosanitario de Bayer Químicas Unidas S.A., ambos en Perú. Dimilín fue obtenido en Panamá en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (I.D.I.A.-P.), por intermedio del Ingeniero Félix Estrada.

El diflubenzurón (Dimilín), de acuerdo al reporte sobre el status de productos químicos de la "U.S. Environmental Protection Agency" (Marzo 1985), en el Programa de Revisión Especial, está considerado como insecticida de uso restringido bajo el criterio de *posiblemente peligroso para la vida silvestre*, no encontrándose hasta la fecha registrado o liberado.


Los productos diflubenzurón y triflumurón son considerados insecticidas benignos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1988-1989), figurando, si empleados correctamente, en la categoría de *improbable que presenten alguna toxicidad aguda* en su clasificación de pesticidas, en la cual se asumió que a partir de una DL₅₀ de 2,000 mg/kg para sólidos y de 3,000 mg/kg para líquidos la toxicidad aguda es tan baja que puede ser subestimada, una vez que se tomen las precauciones indicadas en el uso de cualquier producto químico.

3.1 DIMILIN.

Nombre Común	diflubenzurón
Nombre Químico, según Chemical Abstracts.	N-[[4-chlorophenyl]amino]carbonyl]-2,6- difluorobenzamida
Nombre Químico del fabricante	1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea
Nombres y marcas comerciales	Dimilin
Letras y números de códigos de formulaciones experimentales	ENI 29054 OMS 1004 PH 60-40 TH 6040
Fórmula empírica	C ₁₄ H ₉ ClF ₂ N ₂ O ₂
Fórmula estructural	
Casa fabricante	Phillips-Duphar, Holanda; Uniroyal
Toxicidad	Oral aguda (Rata) 4640 > 10,000 (Ratón) 4640 > 10,000 Dérmica aguda > 4640
Formulaciones	25% PM, 50% PM, 5% Granulado.
Usos	Larvicida en mosquitos en áreas no cultivadas, en bosques, pastos y algodón. Está siendo ensayado en plagas caseras, soya, hortalizas y otros cultivos. Usado fuera de E.U.A. en varios cultivos.
Insectos controlados	Algunos Díptera, Coleoptera (Leptinotarsa decemlineata, Hypera postica), Lepidoptera (en bosques: Dryia pseudotsugata, Lymantria dispar, Choristoneura fumiferana; en cultivos: Mocis repanda, Spodoptera spp, Anticarsia gemmatilis, Plutelia xylostella) y muchos otros insectos.
Información adicional	Relativamente no tóxico a los peces y vida silvestre. Se puede esperar control residual de 3-10 días para larvas de mosquitos acuáticos. Altamente efectivo en establos para el control de moscas de la paleta.

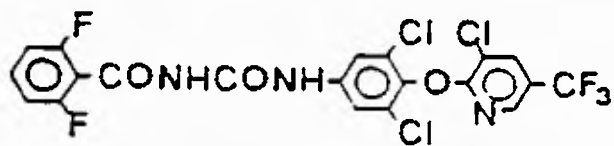
* Larson et al (1985), Thomson (1985-1986).

3.2 ALSYSTIN.

Nombre común	triflunurón
Nombre químico, según Chemical Abstracts	2-chloro-N[[(4-(trifluoromethoxy)-phenyl)amino]carbonyl]benzamide
Nombre químico usado por el fabricante	1-2-chlorobenzoyl)-3(4-trifluoromethoxyphenyl)- urea)
Nombres y marcas comerciales	Atsystin
Letras y números de códigos de formulaciones experimentales	BAY SIR 8514 SIR 8514
Fórmula empírica	$C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_3$
Fórmula estructural	
Casa fabricante	Bayer
Toxicidad	Bral aguda (Rata) > 5,000 (Ratón) > 5,000 Dérmica > 5,000
Formulaciones	25% PM, 250 DE, 0.5% Granulado, 4 lb "Flowable", Concentrados solubles
Usos	Está siendo ensayado en maíz, algodón, hortalizas, establos, control de mosquitos, frutales, bosques.
Insectos controlados	Algunos Diptera, Coleoptera (Leptinotarsa decemli- neata, Anthonomus grandis), Lepidoptera (en bos- ques: Lymantria dispar; en frutales: Laspeyresia pomonella; en cultivos: Heliothis spp, Buccula- thrix thurberielia) y otros insectos.

* Larson et al (1985), Thomson (1985-1986).

3.3 IKI-7899.

Nombre común	clorofluazurón
Nombre químico, según Chemical Abstracts	N-14-(3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl- oxy)-3,5-dichlorophenyl-aminocarbonyl)-2,6- difluorobenzamida
Nombre y marcas comerciales	AIN Atabron
Letras y números de códigos de formulaciones experimen- tales	CGA-142'913 IKI-7899 UC-62644
Fórmula empírica	$C_{20}H_9Cl_3F_5N_3O_3$
Fórmula estructural	
Casa fabricante	Ciba-Geigy Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd.
Toxicidad	Oral aguda (Ratón) > 7,000 Dérmica aguda (Rata) > 1,000
Formulaciones	25% PN, 0.05% CE, 500 g l/ai *flovable*
Usos	Experimental en algodón.
Insectos controlados	Coleoptera (Anthonomus grandis); Lepidoptera (Pec- tinophora gossypiella, Heliothis spp Spodoptera spp, Plusia nigrisigna) y otros.

* Larson et al (1985), Thomson (1985-1986).

Para mayor claridad en la exposición, de este punto en adelante en el texto nos referiremos a los productos por su nombre común, diflubenzurón y triflumurón para Dimilin y Alsystin respectivamente, tal como lo requieren las publicaciones de la "Entomological Society of America", y clorofluazurón, según indicado en el folleto técnico para Atabrón (IKI-7899) publicado por la "Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd." (sin fecha).

Estos productos no se encuentran registrados en Panamá ni se ha solicitado su registro, de acuerdo a la información suministrada por el Ministerio de Salud, Departamento de Farmacias y Drogas.*

4. Tratamientos.

4.1 Preparación de las Soluciones. Concentraciones Empleadas.

La preparación de las soluciones utilizadas en las pruebas se efectuó a partir de los productos comerciales Dimilin 25% PM, Alsystin 25% PM e IKI-7899 5% CE; como referencia para las concentraciones iniciales se tomaron los datos de reportes existentes y de ensayos preliminares que hemos realizado.

* Octubre 1988. Depto. de Farmacias y Drogas, Ministerio de Salud. Información personal.

Dimilin y Alsystin se pesaron en una balanza analítica Sartorius 2492, máx. 200 g., $d = 0.1$ mg., según la concentración requerida, en términos de porcentaje (p/v); una vez completado el volumen con agua destilada, se obtuvo una suspensión.

De acuerdo a lo indicado, para Dimilin inicialmente se prepararon soluciones al 0.2, 0.15, 0.1, 0.06 y 0.03 % del producto comercial; en vista de que a todas las dosis empleadas la mortalidad fue prácticamente del 100% (Cuadro VII, pág. 90), éstas se llevaron a 0.0075, 0.00375, 0.001875 y 0.000937 % del producto comercial (pc), mediante la preparación de soluciones en serie a partir de una solución madre al 0.015%.

En el caso de Alsystin, en base a la experiencia con Dimilin, se prepararon solamente soluciones a partir de 0.015% hasta 0.000937% pc, de acuerdo al procedimiento ya referido.

Para IKI-7899, formulado como 5% CE, utilizando una jeringuilla de 1.0 cc, se midieron 0.375 cc, los cuales se disolvieron en 500 ml de agua, obteniéndose así una solución madre al 0.015% pc ($0.015 \times 5 \times 500 \text{ cc} / 100 \text{ cc}$), a partir de la cual se procedió a preparar diluciones en serie correspondientes a 0.0075, 0.00375, 0.001875, y 0.000937 % pc. Sin embargo, debido a que en

este rango de concentraciones los valores de mortalidad estuvieron entre el 92.0 y el 100% (Cuadro XIX pág. 113) para lograr la curva de dosis-mortalidad fue necesario aplicar soluciones aún más diluidas que las indicadas, las cuales se prepararon según el procedimiento ya descrito; reduciendo en un tercio entre cada dosis consecutiva, se bajó la concentración hasta 0.000023% pc (0.0018, 0.000625, 0.000208, 0.000069, y 0.000023%), completándose el volumen con agua destilada.

Los valores porcentuales se transformaron a ppm, tomando en cuenta el porcentaje de ingrediente activo en la formulación, expresándose, en esa forma, en cada uno de los cuadros las concentraciones en términos de ppm de ingrediente activo (ia).

Con la finalidad de mejorar la adhesión de los productos empleados a las hojas, se le agregó Tritón a todas las soluciones, según la recomendación dada por la casa fabricante (10 cc/gl), correspondiendo a 1.3/500 cc de solución pc.

De esta forma, las dosis aplicadas de los "IGRs" se encuentran entre 500 y 0.06 ppm (Cuadro III).

Cuadro III: Concentraciones de Dimilin, Alsystin e IKI-7899 aplicadas a larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia*.

Producto	Producto Comercial	%	ppm	ia
Dimilin	0.2	- 0.000937	500	- 2.34
Alsystin	0.015	- 0.000937	37.5	- 2.34
IKI-7899	0.015	- 0.0000023	37.5	- 0.06

4.2 Tratamientos, Aplicación e Infestación.

El estudio consistió de tres ensayos, en cada uno de los cuales se evaluó el efecto de los "IGRs" Dimilin, Alsystin e IKI-7899, respectivamente. Cada dosificación se tomó como un tratamiento, caracterizado por producto y dosis, y delimitado por el tiempo de exposición de las larvas a la acción de cada inhibidor, la cual se inició al momento de la infestación y concluyó 12 horas después, cuando se les liberó del alimento tratado.

Los tratamientos se realizaron secuencialmente en un sólo período de tiempo para cada producto, acrecentándose para Dimilin y para IKI-7899 los datos adicionales obtenidos con las concentraciones más bajas que las inicialmente programadas. Para *S. latifascia* las pruebas se realizaron el 12 de mayo y para *S. frugiperda* entre el 20 de marzo y el 16 de mayo de 1987, según se especifica a

continuación en el Cuadro IV.

Cuadro IV. Fechas de Tratamientos de larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia* (1987).

Especie	Producto	Fecha
<i>S. frugiperda</i>	Dimilín - 1er grupo	20 marzo
	Dimilín - 2do grupo	16 abril
	Alsystín	18 abril
	IKI-7899 - 1er grupo	22 abril
	IKI-7899 - 2do grupo	16 mayo
<i>S. latifascia</i>	Alsystín	12 mayo

Debido a la metodología empleada no se pretende aquí que las concentraciones estimadas, que se expresan en ocasiones hasta con seis decimales, reflejen este grado de precisión; sin embargo, éstos se conservan tal y como aparecen al inicio porque son reducciones a partir de un valor inicial y, principalmente, porque fueron los utilizados en los cálculos y en los análisis; en el caso de que se redondearan, se afectarían los valores finales.

Por otra parte, se señala el error convencional del 1 al 5% inherente a este tipo de mediciones, bien como el que pudiera derivar del empleo de formulaciones comerciales en lugar de la sustancia grado técnico, debido a las posibles variaciones en la concentración de la en el pri-

mer caso.

A pesar de que las larvas de *S. frugiperda* utilizadas fueron provenientes de la segunda y de la tercera generaciones en insectario, no se llevó un control de los tratamientos con la generación respectiva, y es posible que huevos puestos en distintas fechas correspondan a diferentes padres. Se observa así que no todos los ensayos se efectuaron simultáneamente, como hubiera sido deseable, debido a las limitaciones impuestas tanto por la disponibilidad de material biológico como de otras facilidades, y para lo cual se hubiera requerido de procedimientos de cría, tratamiento, infestación y evaluación mucho más ágiles, fuera de nuestro alcance en el momento.

Hojas frescas de maíz, de aproximadamente 4.0 cm de largo fueron sumergidas, con el auxilio de pinzas, en las soluciones preparadas según lo indicado anteriormente, agitando cuidadosamente cada preparación antes de aplicarla; se procedió primero con las larvas del grupo control y después con los tratamientos en orden decreciente de concentración. Después de secar al ambiente durante media hora, las hojas se colocaron en platos Petri individuales, debidamente identificados (figs. 4 y 5, pág. 57), en los cuales se colocó una sola larva.



Fig. 4. Aspecto de la colonia.



Fig. 5. Platos Petri con larvas mantenidas individualmente, después del tratamiento.

En cada tratamiento se utilizaron 40 larvas con las características ya descritas, totalizando 1,200 para todo el ensayo. Se les permitió alimentarse de hojas tratadas durante 12 horas, después de las cuales se transfirieron a platos limpios, con alimento no tratado.

Los controles constituidos por 40 larvas para cada grupo de tratamientos por producto, totalizando 200, se alimentaron de hojas tratadas solamente con Tritón en agua destilada, a la misma concentración indicada anteriormente.

4.3 Evaluación.

Se procedió al registro del comportamiento de cada larva individualmente, a las 12, 24, 36, 48 horas y de este tiempo en adelante, cada 24 horas hasta los siete días después del tratamiento, coincidiendo en general con el término del período larvario.

Basados en Reed & Bass (1979, 1980), se ha tomado como criterio de efectividad la inhibición de la ingesta de alimento, debido a que estos autores verificaron que el consumo sobre iguales unidades de tiempo en larvas de *Pseudoplusia includens* tratadas con DFB fue menor que el de larvas no tratadas, independientemente del tiempo de sobrevivencia.

Convencionalmente, un tiempo prudencial para evaluar un producto en insectos confinados es de 24 horas. Sin embargo, debido a características relacionadas con la acción de las sustancias empleadas y con el desarrollo de los insectos utilizados, se consideró la efectividad a las 24 horas después del tratamiento. Consecuentemente, según los criterios que han regido nuestra evaluación, la concentración efectiva media (CE_{50}) es el estimado de la concentración del producto capaz de inhibir la ingesta de alimento en un 50% de las larvas en observación. Se consideró afectada a la larva cuando entre cada periodo de evaluación no hubo indicios de consumo foliar.

Como criterio final de toxicidad se consideró la mortalidad acumulativa de los insectos a partir del tratamiento hasta los siete días después del mismo. Así, la concentración letal media (Cl_{50}) es el estimado estadístico de la concentración del producto que causa la muerte del 50% de la muestra tratada. Se consideró muerta a la larva que al ser tocada con una aguja no mostró ninguna reacción.

Paralelamente al comportamiento alimenticio y a la mortalidad hemos anotado y registrado las anomalías observadas a simple vista en el proceso de la muda hacia el estadio siguiente.

5. Análisis Estadístico.

La mortalidad en los grupos tratados fue corregida en relación a la mortalidad en los grupos testigo (Cuadros V a XXVII, págs. 86 a 127) utilizando la fórmula de Abbott, como sigue:

$$MC = \frac{(Mc - Mt)100}{100 - Mt}$$

MC - mortalidad corregida en %
Mc - mortalidad observada en cada
concentración en %
Mt - mortalidad en el grupo testigo
en %

Los valores de efectividad y de mortalidad fueron correlacionados con las concentraciones de los productos aplicados, obteniéndose las gráficas representadas en las figs. 22 - 39, págs. 88 - 129, utilizándose para ese efecto el programa "Energraphics for IBM PC, XT or AT".

Finalmente, los análisis de próbitas, según los cuales se calcularon las CE₅₀ y las CL₅₀, bien como los límites de confianza y demás parámetros, se realizaron utilizando el "Probit Analysis Program for IBM PC in Basic", por Milliken G. A., Kansas State University (sin fecha).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Especies Utilizadas.

Después de examinar los resultados obtenidos de acuerdo a la metodología descrita, se pudo establecer que las especies utilizadas en el presente trabajo corresponden a *Spodoptera frugiperda* y a *Spodoptera latifascia*, en base al examen de insectos adultos y de larvas, tomando en primera instancia como elementos más confiables las características de la genitalia de los especímenes machos y, como carácter complementario los aspectos externos de patrón y de coloración, tanto en larvas como en adultos machos y hembras. Se trata de exponer de esta manera un conjunto de elementos que permitan el reconocimiento de este material en referencias posteriores.

La genitalia de los especímenes machos de *S. frugiperda* y de *S. latifascia* se encuentra representada respectivamente en las figs. 6 y 7, págs. 62 y 63.

Considerando las características utilizadas en la clave presentada por Todd y Poole (1980), se observa que en ambos casos están ausentes las estructuras en forma de soci en la base del uncus (u), que el clasper (clp) exhi-

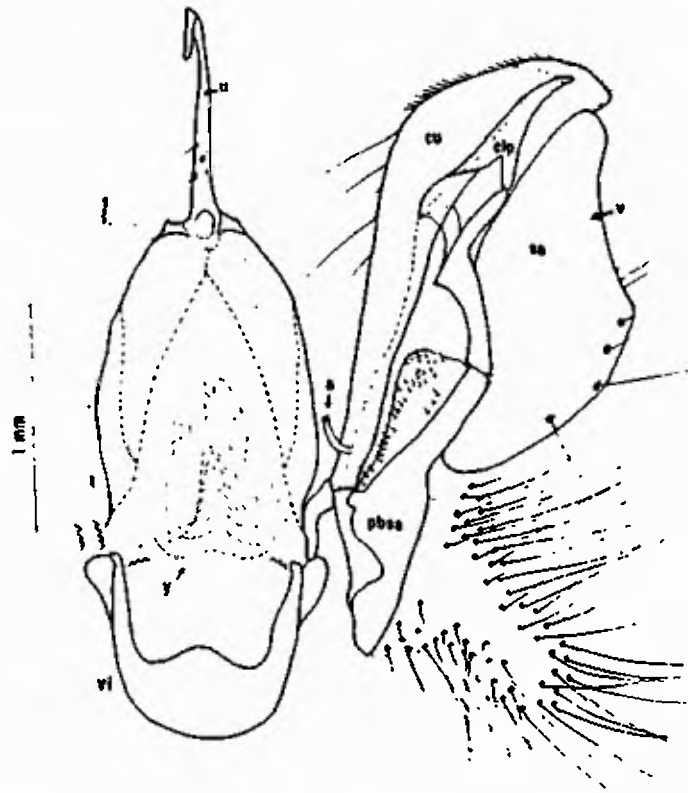


Fig. .6. *S. frugiperda*: genitalia del macho (cara interna de la valva). a- ampullus; clp- clasper; cu- cucullus; pbsa- proceso basal del sacculus; sa- sacculus; t- tegmen; u- uncus; v- valva; vi- vinculum; y- yuxta.

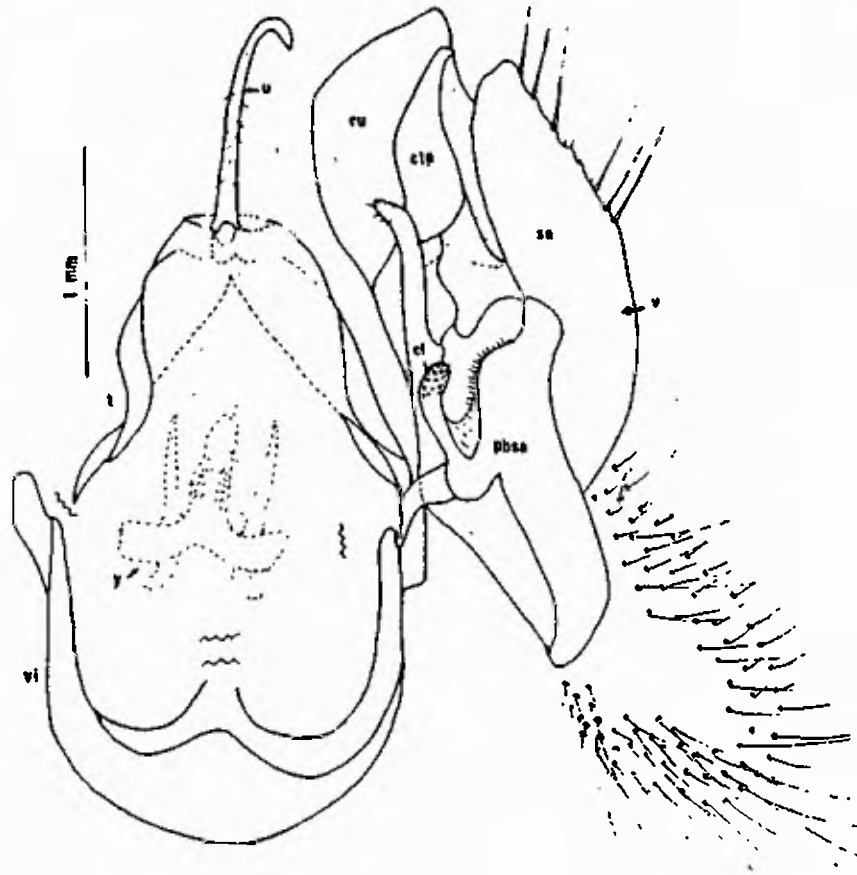


Fig. 7. *S. latifascia*: genitalia del macho (cara interna de la valva). cl- apéndice interno; clp- clasper; cu- cucullus; pbsa- proceso basal del sacculus; sa- sacculus; t- tegmen; u- uncus; v- valva; vi- vinculum; y- yuxta.

be la forma de gancho, y que en la parte apical de la valva (v) hay una clara hendidura entre el sacculus (sa) y el cucullus (cu).

La presencia en el proceso basal del sacculus (pbsa) de un apéndice interno (cl) muy peculiar permite la identificación de *S. latifascia* (fig. 7, pág. 63). Este apéndice esclerotizado porta en su extremo apical redondeado un gran número de setas, y el conjunto, morfológicamente, sugiere funciones sensoriales.

Por otra parte, *S. frugiperda* (fig. 6, pág. 62) carece del apéndice mencionado, presenta el ampullus (a) delgado, débilmente esclerotizado y dirigido en ángulo recto hacia el margen superior de la valva (v). El clasper (clp) es más bien angosto, corto, recto, no más que tres veces el largo del ancho. Estas observaciones coinciden enteramente con lo descrito en la literatura referida.

Como caracter complementario en la identificación de esta especie, utilizando la clave elaborada por Todd & Poole supracit en la cual se consideran principalmente el patrón y la coloración de las alas de los especímenes adultos tanto machos como hembras, se observa que *S. frugiperda* exhibe un claro dimorfismo sexual, una vez que en la hembra (fig. 9, pág. 65) las alas anteriores carecen



Fig. 8. Adulto macho de *S. frugiperda*



Fig. 9. Adulto hembra de *S. frugiperda*.

de marcas muy contrastantes, presentándose enteramente de color marrón, en tanto que en el macho el margen costal exhibe tonos oscuros y claros del mismo color, conformando un patrón no observable en la hembra (fig. 8, pág. 65).

En *S. latifascia* las alas anteriores de la hembra son oscuras, gris café con líneas claras (fig. 11, pág. 67); las del macho son más claras en general, predominando tonos grises con una banda transversa central ancha y de color amarillento (fig. 10, pág. 67), en lo que coincidimos parcialmente con King & Saunders 1984, quienes también observaron dimorfismo sexual en esta especie, no registrado por Todd & Poole supracit. De acuerdo con la clave de estos autores se confirma que en las alas anteriores las marcas de las líneas terminal y subterminal, especialmente aquellas sobre el tornus (la unión entre el ángulo anal y el dorsum del ala) son en forma de huso. Por otra parte, es bastante difícil ubicar con certeza los elementos que integran el patrón de estas especies tales como son referidos en dicha clave, una vez que para esto hay que ubicar las venas sin descamar el espécimen, además de que las manchas son de difícil delimitación. Hay que acrecentar que los especímenes conservados sufren cierta decoloración después de algún tiempo.

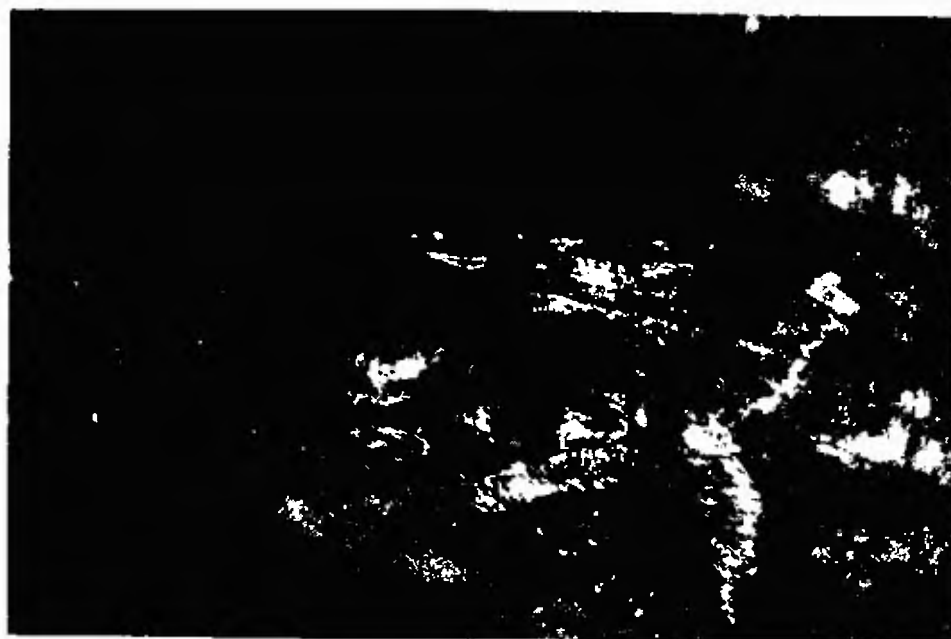


Fig. 10. Adulto macho de *S. latifascia*.

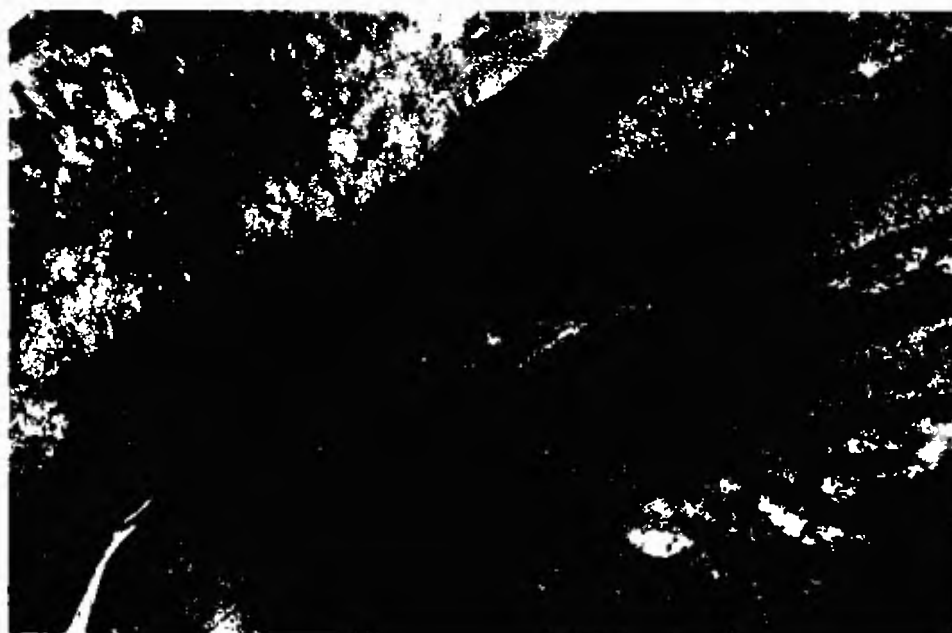


Fig. 11. Adulto hembra de *S. latifascia*.

El grado de confiabilidad es aún menor debido a la complejidad del patrón de las alas, a la gran similitud con otras especies, a la posible variación intraespecífica, y en parte a la falta de una definición inequívoca de algunas características indicadas que carecen, por lo tanto, de consistencia. Sin embargo todos estos elementos, en conjunto, son de valor en la medida en que orientan y que apoyan la identificación.

En las larvas de *S. frugiperda* se aprecia con claridad que las pinacula dorsales son bastante evidentes, que presentan un diámetro igual o mayor que el ancho del espiráculo (figs. 12 y 13, pág. 69), y en las larvas de *S. latifascia* que la mancha mesotorácica subdorsal es circular y claramente menor que la mancha presente en el octavo segmento abdominal (figs. 14 y 15, pág. 70), en lo que coincidimos completamente con lo expresado por Levy & Habeck 1973).

2. Manifestaciones Observadas Después de la Aplicación de Dimilin, Alsyslin e IKI-7899 en Larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia*.

A diferencia de los insecticidas convencionales, cuyo efecto se observa a corto plazo, en las larvas tratadas con los inhibidores de la síntesis de quitina diflu-



Fig. 12. Larva de *S. frugiperda*, región posterior.
Vista Dorsal. p. pinacula.



Fig. 13. *S. frugiperda*, larva. Vista Lateral.



Fig. 14. *S. latifascia*, larva de 7 días. Región posterior. Vista Dorsal.



Fig. 15. *S. latifascia*, larva próxima a la pupación. M. mancha subdorsal en el octavo segmento abdominal, m. mancha subdorsal mesotorácica.

benzurón, triflumurón y clorofluazurón, inicialmente se presentan trastornos relacionados con la alimentación y con la muda, antes de que eventualmente ocurra la muerte.

2.1 Perturbaciones en el Proceso de la Muda.

De acuerdo a las observaciones realizadas se pudo determinar que la substitución de la cutícula al final del estadio larval por una nueva correspondiente al estadio siguiente no es llevada a cabo con normalidad, mostrándose afectada en diversos grados, que varían desde la muda parcial hasta la retención completa del tegumento del estadio precedente. Los trastornos morfológicos observados fueron:

- a. Retención de la cápsula cefálica vieja, adherida al extremo anterior de la nueva en diferentes posiciones, resultando una doble cápsula (figs. 16 y 17, pág. 72), obstaculizando el movimiento de las piezas bucales.
- b. Rigidez mandibular, posiblemente debida a las dificultades en la muda a este nivel, con implicaciones en la capacidad de una ingesta normal.
- c. Hinchazón del tegumento en la región anterior del tórax, inmediatamente por detrás de la cápsula cefálica; extravasamiento de hemolinfa a través de las



Fig. 16. Larva tratada con Alsystin, presentando doble cápsula cefálica (cc) y muda en los primeros segmentos torácicos. Vista Lateral.



Fig. 17. Larva tratada con Alsystin presentando doble cápsula cefálica (cc) y muda en los primeros segmentos torácicos. Vista dorsal.

membranas intersegmentales, especialmente en el tórax, probablemente relacionado con el aumento de presión en ciertas áreas y con la fragilidad del tegumento; pérdida violenta de líquido en muchas larvas, las cuales quedan inmersas en su propia hemolinfa extravasada.

- d. Flacidez generalizada de la larva.
- e. Retención de partes de la cutícula vieja, sea en el tórax o en el abdomen. En este caso los segmentos abdominales involucrados pueden ser los anteriores, medios o posteriores, en forma continua o alternándose con anillos de cutícula nueva (figs. 18-21, págs. 74 y 75). Se observó también que, con frecuencia, el último par de pseudopatas queda afectado, ocurriendo lo mismo con aquellas de los segmentos portadores de cutícula vieja (figs. 19 y 21, págs. 74 y 75).

Además de los trastornos morfológicos se observaron dificultades o incapacidad para el desplazamiento, debido a deficiencias en la coordinación de los movimientos.

La muerte de las larvas se verificó con mayor o menor rapidez dependiendo de la parte del cuerpo afectada; ésta ocurre más prontamente cuando se trata de la cápsula

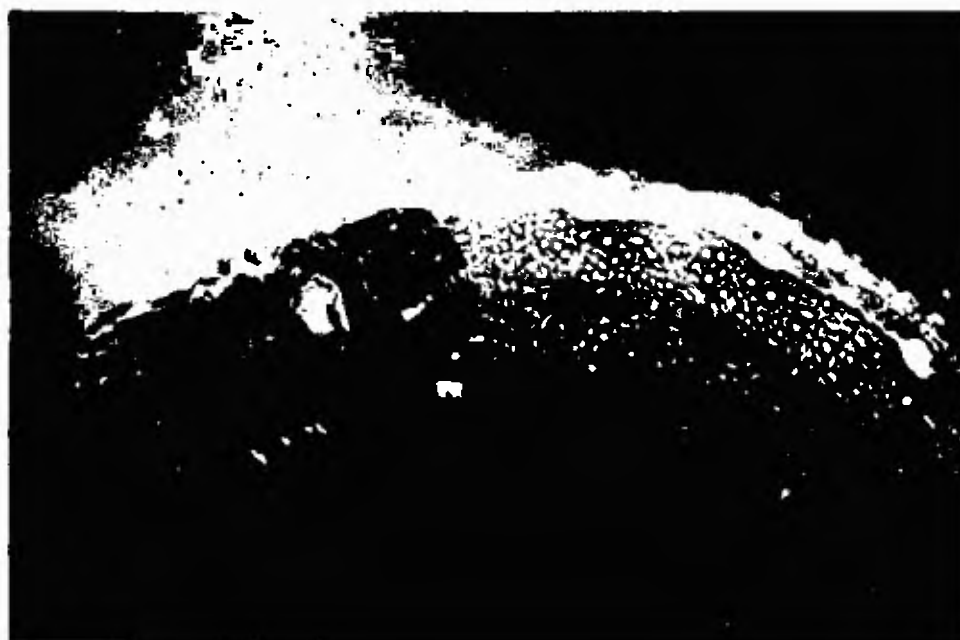


Fig. 18. Larva tratada con Alsystin, mostrando muda parcial con retención de la cutícula del estadio anterior en los últimos segmentos abdominales. Vista dorsal.

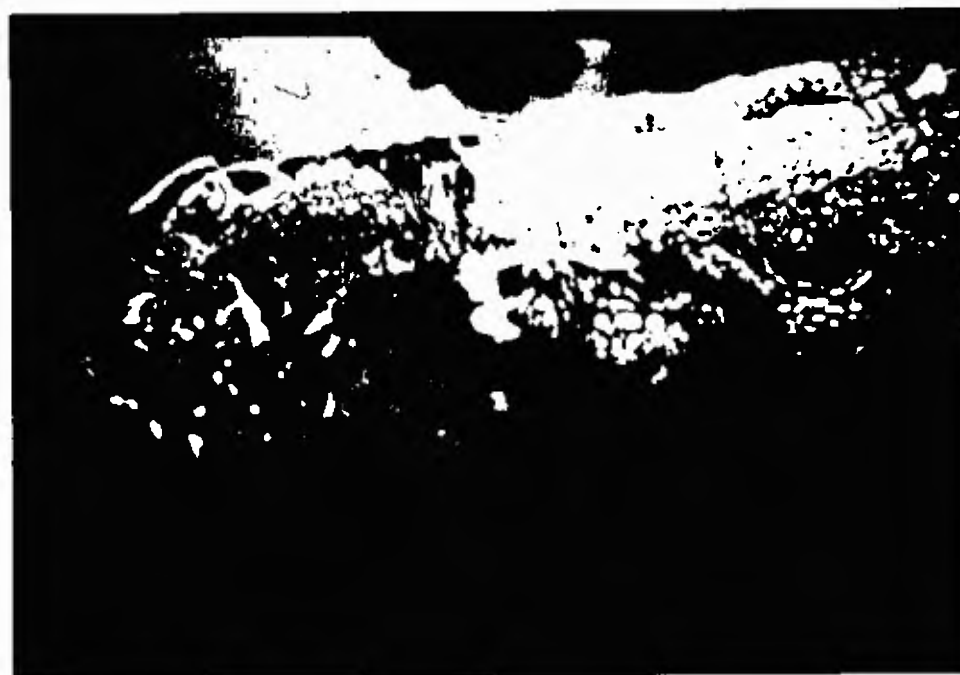


Fig. 19. Larva tratada con Alsystin, mostrando muda parcial con retención de la cutícula del estadio anterior en los últimos segmentos abdominales. Vista lateral.

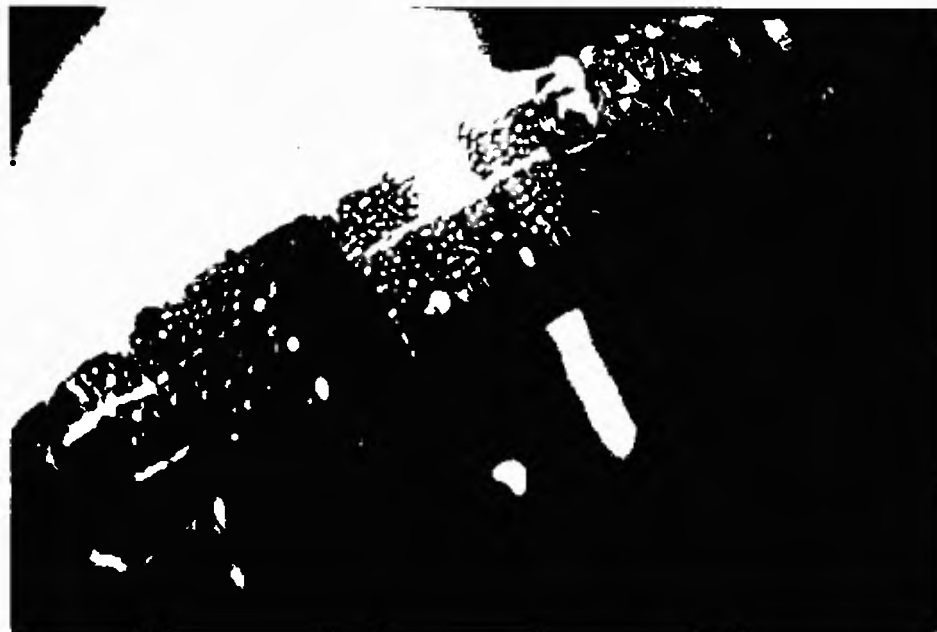


Fig. 20. Larva tratada con Alsyslin, mostrando áreas alternas de muda y de retención de la cutícula vieja. Vista dorsal.

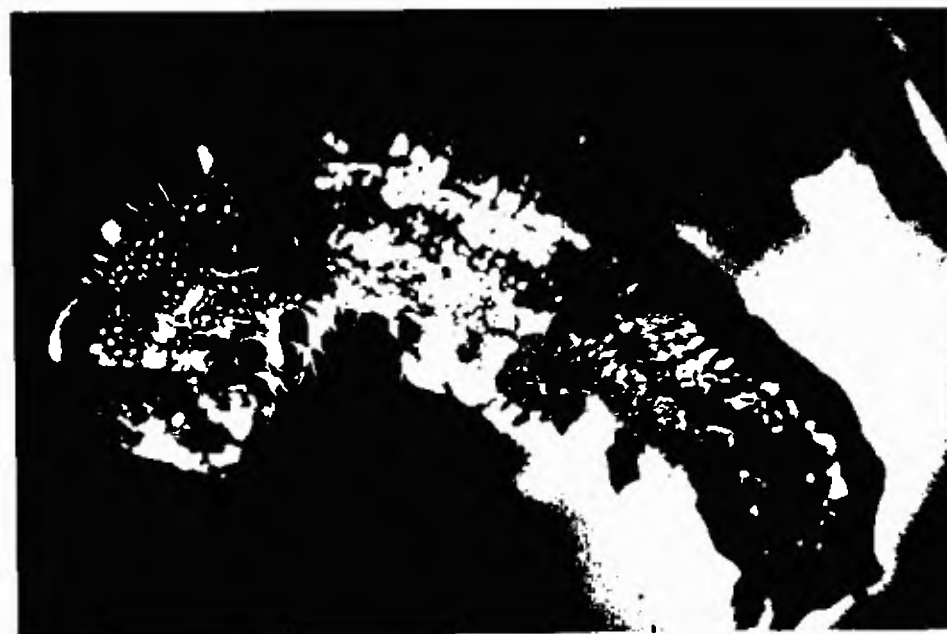


Fig. 21. Larva tratada con Alsyslin, mostrando áreas alternas de muda y de retención de la cutícula vieja. Vista lateral.

cefálica; si el impedimento es producido en la región posterior del cuerpo, la muerte ocurre dentro de un plazo mayor, una vez que el insecto puede seguir alimentándose, aunque no en forma normal, en función de las limitantes en cuanto a su movilidad.

Los productos inhibidores de la síntesis de quitina interfieren en la estructuración del nuevo tegumento durante el periodo previo a la muda, determinando una reducción en la cantidad de quitina depositada con la consecuente disminución del espesor de la cutícula (Ker 1977, Grosscurt 1978, Segistán 1983, Hassan & Charnley 1987) y alteración del patrón de deposición de la matriz proteica asociada (Hunter & Vincent 1974, Verloop & Ferrrell 1977, Ker 1977). Estos trastornos en la cutícula larval explican todo el conjunto de alteraciones observadas en el presente trabajo, al determinar un debilitamiento general del exoesqueleto y de los apodemas que sirven de apoyo a la musculatura.

Los resultados anotados coinciden con los reportes hechos por Retnakaran et al. 1975, Segistán 1980, Retnakaran 1982, y especialmente con Granett et al. 1983, quienes analizaron el efecto de los tres productos utilizados sobre larvas de estadio IV de *S. exigua*.

2.2 Trastornos en el Proceso de la Alimentación.

En la evaluación hecha a las 12 horas se observó que la ingestión de alimento por las larvas fue normal, sin embargo, a las 24 y progresivamente hasta aproximadamente las 72 horas, las mismas dejan de alimentarse; ésto tanto en los insectos que presentaron perturbaciones morfológicas como en aquellos aparentemente no afectados. En realidad, el primer efecto notable de los productos aplicados es la interferencia con su capacidad de alimentarse adecuadamente.

Las larvas con el tegumento afectado evidentemente no pueden alimentarse debido a limitaciones relacionadas con la locomoción, a impedimentos relacionados con las piezas bucales, o a ambos factores. Estos efectos resultarían del debilitamiento progresivo de las uniones esqueléticas musculares mencionado anteriormente.

Muchas larvas aparentemente normales, dejan de alimentarse total o parcialmente; en este caso, hay un retraso en el crecimiento, acompañado, según Radwan et al 1986, de trastornos en la eficiencia de conversión del alimento ingerido en substancia corporal; eventualmente muchas de ellas terminan muriéndose por inanición, deshidratadas y con el cuerpo reducido en tamaño.

Claramente entonces, la falta de ingesta y las perturbaciones en la muda son los dos tipos de manifestaciones del efecto de los productos administrados, las cuales se hacen sentir por separado o conjuntamente y que, sumadas, finalmente conducen a la muerte en un tiempo que puede variar de uno a siete días.

Ambos efectos pueden manifestarse en cada insecto después de transcurridos tiempos variables a partir de la aplicación de los productos. En algunas larvas éstos fueron observados a las 24 horas o aún antes; sin embargo, en la gran mayoría de los casos se verificaron a las 48 horas. De esta manera, al evaluarse la efectividad a las 48 o a las 72 horas, los resultados mostrarían valores de CE₅₀ más altos que los expresados en nuestro análisis, en el cual la efectividad se calculó en base a las 24 horas después de la aplicación. Estos también podrían ser modificados considerando que la exposición de las larvas fue solamente de 12 horas, a diferencia de varios estudios en los cuales ésta fue continua, o con tiempos superiores. Con miras a la utilización práctica se desprende de estas consideraciones la necesidad de evaluar el tiempo efectivo medio (TE₅₀).

La utilización de larvas provenientes de huevos colectados cada mañana implica que las posturas pudieron

ocurrir a tiempos distintos dentro de las 24 horas precedentes, con la consecuente falta de sincronización fisiológica entre los individuos tratados.

El estadio IV de *S. frugiperda* tiene una duración aproximada de 72 horas, según lo observado en estudios preliminares, en concordancia con los datos de Segistán 1983. En base a los resultados obtenidos para larvas en el estadio V (Segistán supracit), a las 24 horas de la muda anterior ya empieza la digestión de la vieja cutícula seguida de la apólisis general, con secreción de la nueva cutícula, reclutamiento de los precursores y síntesis de quitina. Habría un periodo crítico para la polimerización de esta sustancia; si durante el mismo hay disponibilidad de moléculas de la sustancia aplicada, la deposición de quitina se ve afectada, ocurriendo trastornos en el proceso de la muda, y a consecuencia, la relación entre el curso del estadio y la ingestión del producto puede reflejarse en el resultado, una vez que las larvas van a estar mudando a tiempos distintos, o sea, como el efecto se manifiesta con la muda y ésta no va a ocurrir simultáneamente para todas las larvas tratadas, el mismo se hará evidente a tiempos diferentes.

Por lo tanto, una vez que la deposición de quitina varía según el desarrollo del insecto (Porter & Jaworski

1965, Retnakaran et al. 1980, Neuman & Guyer 1983, Segistán 1983, Ferkovich et al. 1985) es posible que no todos los individuos fueron igualmente susceptibles durante el tratamiento (aparte de las diferencias intrínsecas involucradas), pudiendo este factor hasta incidir en la recuperación de algunos de ellos.

Estas observaciones nos están indicando que no se trata de un simple mecanismo de rechazo hacia el alimento debido a alguna característica de los productos empleados, una vez que la ingesta inicial fue normal, como lo ha registrado Retnakaran (1982), en larvas de *Choristoneura fumiferana* tratadas con clorofluazurón, sino que probablemente, y de acuerdo con Abdelmomen & Mumma (1981) el efecto puede ser el resultado de trastornos en las piezas bucales relacionados con la deposición anormal de quitina al tiempo de la muda; uniones esquelético-musculares inadecuadas impedirían el desempeño mecánico normal de estas estructuras (Ker 1977). Incidiendo sobre la ingesta de alimento, podrían sumarse a estos elementos la interferencia a nivel de la membrana peritrófica (Clarke et al 1977, Becker 1978, Terra & Ferreira 1981).

3. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia* tratadas con BFUs.

Se exponen a continuación los resultados obtenidos en las pruebas de efectividad y de mortalidad realizados mediante la aplicación de los productos inhibidores de la síntesis de quitina, diflubenzurón, triflumurón e clorofluazurón.

3.1 Premisas.

3.1.1 Susceptibilidad Diferencial.

Con la finalidad de establecer un patrón general para la apreciación de los valores de dosis-mortalidad registrados, se incluye aquí una breve síntesis de los conceptos generales del Análisis de Próbitas y del "peso" de cada una de las respuestas, basados en la distribución normal de la susceptibilidad de los individuos en una población.

Cuando se emplean dosis cada vez mayores de un insecticida, a cada incremento corresponde la muerte de una proporción cada vez mayor de la muestra de una población determinada, hasta que con una dosis suficientemente alta ocurre la muerte de todos los individuos que componen dicha muestra. Si estas dosis de productos tóxicos se

transforman en logaritmos, las susceptibilidades de muchos de los organismos se distribuyen de manera aproximadamente normal (Sokal 1979). La curva normal acumulativa es simétrica respecto a su media (μ); el 95% de los casos caen dentro de los límites de tres y el 99.7% de dos desviaciones estándar (Sokal supracit). En las poblaciones de insectos existe una considerable plasticidad genética particularmente en los extremos de la curva, en donde los individuos más resistentes y los más susceptibles están representados (Georghiou 1972), lo cual se hace más evidente a una mayor presión de selección, como en el caso del efecto tóxico de los pesticidas, razón por la cual en el presente trabajo se trató de eliminar estos valores.

3.1.2 Uniformidad en la Dosificación.

Tomando en consideración que la mayoría de las dosis utilizadas fueron extremadamente bajas, y de acuerdo a la metodología de trabajo empleada, es difícil establecer con exactitud si éstas corresponden a la dosis real expresada. La dispersión de las partículas en una solución se relaciona con su concentración. Cuando se utiliza una parte de la sustancia en un millón de partes de agua, está implícita una dilución tan grande que cabe la posibilidad de que la dosis que realmente llegó al insecto puede ser sustancialmente diferente de la dilución expre-

sada. Otro factor que pudo incidir sobre la concentración real fue la forma de preparación, que consistió en diluciones en serie.

Adicionalmente, habría que considerar las características físicas de los productos empleados relacionadas con la formulación. Diflubenzurón y triflumurón se utilizaron en forma de PM y clorofluazurón en forma de CE. Según Mulder & Gijwijt in Mass et al. 1981, la actividad del diflubenzurón está influenciada, entre otros factores, por el tamaño de las partículas. Scheurer et al. 1983, en estudios realizados con *S. littoralis* reportaron que el clorofluazurón es más activo bajo la forma de CE que como PM. Los inhibidores de la síntesis de quitina empleados se presentan en forma sólida en el grado técnico, prácticamente insolubles en agua. Al utilizar diferentes formulaciones de los mismos, es posible que se estuviera introduciendo un error en la comparación de las mediciones de su actividad.

Por otra parte, una vez aplicado el producto, la cantidad de alimento ingerido pudo variar en cada uno de los insectos tratados debido a diferencias individuales.

3.1.3 Inferencia Estadística.

En base a lo anteriormente expuesto, con la finalidad de hacer una mejor interpretación de los resultados, los valores anómalos que no siguieron una secuencia lógica dentro del conjunto fueron eliminados, utilizando esta facilidad adicional que ofrece el programa "BM Probit".

En el análisis estadístico de los datos, la inclinación de la línea de regresión, o sea, de la pendiente, y los valores de la CE_{50} y de la CL_{50} son parámetros de fundamental importancia. El valor de b indica la cantidad en que la recta de regresión se eleva por cada unidad de incremento en x (Daniel 1985) y por lo tanto refleja la respuesta al incremento en la dosis; consecuentemente, cuanto más alto es el valor de b mayor es la inclinación de la línea, indicando una mejor respuesta a un incremento dado.

Las CL_{50} y las CE_{50} son aquellas dosis que afectan al promedio de la población, descartando los individuos que por sus características intrínsecas son especialmente susceptibles o resistentes, como se discutió anteriormente. La relación $CE_{50}:CE_{95}$ y $CL_{50}:CL_{95}$ indicará la posición de la línea, mostrando que las tendencias pueden ser distintas aunque se trate de CE_{50} o CL_{50} muy similares.

3.2 Respuesta en Larvas de *S. frugiperda* a BFUs
Considerando Efectividad y Mortalidad.

3.2.1 Dimilín.

3.2.1.1 Efectividad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas
con Dimilín.

El porcentaje de efectividad a las 24 horas en larvas de *S. frugiperda* tratadas con diflubenzurón durante 12 horas se expresa en el Cuadro V, pág. 86. Se observa que en el grupo testigo todas las larvas se alimentaron normalmente.

En esta prueba, gran parte del rango experimentado se encuentra fuera de la búsqueda lógica de respuesta en vista de que las dosis desde 150 hasta 500 ppm fueron efectivas para la totalidad de la muestra tratada. A la dosis de 4.69 ppm correspondió una respuesta con valor ligeramente inferior al presentado por la dosis mínima precedente. Concentraciones tan bajas como éstas probablemente no reflejan con fidelidad la concentración real utilizada, como fue indicado en la pág. 82. En este caso, la diferencia registrada entre las dosis referidas son debidas a un sólo individuo de una muestra de 40.

Los valores obtenidos luego del análisis estadístico y su representación gráfica se encuentran en el Cuadro VI

CUADRO V. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* TRATADAS CON DIMILIN (DIFLUBENZURON)

ppm ia	No. LARVAS TRATABAS	No. LARVAS na+	EFECTIVIDAD (%)	EFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	48	16	48.00	48.00 †
4.6875	40	15	37.50	37.50
9.3750	48	18	45.00	45.00
18.7500	40	29	72.00	72.50
37.5000	40	40	100.00	100.00 ‡
75.0000	40	39	97.50	97.50
150.0000	40	40	100.00	100.00
250.0000	40	40	100.00	100.00
375.0000	48	40	100.00	100.00
500.0000	40	48	100.00	100.00
TESTIGOS	40	0	0	
TOTAL	440			

† na LARVAS QUE NO LOGRARON ALIMENTARSE
‡ VALORES ELIMINADOS EN EL ANALISIS

CE 50 = 8.61 ppm

PENSIENTE = +0.028663

CUADRO VI. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE DIMILIN EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda*.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	0.304965	0.578877	0.920925
5	0.781948	1.276446	1.827667
18	1.288813	1.945932	2.640446
50	7.152856	8.612548	10.152731
90	30.581949	38.118488	50.674831
95	44.491642	58.111340	82.941299
99	88.856354	128.137741	211.331643

y en la fig. 22, págs. 86 y 88; se observa que la CE₅₀ calculada es de 8.61 ppm.

El valor de 0.028663, que corresponde a la pendiente, nos indica que no hay una respuesta estadísticamente significativa al incremento de la dosis. El producto actúa a concentraciones tan bajas como del orden de 2.0 a 4.0 ppm; sin embargo, al aumento de la dosis no corresponde un incremento proporcional en la respuesta. La población responde de esa misma forma a las dosis altas, a pesar de que a partir de 37.5 ppm más del 95% de la misma dejó de alimentarse.

En base a los respectivos intervalos de confianza (Cuadro VI, pág. 86), se observa que los límites entre los cuales la población es afectada se encuentran en un rango bastante amplio, que va desde 0.58 hasta 128 ppm, con variaciones del mismo orden para los límites de confianza bajos y altos. Este hecho se puede explicar por las características metodológicas expuestas anteriormente, tomando siempre en cuenta la probabilidad de que la dosis aplicada no corresponda exactamente a la dosis expresada debido a la extrema dilución del producto; por otra parte, habría que considerar qué cantidad del mismo fue realmente ingerido por la larva.

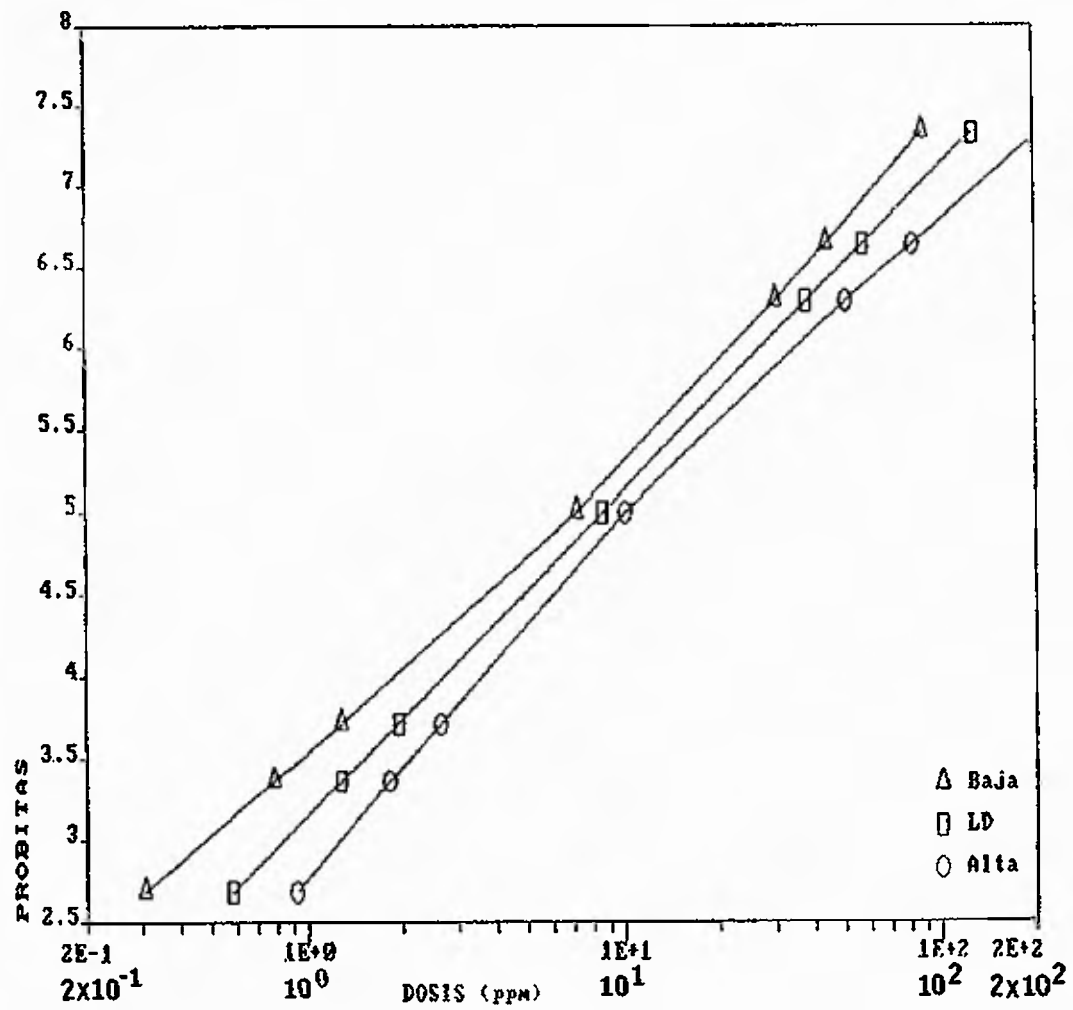


FIG. 22. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Dimilin.

Una vez que concentraciones crecientes siguen produciendo el mismo efecto, para lograr un cambio en el mismo se necesitan valores correspondientes al doble de los anteriores. En las tres dosis más bajas aplicadas se observó prácticamente la misma efectividad de 40%, 37.5% y de 45%. Solamente se logró un incremento importante en la respuesta al doblar la concentración de 9.37 a 18.75 ppm, cuando entonces la efectividad fue de 72.5%. De esa manera, prácticamente estaremos en una dosis baja entre 2.34 y 9.37 ppm, en una dosis media de 18.75 ppm, y en dosis altas por encima de 37.50 ppm, con las cuales la totalidad de la población se ve afectada. En el primer caso se verifica un efecto de dosificación y en las dosis subsiguientes se necesita un aumento de aproximadamente 9.0 ppm para que ocurra un cambio en la respuesta a la ingesta de alimento.

3.2.1.2 Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Dimilin.

En el Cuadro VII, pág. 90, se expresa el porcentaje de individuos muertos durante y hasta los siete días después del tratamiento con diflubenzurón; para fines del análisis estadístico de esta información fue eliminado el valor correspondiente a la dosis de 250 ppm de acuerdo a las premisas establecidas en la pág. 81. La mortalidad

CUADRO VII. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda TRATADAS CON DIMILIN (DIFLUBENIURON).

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	MORTALIDAD 7 DIAS (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	40	13	32.50	32.50
4.6875	40	18	45.00	45.00
9.3750	40	30	75.00	75.00
18.7500	40	33	82.50	82.50
37.5080	40	38	95.00	95.00
75.0000	40	40	100.00	100.00
150.0000	40	40	100.00	100.00
250.0000	40	38	95.00	95.00 †
375.0000	40	40	100.00	100.00
500.0000	40	40	100.00	100.00
TESTIGOS	40	0	0	
TOTAL	440			

† VALORES ELIMINADOS EN EL ANALISIS

CL 50 = 4.69 ppm

PENDIENTE = +0.0020677

CUADRO VIII. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE DIMILIN EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda.

PROBABILIDADES	BAJA	CL	ALTA
1	0.138752	0.261765	0.420208
5	0.373187	0.609388	0.881168
10	0.631245	0.956282	1.310399
50	3.879455	4.687273	5.521680
90	18.793327	22.974951	29.517433
95	28.213627	36.053410	49.458405
99	59.663200	83.932281	131.988447

en el grupo control fue nula.

En la presente situación, al igual que en el caso de la efectividad, los cambios a cada incremento de dosis fueron pequeños; al doblar la concentración de 2.34 a 4.69 ppm sólo se alcanzó aumentar la mortalidad en un 12.5%, sin embargo, comparando la diferencia entre los porcentajes de efectividad y de mortalidad para la dosis de 9.37 ppm se observan cambios apreciables del orden del 30% (Cuadros V y VII, Págs. 86 y 90). Concentraciones iguales o superiores a 75 ppm causaron la muerte de la totalidad de la muestra.

En el análisis de los valores obtenidos para mortalidad, al igual que para efectividad, se eliminaron aquellos que se mostraron incongruentes; éstos se señalan con un asterisco (*) en los cuadros correspondientes. A pesar de que los mismos fueron hechos considerando a estos valores así como también descartándolos, de acuerdo a las alternativas que ofrece el Programa "BM Probit", los resultados que se presentan son aquellos que permitieron una mayor confiabilidad estadística, especialmente para la CE₅₀ y para la CL₅₀.

Para lograr respuestas notables, también en el caso de mortalidad fue necesario realizar incrementos importantes en la concentración del producto.

Las líneas de regresión para efectividad y para mortalidad corren prácticamente paralelas (figs. 22, 23 y 24, págs. 88, 93 y 94), evidenciando un patrón de respuesta muy similar frente al producto, ya sea a las 24 horas en relación a la ingesta, como a los siete días en relación a la mortalidad total. Sin embargo, la dosis necesaria para lograr los mismos niveles de mortalidad que de efectividad es más baja, correspondiendo respectivamente a 8.61 y 4.69 ppm. La $CL_{50} < CE_{50}$ indica que un porcentaje de la población logra recuperarse.

3.2.2 Alsystin.

3.2.2.1 Efectividad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Alsystin.

Al igual que en diflubenzurón, la efectividad observada por falta de ingesta de alimento, en la respuesta al tratamiento con triflumurón no refleja cambios importantes que correspondan al respectivo incremento de la dosis, ya que al duplicar sucesivamente la concentración apenas se lograron aumentos del orden del 2.5% en la respuesta (Cuadro IX, pág. 95). Sólo se notó un cambio en esta condición cuando la dosis fue considerablemente elevada a 37.5 ppm en cuyo caso sí fue posible registrar un acrecentamiento apreciable en la efectividad del orden del 15%.

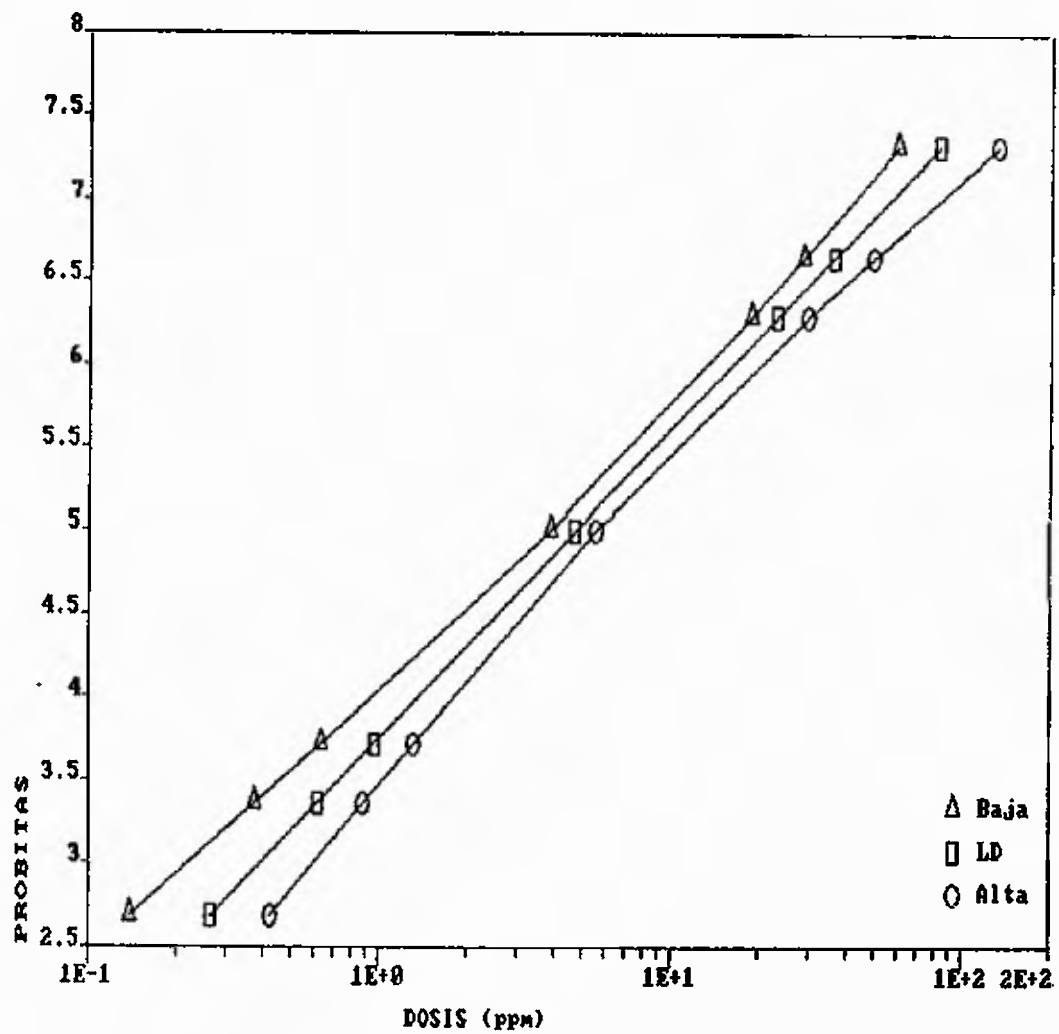


FIG. 23. Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Dimilin.

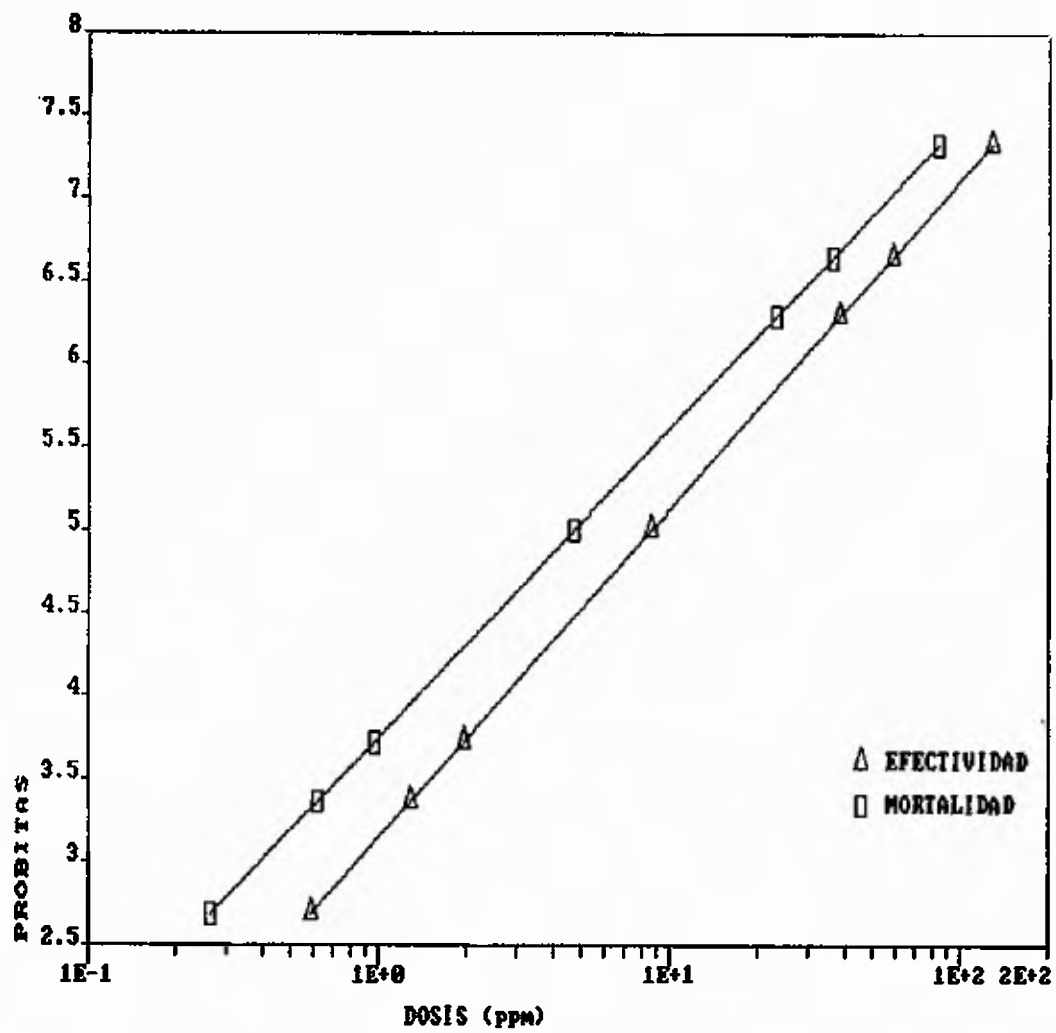


FIG. 24. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Dimilin.

CUADRO IX. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda TRATADAS CON ALSYSTIN (TRIFLUMUROM).

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS na†	EFECTIVIDAD (%)	EFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	40	23	57.50	46.87
4.6875	40	25	62.50	53.12
9.3750	40	26	65.00	56.25
18.7500	40	27	67.50	59.37
37.5000	40	32	80.00	75.00
TESTIGOS	40	8		20
TOTAL	240			

† na LARVAS QUE NO LOGRARON ALIMENTARSE

CE 50 = 3.83 ppm

PENBIENTE = +0.018208

CUADRO X. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE ALSYSTIN EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	0.000000	0.000195	0.006767
5	0.000002	0.003531	0.047712
10	0.000039	0.016526	0.135585
50	1.347055	3.827062	6.345753
90	187.511292	886.243408	73522.460938
95	5357.114818D-01	4148.394043D+00	1479.7965008+03
99	3792.702393D+00	7498.086719D+01	4170.036160D+05

En una apreciación general, se puede ver que las respuestas oscilaron entre el 47 y el 75% de larvas afectadas, a pesar de que se aumentó la dosis 16 veces. Esto indica que no hubo una diferencia significativa entre las concentraciones empleadas, como se desprende de los análisis estadísticos. Pudiéramos decir, tomando en consideración las características del efecto fisiológico de este tipo de producto, que cualquiera de las dosis en estudio causó una respuesta similar, y que para lograr aumentos significativos en la misma deberíamos incrementar en 18 o más veces la concentración del producto.

Se observa en la pág. 95 que la CE₅₀ corresponde a 3.83 ppm y que sus límites de confianza están entre 1.35 y 6.35 ppm (Cuadro X). Estos valores se encuentran muy cercanos a las concentraciones mínimas empleadas; en consecuencia, aquellos que se alejan de la CE₅₀ hacia arriba y hacia abajo tienen rangos extremadamente amplios de variabilidad (Cuadro X referido y fig. 25, pág. 97).

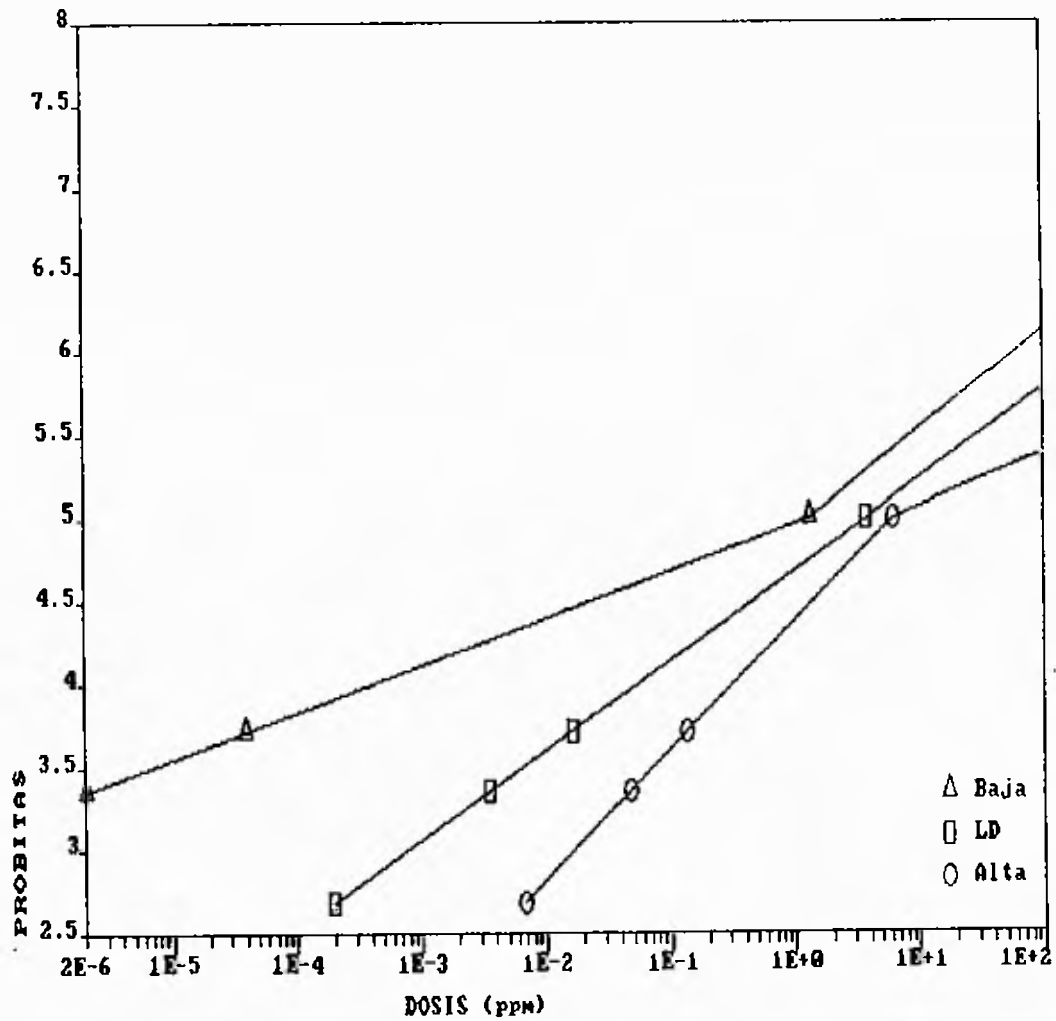


FIG. 25. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Alsyslin.

Basados en el mismo análisis, podemos apreciar que para lograr un efecto de inhibición en la ingesta en un 95% de la población sería necesario incrementar la dosis a 4148 ppm.

3.2.2.2 Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Alsystín.

El patrón de comportamiento observado en la mortalidad a los siete días respecto a triflumurón siguió aproximadamente la misma tendencia que la efectividad (Cuadro XI, pág. 99); sin embargo, los límites mínimo y máximo fueron más amplios, alcanzándose el 40% en el primero y el 97.5% en el último caso.

Es posible apreciar que las dosis de 4.69 y de 9.37 ppm dieron respuestas muy similares, entre las cuales hay menos del 3% de diferencia, para el doble de la concentración utilizada. Las dosis extremas empleadas, por el contrario, mostraron diferencias más importantes en el resultado.

En términos generales, luego de efectuar los análisis estadísticos, se puede observar que no hubo diferencia significativa en el incremento de la respuesta en relación al incremento de las dosis empleadas en el presente estudio. En la proyección de los valores obtenidos a

CUADRO XI. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* TRATADAS CON ALSYSTIN (TRIFLUMURON).

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	MORTALIDAD (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	40	16	40.00	40.00
4.6875	40	21	52.50	52.50
9.3758	48	22	55.83	55.00
18.7500	40	31	77.50	77.50
37.5000	40	39	97.50	97.50 *
TESTIGOS	40	0	0	
TOTAL	240			

* VALORES ELIMINADOS EN EL ANALISIS

CL 50 = 4.52 ppm

PENSIENTE = +0.037504

CUADRO XII. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE ALSYSTIN EN LARVAS DE *Spodoptera frugiperda*.

PROBABILIDAD	BAJA	CL	ALTA
1	0.006820	0.021880	0.105928
5	0.008319	0.104238	0.331328
10	0.031493	0.239640	8.610285
50	3.007914	4.517805	6.035479
90	40.218773	85.171661	426.446045
95	74.316124	195.007114	1608.875977
99	233.070114	932.857483	19577.363281

partir del análisis, se nota que es necesario aumentar la dosis a 196 ppm (Cuadro XII, pág. 99) para lograr valores de 95% o más de mortalidad.

La CE_{50} estimada estadísticamente es de 4.52 ppm, con límites de confianza de 3.01 y de 6.03 ppm, representados gráficamente en la fig. 26, los cuales resultan ligeramente superiores a los valores requeridos para conseguir una efectividad media correspondiente con el mismo producto (figs. 25 y 26, Cuadros X y XII, págs. 97, 101, 95 y 99).

La comparación de las líneas de regresión para efectividad y para mortalidad que se encuentran en la fig. 27, pág. 102, nos muestra que, a pesar de la diferencia observada en la tendencia de ambas, los valores de la CE_{50} y de la CL_{50} son bastante aproximados.

Es necesario señalar que al igual que para el diflubenzurón, se hicieron para Alsystin los análisis considerando igualmente todas las dosis experimentadas; sin embargo, se optó por tomar aquellos valores que permitieron una mayor confiabilidad.

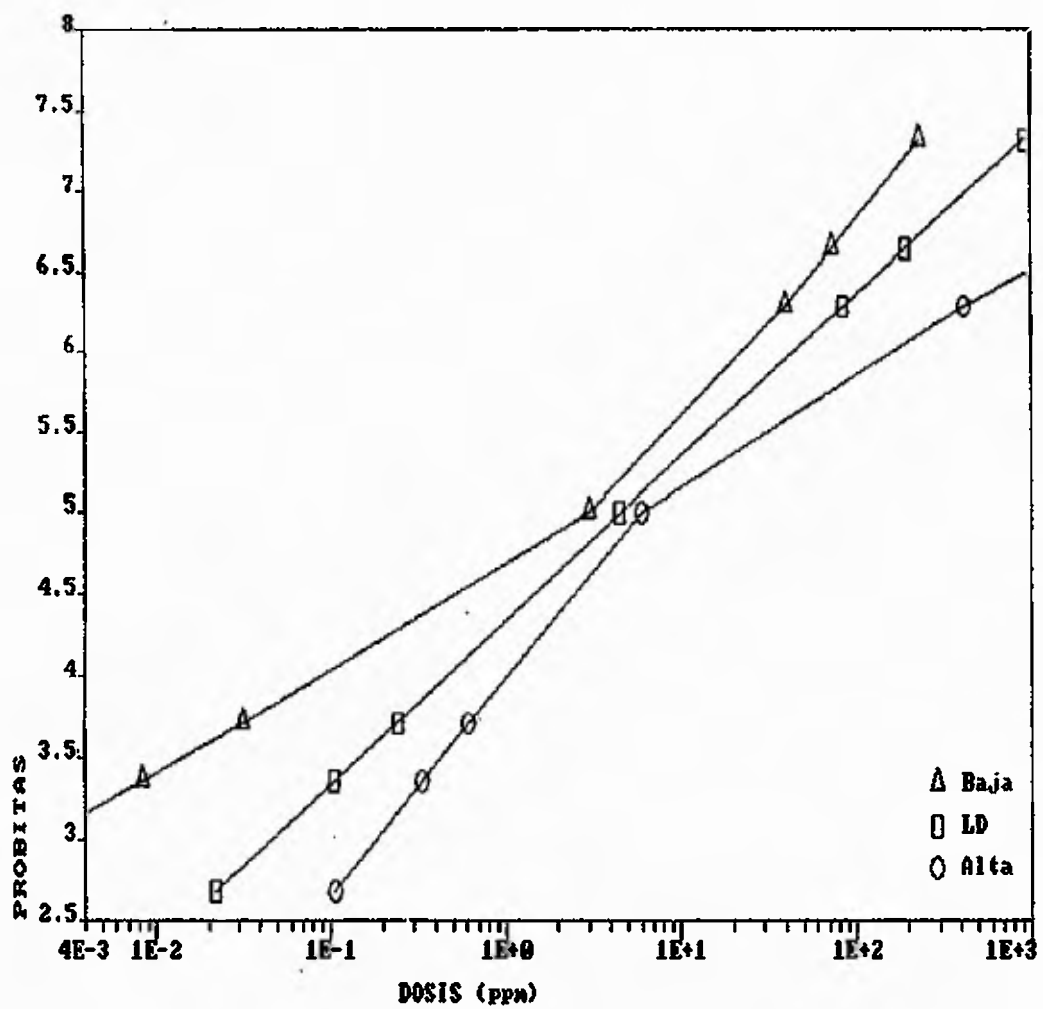


FIG. 26. Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Alsyntin.

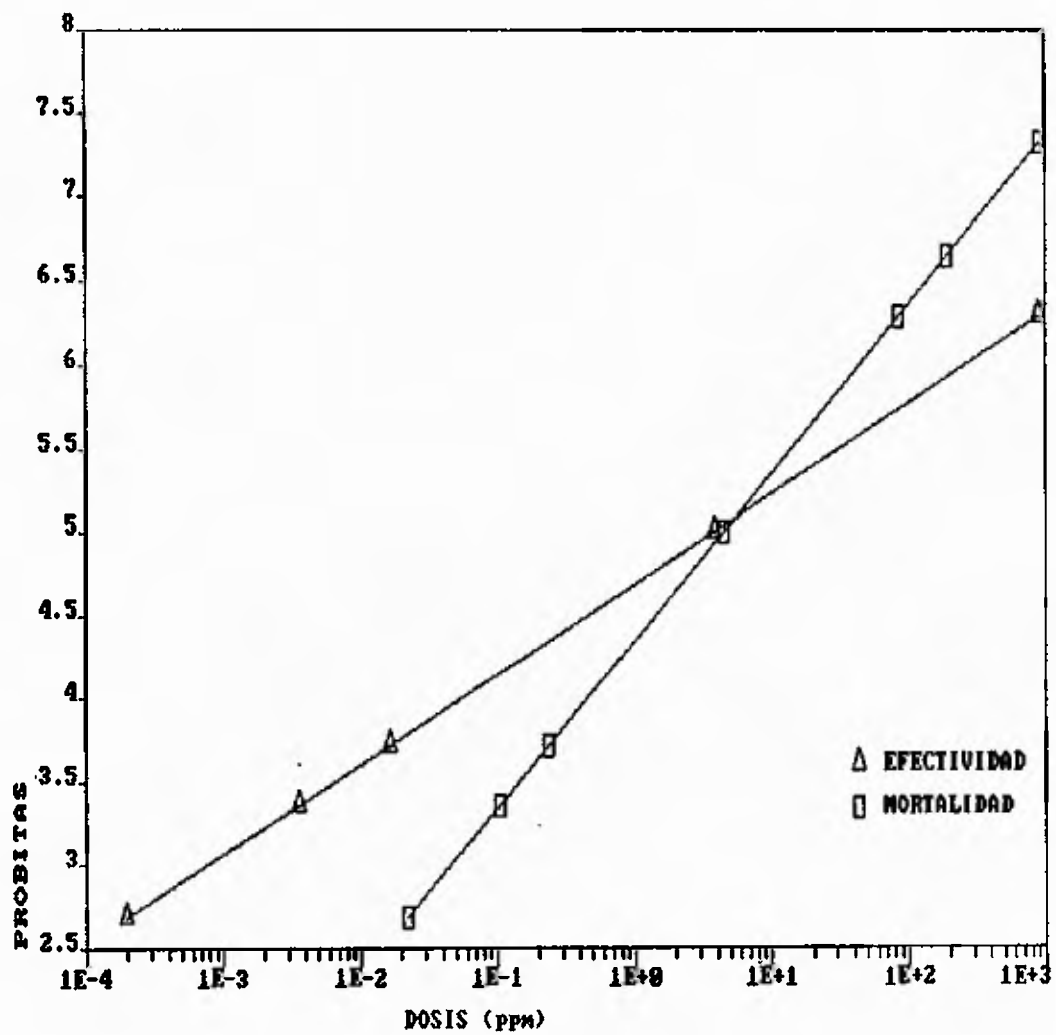


FIG. 27. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con Alsystin.

3.2.3 IKI-7899.

3.2.3.1 Efectividad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899.

De los resultados obtenidos con la aplicación de clorofluazurón se puede apreciar en el Cuadro XIII y fig. 28, págs. 104 y 105, que a las 24 horas en la dosis de 0.52 ppm se verificó una respuesta inesperada, afectando a un 90% de las larvas, lo cual se aleja de la secuencia lógica que se observa en las nueve dosis restantes utilizadas. Más aún, si analizamos estadísticamente en forma diferencial las tres primeras dosis bajas (Cuadros XV y XVI y fig. 29, págs. 106 y 107) separadamente de las siete dosis altas restantes (Cuadros XVII y XVIII y fig. 30, págs. 108 y 109), encontramos CE_{50} significativamente diferentes, ya que su valor para las dosis bajas sería de 0.23 ppm, en tanto que la CE_{50} para las dosis altas sería de 2.18 ppm.

Es importante señalar la respuesta diferencial observada en las larvas tratadas con las tres dosis bajas en relación a lo observado en las dosis subsiguientes, ya que en el primer caso los insectos simplemente dejaron de alimentarse sin mostrar las anomalías externas comunmente asociadas con este tipo de producto; a partir de 1.56 ppm las larvas tratadas no solamente dejaron de alimentarse

CUADRO XIII. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* TRATADAS CON IKI-7899 (CLOROFLUAZURON). DOSIS TOTALES.

ppm	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	EFECTIVIDAD (%)	EFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
0.0578	40	6	1.50	5.68
0.1735	40	15	37.50	30.56
0.5200	48	36	90.00	88.89
1.5625	40	18	45.00	38.89
2.3425	48	22	55.08	50.00
4.6875	40	27	67.50	63.89
4.6875	40	30	75.00	72.23
9.3750	40	31	77.50	75.00
18.7500	40	31	77.50	75.08
37.5000	40	36	90.00	88.89
TESTIGOS	40	4		10
TOTAL	440			

+ muertas LARVAS QUE NO LOGRARON ALIMENTARSE

CE 50 = 0.95 ppm

PENDIENTE = +0.841656

CUADRO XIV. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* - DOSIS TOTALES.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	0.000000	0.800304	0.819342
5	0.000000	0.003210	0.055738
10	0.000000	0.011280	0.121593
50	0.052999	0.949956	3.781692
90	1266.099548D-02	8000.386047D-02	7953.017508D+02
95	2858.151245D-02	2811.339111D-01	5369.824000D+04
99	1226.925049D-01	2967.986328D+00	1552.7934368+08

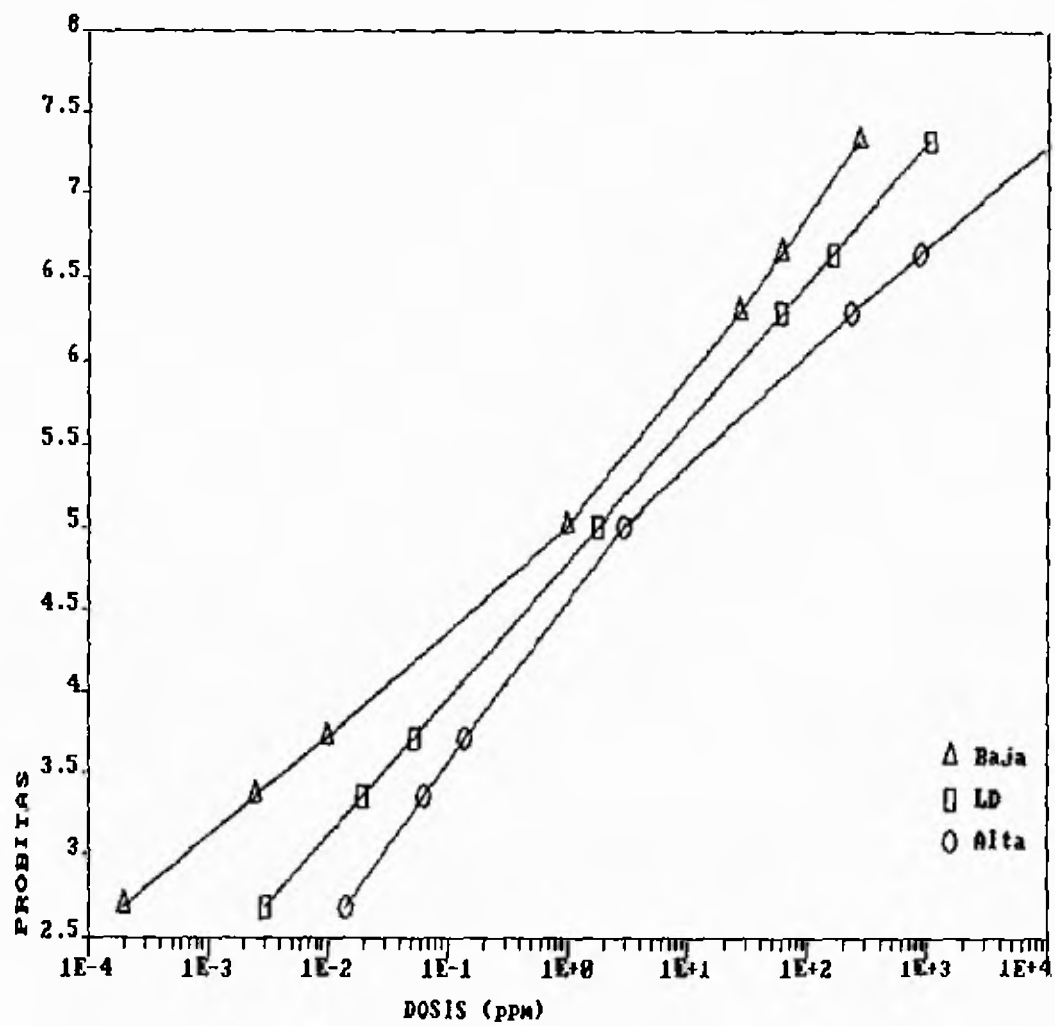


FIG. 28. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.

CUADRO IV. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda TRATADAS CON IKI-7899 (CLORFLUAZURON) - BOSIS BAJAS.

ppm	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS nat	EFECTIVIDAD (%)	EFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
0.0578	48	6	1.58	5.60
0.1735	40	15	37.50	30.56
0.5200	40	36	90.00	88.89
TESTIGOS	40	4	10	
TOTAL	160			

+ na LARVAS QUE NO LOGRARON ALIMENTARSE

CE 50 = 0.23 ppm

PENSIENTE = +0.081155

CUADRO XVI. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda - BOSIS BAJAS.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	0.025769	0.038885	0.052100
5	0.047964	0.065141	0.081431
10	0.066558	0.085770	0.103708
50	0.197462	0.226375	0.260577
90	0.487451	0.597479	0.786857
95	0.619932	0.786693	1.093421
99	0.967627	1.317868	2.037962

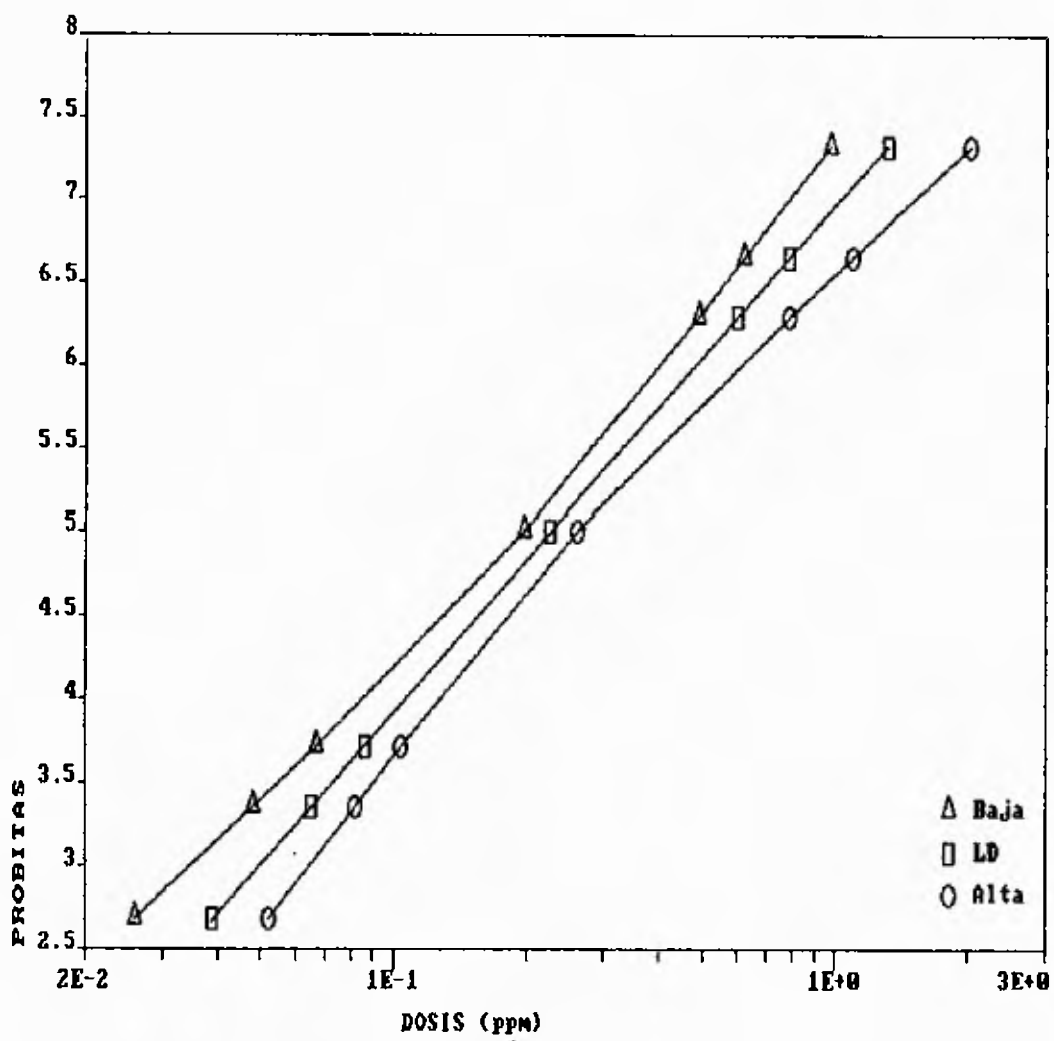


FIG. 29. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.

CUADRO XVII. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* TRATADAS CON IKI-7899 (CLOROFLUAZURON) - DOSIS ALTAS.

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS na†	EFECTIVIDAD (%)	EFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
1.5625	40	10	41.80	38.89
2.3425	40	22	55.00	50.00
4.6875	40	27	67.50	63.89
4.6875	40	30	75.00	72.23
9.3750	40	31	77.50	75.00
18.7500	40	31	77.50	75.00
37.5000	40	35	88.80	88.89
TESTIGOS	40	4		10
TOTAL	320			

† na LARVAS QUE NO LOGRARON ALIMENTARSE

CE 50 = 2.18 ppm

PENDIENTE = +8.014168

CUADRO XVIII. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* - DOSIS ALTAS.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	0.001089	8.008281	0.030077
5	0.008652	0.842344	0.112486
10	0.027164	0.101892	8.227716
50	1.453638	2.177272	2.898543
90	29.370773	46.892902	97.718643
95	60.015125	111.952179	303.938751
99	226.067474	572.480286	2588.842480

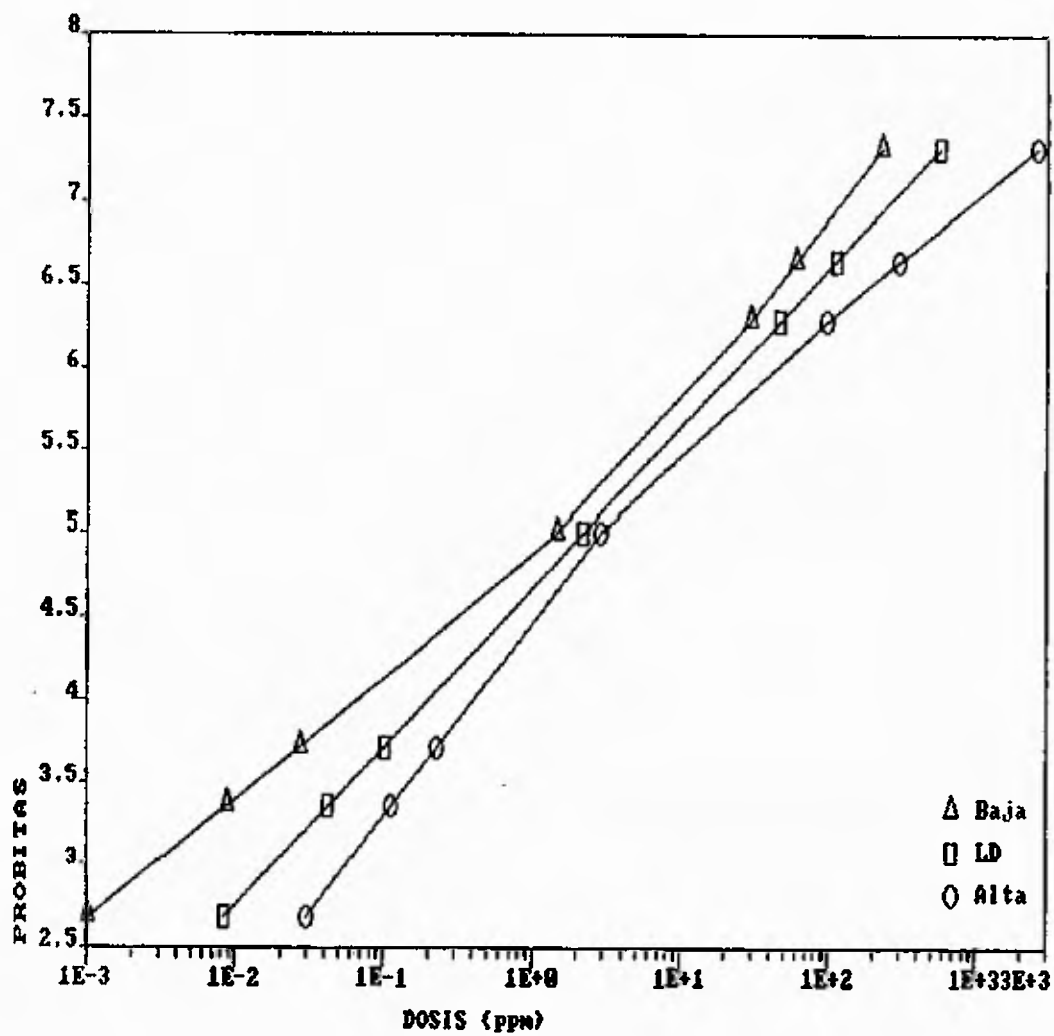


FIG. 30. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.

sino que además presentaron trastornos morfológicos. En el seguimiento ulterior se pudo apreciar que los insectos expuestos a las dosis más bajas mantuvieron la misma condición inicial hasta su muerte y solamente dos de ellos presentaron otras evidencias adicionales externas de alteración.

Bajo las limitaciones del presente estudio, en donde se pretendió fundamentalmente establecer el efecto de ingestión causado por el producto, no es factible dilucidar cual fue la razón de esta aparente incongruencia. Observando siempre la secuencia de las dosis restantes, esto pudiera ser interpretado como una insuficiencia en la dosificación inicial o como algún problema no detectado en la ingesta del alimento y consecuentemente del clorofluoruro.

La segunda hipótesis pudiera ser que las larvas no lograron ingerir el alimento debido a una repelencia al producto, lo cual no pareciera lo correcto ya que, de ser así, este efecto debiera ser cada vez más marcado en la medida en que se incrementa la concentración.

La tercera posibilidad es la de que existe una respuesta diferencial en los procesos fisiológicos afectados como consecuencia de la acción del producto a concentraciones más altas o más bajas que 1.56 ppm. En concordancia

cia con lo establecido por diferentes autores, este tipo de producto puede causar, además de las dificultades en la muda, perturbaciones en el funcionamiento del sistema muscular debido al debilitamiento de las apófisis de inserción (Ker 1977) y rigidez mandibular (Retnakaran 1982), cuyo efecto final se traduce en trastornos morfológicos externos como los observados en este trabajo para concentraciones mayores que 1.56 ppm. A concentraciones más bajas, podría darse a nivel molecular algún tipo de efecto no identificado, de acuerdo a lo sugerido por Ishaaya et al. (1984), más específicamente en la síntesis de DNA, como fue indicado por Cohen (1987) lo cual no necesariamente causaría trastornos morfológicos. Por otro lado, se puede suponer que concentraciones bajas del producto afecten solamente a la membrana peritrófica del tracto digestivo, sin evidencias externas. Estos aspectos solamente podrían ser aclarados mediante estudios de tipo histológico y/o bioquímico.

En resumen, nos encontramos ante el hecho de que existen dos diferentes secuencias en la efectividad del clorofluazurón, la primera correspondiente a las dosis bajas, que de acuerdo a los análisis estadísticos permite establecer una CE₅₀ de 0.23 ppm (Cuadro XVI y fig. 29, págs. 106 y 107), y la segunda en relación con las con-

centraciones más altas, que analizadas estadísticamente permiten establecer una segunda CE_{50} de 2.18 ppm (Cuadro XVIII y fig. 30, págs. 108 y 109). Finalmente, retomando todas las dosis en conjunto (Cuadros XIII y XIV, pág. 104), obtenemos una CE_{50} de 0.95 ppm, la cual debe ser tomada con mucha precaución ya que la dispersión de los valores de efectividad proyectados a otras concentraciones es extrema, según se aprecia en el Cuadro XIV, pág. 104.

Consecuentemente y en base a lo discutido con anterioridad, podemos establecer que existen dos CE_{50} de acuerdo a los dos tipos de respuestas encontradas, las cuales corresponden a los valores previamente indicados para las concentraciones bajas y altas.

3.2.3.2 Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899.

Los valores de mortalidad observados para las dosis utilizadas tuvieron una respuesta elevada en prácticamente todas las concentraciones, ya que superaron el 90% a excepción de 0.06 y 0.17 ppm (Cuadro XIX, pág. 113). Debido a esto, la tendencia general de la curva ($b=0.03$) no permite establecer una adecuada relación de dosis-mortalidad. La CL_{50} obtenida fue de 0.19 ppm, con límites de confianza comprendidos entre 0.11 y 0.27 ppm (Cuadro XX y

CUABRO XIX. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda TRATADAS CON IKI-7899 (CLOROFLUAZURON) - DOSIS TOTALES.

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	MORTALIDAD (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
0.0578	40	7	17.50	15.38
0.1735	40	19	47.50	46.15
0.5200	40	37	92.50	92.31
1.5625	40	37	92.50	92.31
2.3425	40	37	92.50	92.31
4.6875	40	39	97.50	97.43
4.6875	40	39	97.50	97.43
9.3750	40	40	100.00	100.00
18.7500	40	40	100.00	100.00
37.5000	40	40	100.00	100.00
TESTIGOS	40	1		2.5
TOTAL	440			

CL 50 = 0.19 ppm

PENDIENTE = +0.030591

CUADRO XX. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda - DOSIS TOTALES.

PROBABILIDAD	BAJA	CL	ALTA
1	0.001502	0.006435	0.015780
5	0.005520	0.017241	0.035130
10	0.010995	0.029161	0.054228
50	0.115146	0.186200	0.272260
90	0.788492	1.188910	2.090569
95	1.252024	2.010913	4.048174
99	2.876003	5.387936	14.483614

fig. 31, págs. 113 y 115).

A diferencia de los resultados obtenidos para los dos productos precedentes, el incremento teórico requerido para alcanzar valores que sobrepasen el 95% de mortalidad no fueron tan elevados, ya que de acuerdo a esta proyección estadística la CL_{95} fue de 2.01 ppm.

En el presente caso, si comparamos los resultados de los análisis realizados para medir la efectividad y la mortalidad (dosis totales), podemos apreciar que la CL_{50} (0.19 ppm) se encuentra muy cercana a la CE_{50} obtenida para las dosis bajas (0.23 ppm) y que, estadísticamente, la diferencia entre ambas no es significativa; consecuentemente, podemos asumir que el efecto logrado a esas concentraciones bajas conduce a una mortalidad final semejante al efecto obtenido a las concentraciones elevadas; cualquiera que sea el efecto diferencial, este se traducirá finalmente en la muerte de los insectos.

Si consideramos solamente las concentraciones bajas hasta 0.52 ppm por separado de las altas, desde 1.56 hasta 37.5 ppm, los valores de la CL_{50} serán respectivamente de 0.16 y de 0.24 ppm (Cuadro XXI-XXIV, figs. 32 y 33, págs. 116 a 119) los cuales apoyan los resultados de efectividad para las dosis bajas.

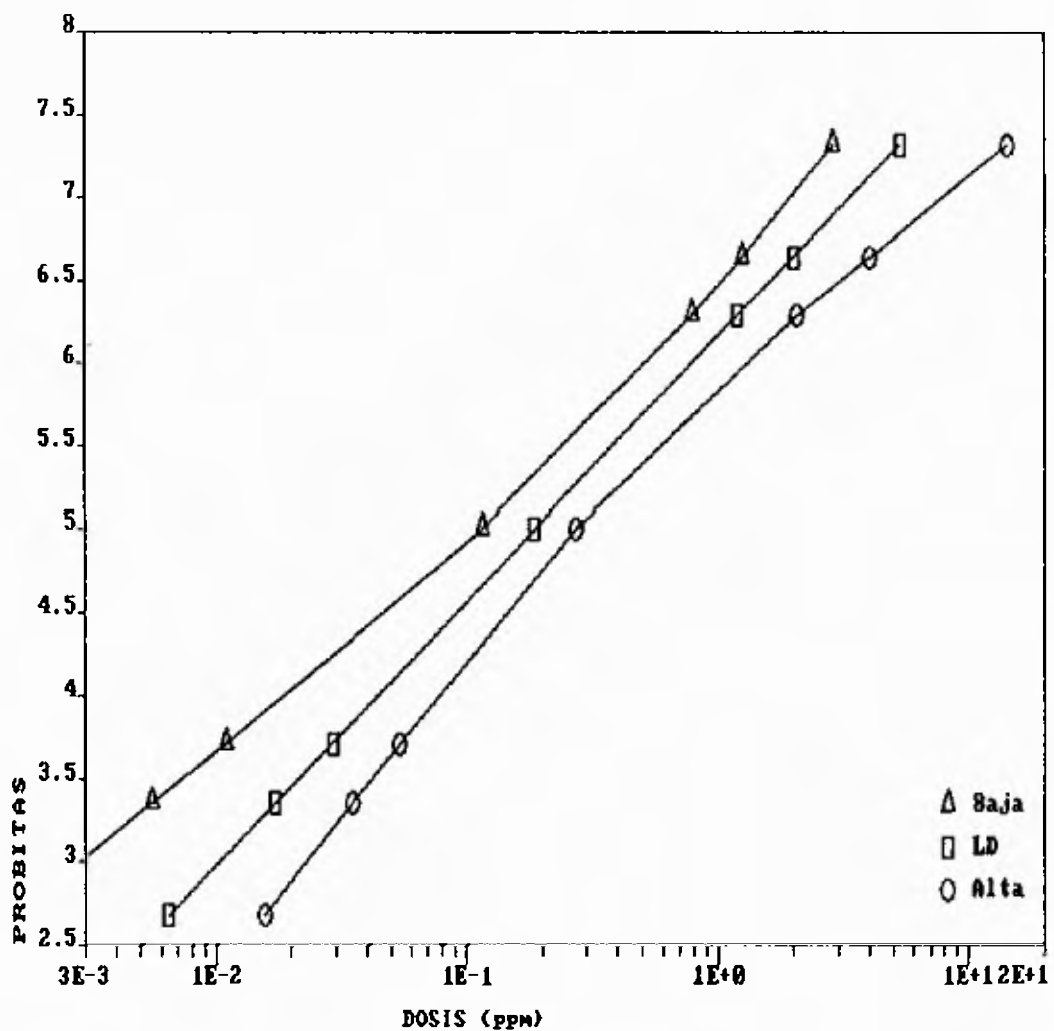


FIG. 31. Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.

CUADRO XXI. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda TRATADAS CON IKI-7899 (CLOROFLUAZURON) - DOSIS BAJAS.

ppm	Mo. LARVAS TRATADAS	Mo. LARVAS muertas	MORTALIDAD (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
0.0578	40	7	17.50	15.38
0.1735	40	19	47.50	46.15
0.5200	40	37	92.50	92.31
TESTIGOS	40	1	2.5	
TOTAL	160			

CL 50 = 0.16 ppm

PENDIENTE = +0.059601

CUADRO XXII. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE Spodoptera frugiperda - DOSIS BAJAS.

PROBABILIDAD	BAJA	CL	ALTA
1	0.011528	0.019593	0.028366
5	0.024509	0.036497	0.048340
10	0.036700	0.050853	0.064457
50	0.140153	0.163879	0.191298
90	0.419040	0.528118	0.725154
95	0.559034	0.735858	1.081771
99	0.953107	0.370745	2.306416

CUADRO XXIII. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* TRATADAS CON IKI-7899 (CLOROFLUAZURB) - DOSIS ALTAS.

ppm	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	MORTALIDAD (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
1.5625	40	37	92.50	92.31
2.3425	40	37	92.50	92.31
4.6875	40	39	97.50	97.43
4.6875	40	39	97.50	97.43
9.3750	40	40	100.00	100.00
18.7500	40	40	100.00	100.00
37.5000	40	40	100.00	100.00
TESTIGOS	40	1	2.5	
TOTAL	320			

CL 50 = 0.24 ppm

PENSIENTE = +0.158771

CUADRO XXIV. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE IKI-7899 EN LARVAS DE ESTADIO IV DE *Spodoptera frugiperda* - DOSIS ALTAS.

PROBABILIDAD	BAJA	CL	ALTA
1	0.000028	0.008135	0.056444
5	0.000196	0.021912	0.109950
10	0.000555	0.037167	0.156991
50	0.821615	0.239702	0.555817
90	0.775123	1.545927	2.138287
95	1.829052	2.622201	3.662446
99	4.715399	7.063279	19.496992

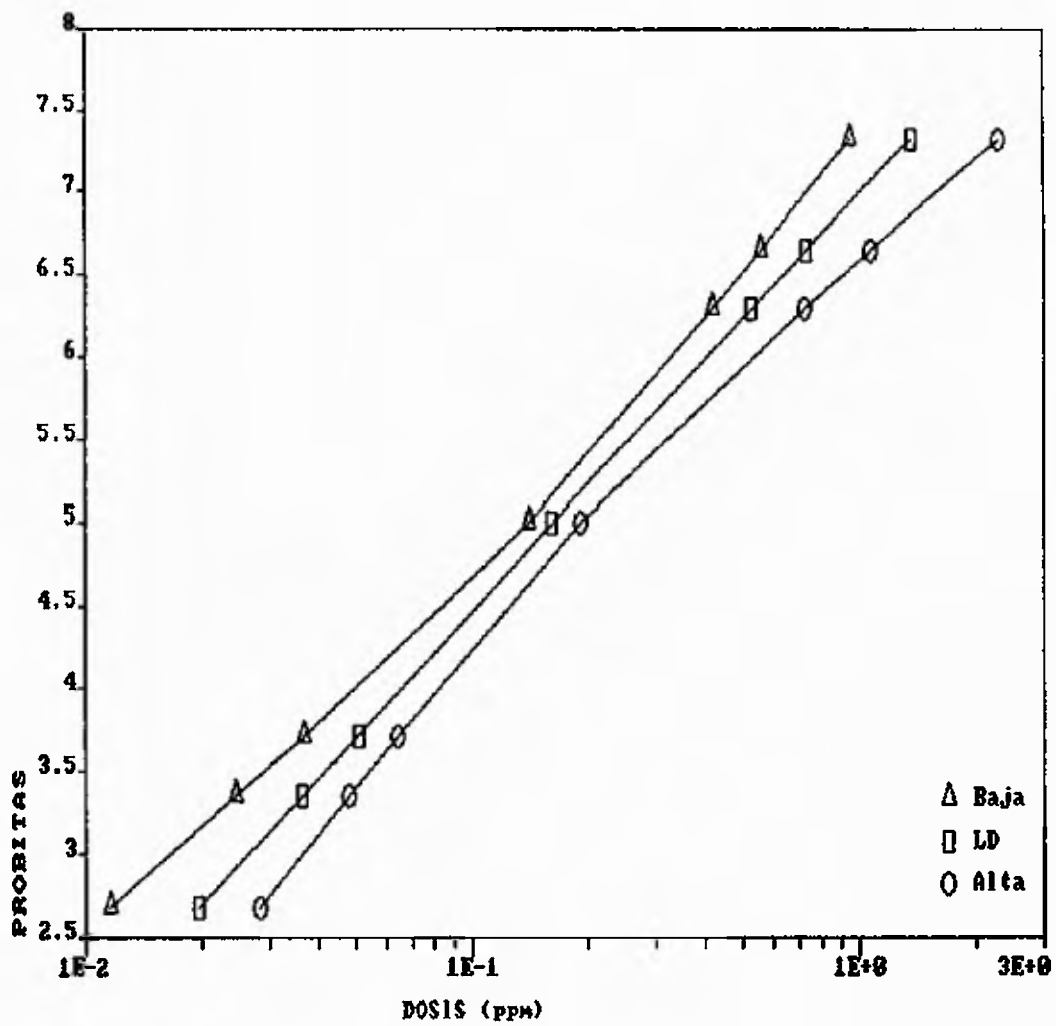


FIG. 32. Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.

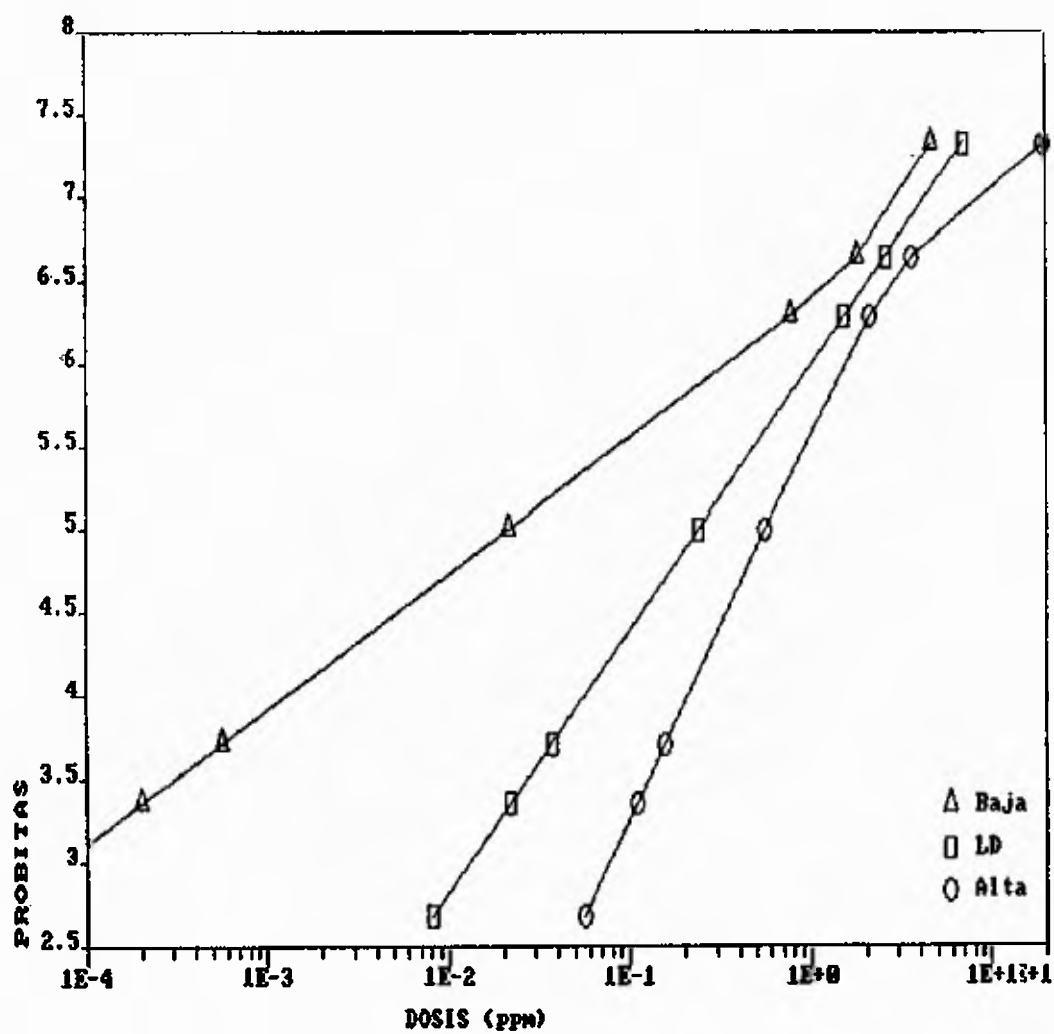


FIG. 33. Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.

Efectividad y mortalidad, para dosis totales, bajas y altas, se encuentran comparadas en las figs. 34-36, págs. 121 a 123.

3.3 Respuesta en Larvas de *S. latifascia* a Alsyslin, Considerando Efectividad y Mortalidad.

Con el objeto de tener un punto de referencia respecto al comportamiento de especies relacionadas frente a este tipo de producto, hemos realizado pruebas con *S. latifascia*, aplicando triflumurón.

3.3.1 Efectividad en Larvas de *S. latifascia* Tratadas con Alsyslin.

Al evaluar las tres dosis más bajas correspondientes a 2.34, 4.69 y 9.37 ppm, se encontró que entre el 10 y el 12.5% de las larvas tratadas no se alimentaron (Cuadro XXV, pág. 124), indicando una respuesta prácticamente igual para las tres concentraciones, razón por la cual eliminamos las dos primeras; esto podría significar una actividad muy pobre del producto a dichas dosis. Después de 9.37 ppm a cada duplicación de la dosis corresponde igual aumento de la efectividad; sin embargo, a 37.5 ppm ésta es de apenas 55%. La CE₅₀ correspondiente a 34.4 ppm (Cuadro XXVI y fig. 37, págs. 124 y 126) debe ser incrementada de 5 a 6 veces para lograr una efectividad del

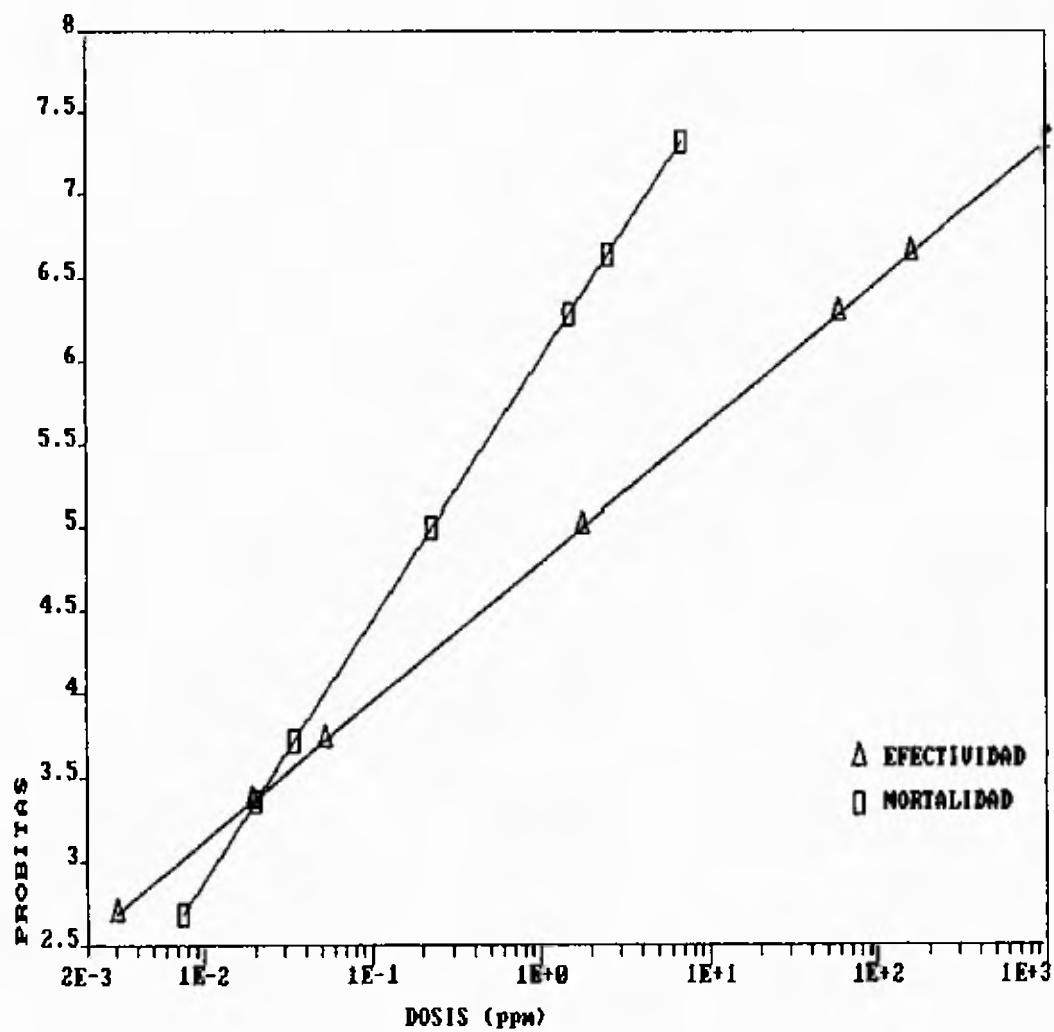


FIG. 34. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Totales.

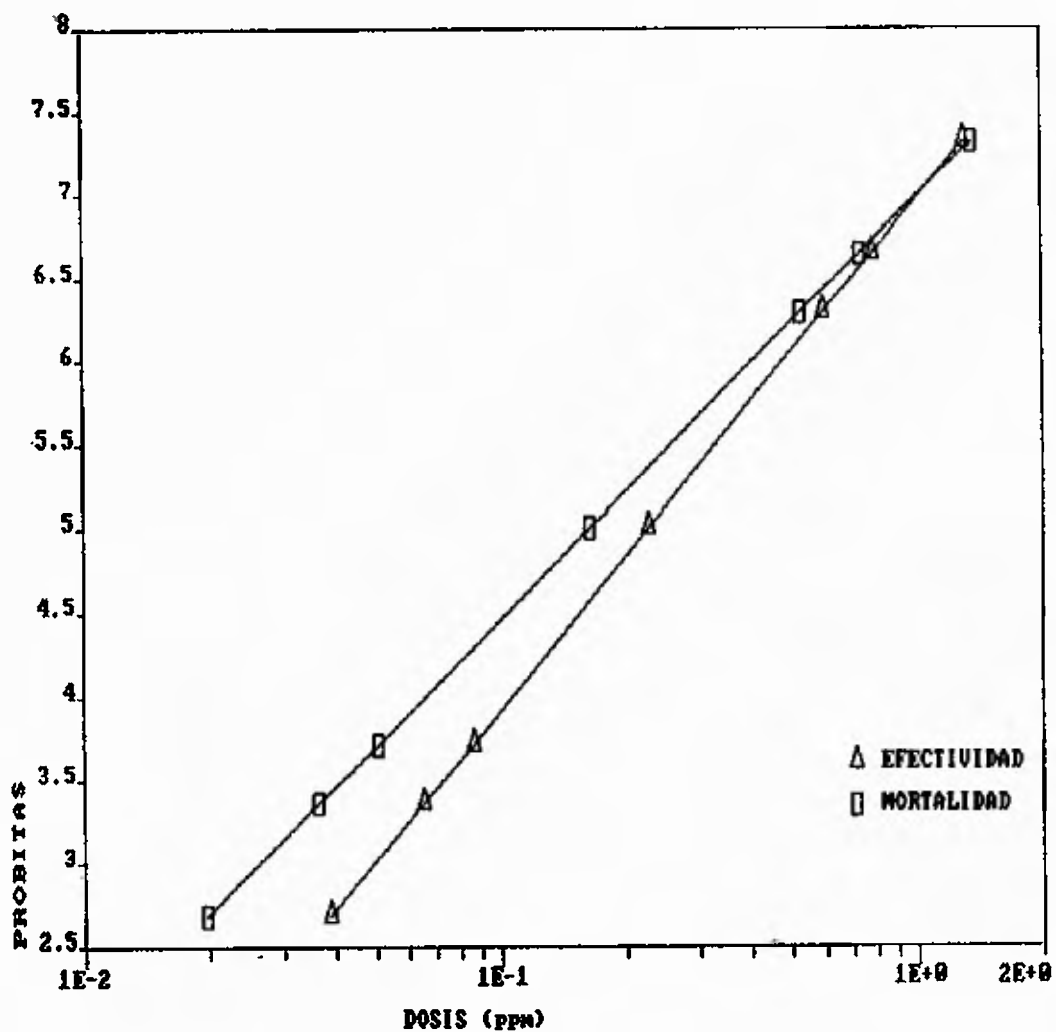


FIG. 35. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Bajas.

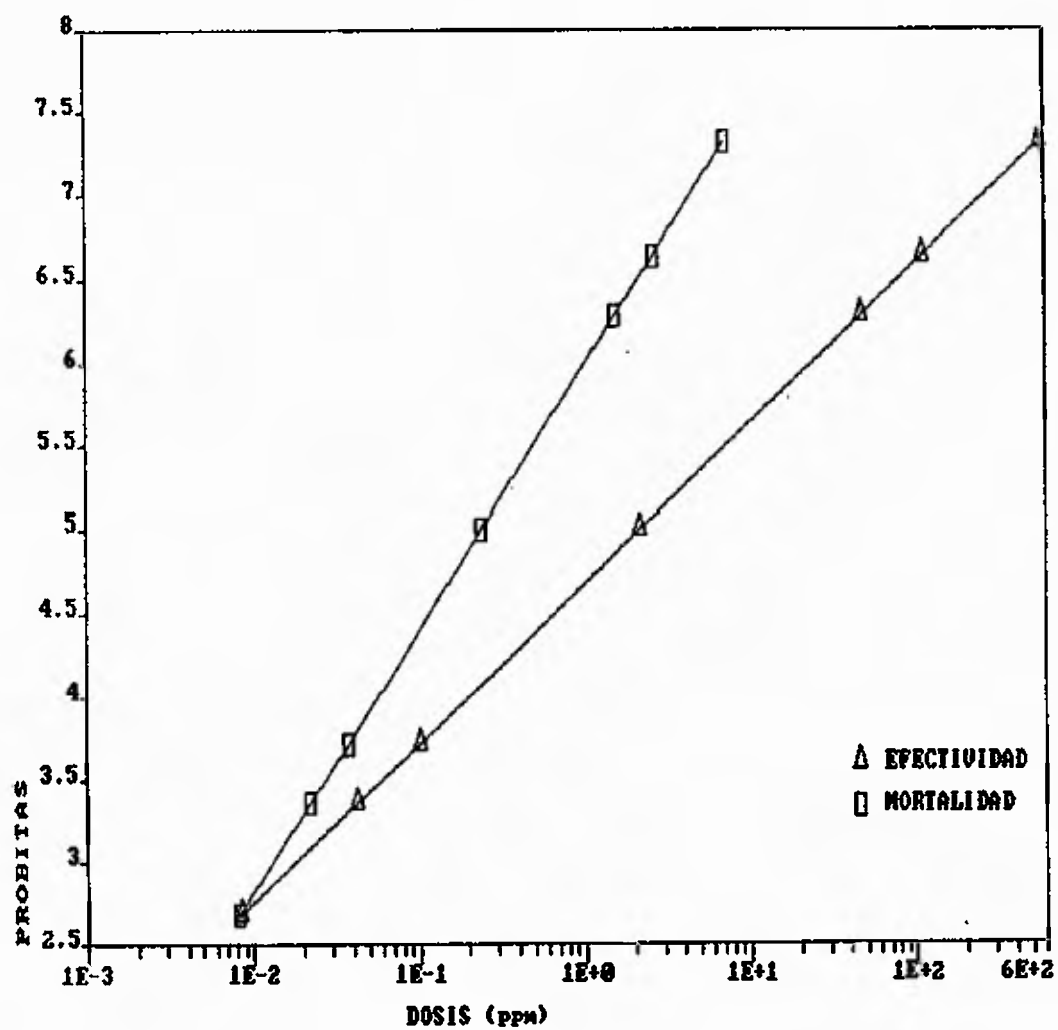


FIG. 36. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. frugiperda* Tratadas con IKI-7899. Dosis Altas.

CUADRO XXV. EFECTIVIDAD A LAS 24 HORAS EN LARVAS DE Spodoptera latifascia TRATADAS CON ALSYSTIN (TRIFLUMURDN).

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS na+	EFFECTIVIDAD (%)	EFFECTIVIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	40	4	10.00	10.00 ‡
4.6875	40	5	12.50	12.50 ‡
9.3750	40	5	12.50	12.50
18.7500	40	10	25.00	25.00
37.5000	40	22	55.00	55.00
TESTIGOS	40	0	0	
TOTAL	240			

+ na LARVAS QUE NO LOGRARDN ALIMENTARSE

‡ VALORES ELIMINADOS EN EL ANALISIS

CE 50 = 34.40 ppm

PENDIENTE = +0.116276

CUADRO XXVI. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CE 50 DE ALSYSTIN EN LARVAS DE Spodoptera latifascia.

PROBABILIDAD	BAJA	CE	ALTA
1	1.177127	2.911835	4.750915
5	3.308002	6.001407	8.357913
10	5.699821	8.025779	11.373870
50	28.453739	34.400845	46.051006
90	84.757553	134.091080	312.470398
95	114.276863	197.190079	543.419006
99	119.592072	406.416607	1530.201172

orden del 95%, lo cual podría estar relacionado con la susceptibilidad de la especie al producto ensayado.

3.3.2 Mortalidad en Larvas de *S. latifascia* Tratadas con Alsystin.

Solamente se obtiene una respuesta algo apreciable con dosis superiores a 18.75 ppm, una vez que por debajo de este valor la mortalidad está entre 2.56 y 7.69%, correspondiendo la concentración más baja utilizada a 2.34 ppm (Cuadro XXVII, pág. 127).

La CL₅₀ observada es de 41.74 ppm, que debe ser quintuplicada para reflejar una mortalidad del orden de 95% (Cuadro XXVIII y fig. 38, págs. 127 y 128).

Si comparamos los Cuadros XXV y XXVII (págs. 124 y 127), las cifras obtenidas una vez realizado el análisis estadístico respectivo (Cuadros XXVI y XXVIII, figs. 37-39, págs. 124, 126-129), nos percatamos de que los valores de mortalidad son menores que los de efectividad, y aún cuando las líneas de regresión corren prácticamente paralelas en función del valor muy similar de la pendiente, se observa que la CE₅₀, de 34.4 ppm es menor que la CL₅₀, de 41.7 ppm, sugiriendo que, o puede tratarse de un efecto inicial de repelencia de *S. latifascia* al triflururón, o que al recuperarse del 45-90% de las larvas, el

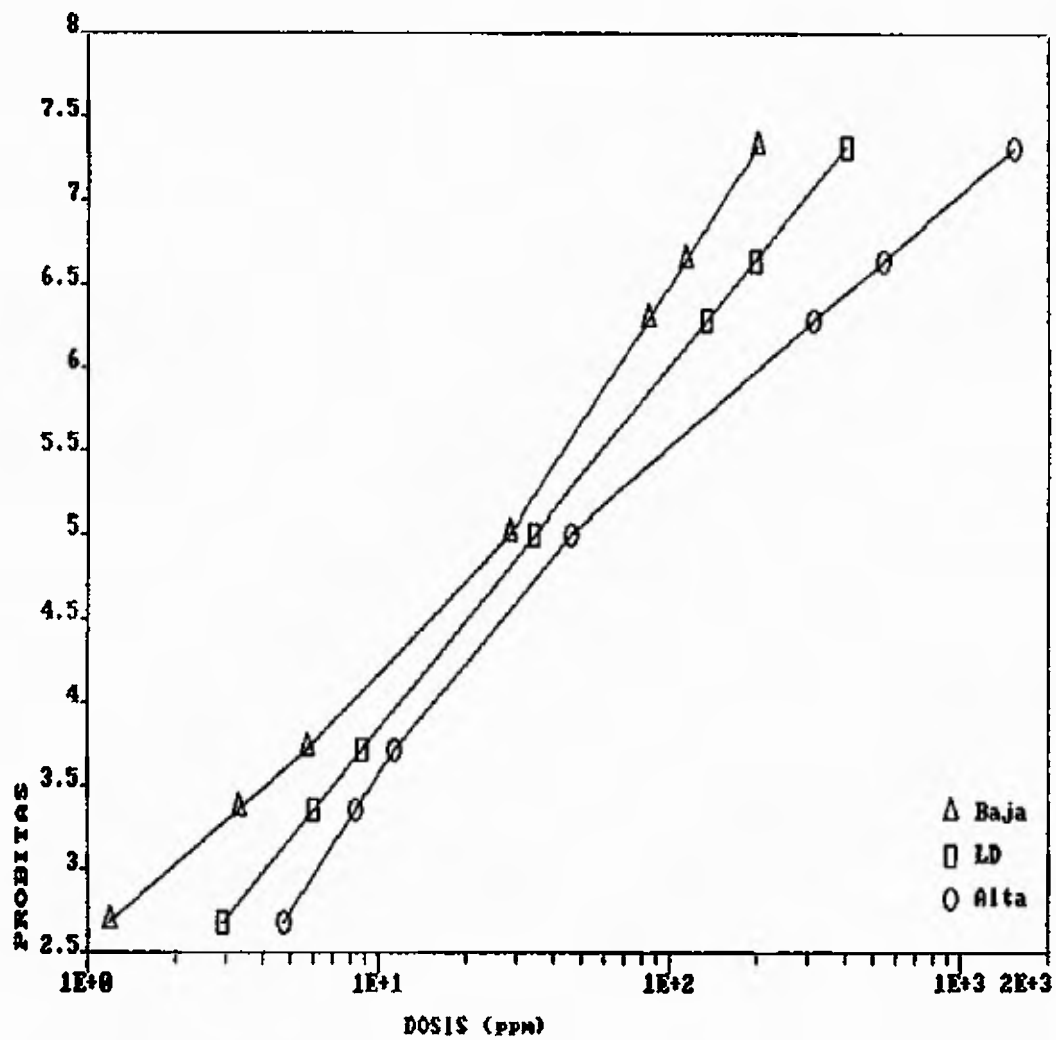


FIG. 37. Efectividad a las 24 Horas en Larvas de *S. latifascia* Tratadas con Alsystin.

CUADRO XXVII. MORTALIDAD A LOS 7 DIAS EN LARVAS DE Spodoptera litifascia TRATADAS CON ALSYSTIN (TRIFLUMURON).

ppm ia	No. LARVAS TRATADAS	No. LARVAS muertas	MORTALIDAD (%)	MORTALIDAD CORREGIDA (%)
2.3425	40	2	5.00	2.56 *
4.6875	40	2	5.00	2.56
9.3750	40	4	10.00	7.69
18.7500	40	8	20.00	17.94
37.5000	40	28	50.00	48.72
TESTIGOS	40	1	2.5	
TOTAL	240			

* VALORES ELIMINADOS EN EL ANALISIS

CL 50 = 41.74 ppm

PEROJENTE = +0.082034

CUADRO XXVIII. INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% PARA LOS VALORES DE CL 50 DE ALSYSTIN EN LARVAS DE Spodoptera litifascia.

PROBABILIDAD	BAJA	CL	ALTA
1	2.066000	3.745345	5.407566
5	5.212130	7.588427	9.688707
10	8.428724	11.058001	13.392891
50	33.780903	41.738544	57.065296
90	101.193687	157.542648	325.309631
95	137.185638	229.574219	536.409912
99	242.179886	465.139252	1373.461914

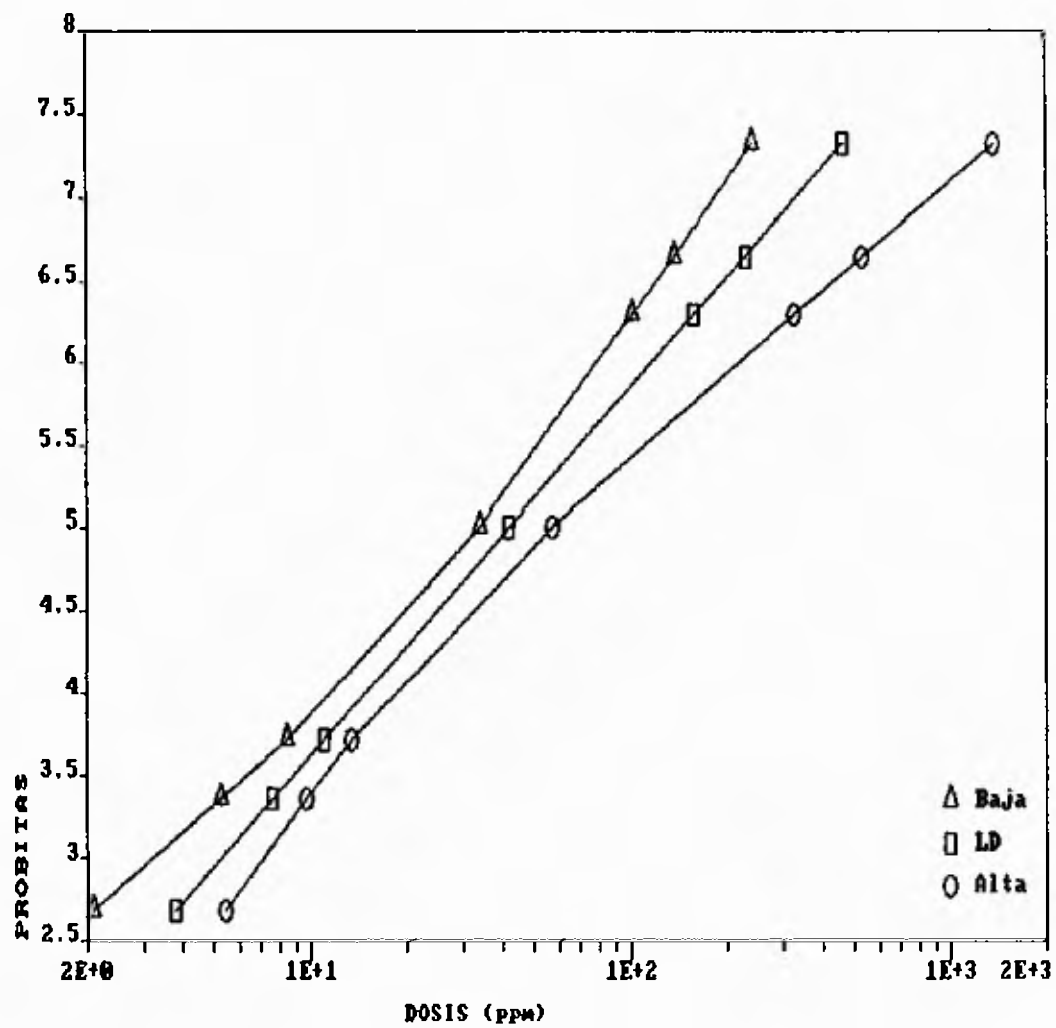


FIG. 38. Mortalidad en Larvas de *S. latifascia* Tratadas con Alsystin.

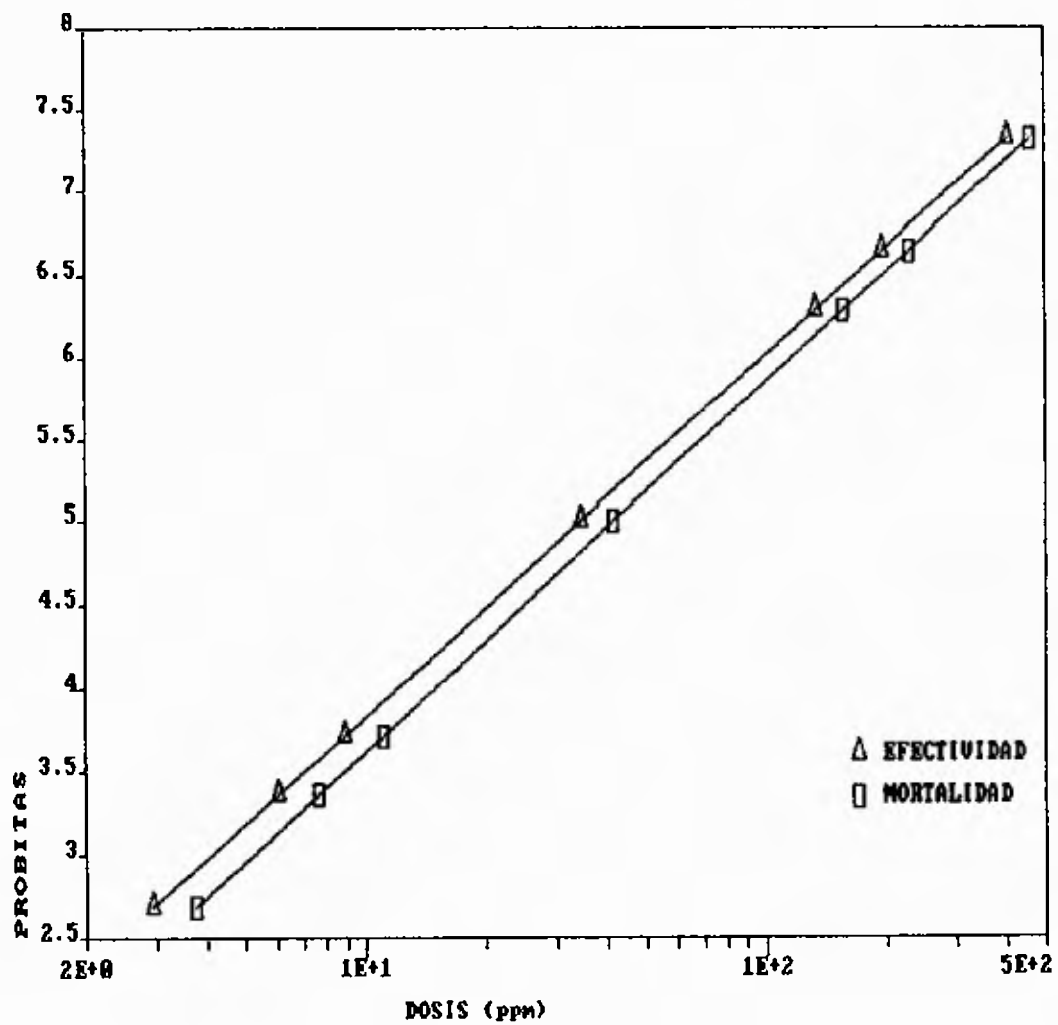


FIG. 39. Efectividad y Mortalidad en Larvas de *S. latifascia* Tratadas con Alsystin.

efecto del producto es leve y es contrarrestado por las mismas.

Es necesario señalar que, aún cuando Saunders (1984) incluye el maíz como uno de los hospederos naturales de *S. latifascia*, se observó que en la colonia mantenida con este tipo de dieta tanto las larvas de los últimos estadios como las pupas obtenidas resultaron de menor tamaño respecto a la generación traída de campo, cuyos insectos fueron colectados en plantas de tomate. A pesar de que las larvas control no evidenciaron problemas en el curso normal de su desarrollo al momento de las evaluaciones, alrededor del final del periodo larval, aproximadamente a los 30 días, se observó alta mortalidad y dificultades para empupar, sugiriendo que las larvas criadas según el procedimiento descrito probablemente se encontraban bajo condiciones de presión fisiológica.

3.4 Comparación de la Respuesta de Larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia* a las BFUs Ensayadas.

3.4.1 Discusión de los Resultados Obtenidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos y descritos en el presente trabajo y tal como se aprecia en los Cuadros XXIX y XXX, pág. 132, el producto IKI-7899 fue el más tóxico y significativamente superior a los otros dos utilizados sobre larvas de *S. frugiperda*, con una CL₅₀ de 0.19 ppm. Ambos, Dimilin y Alsyslin tuvieron un comportamiento similar, sin diferencias significativas entre sus CL₅₀, cuyos valores fueron respectivamente 4.69 y 4.52 ppm.

En relación a la CE₅₀, los tres productos mostraron respuestas diferentes. Así, el Dimilin con una CL₅₀ de 4.69 ppm requirió de una concentración aproximadamente dos veces mayor para mostrar el mismo nivel de "efectividad", con una CE₅₀ de 8.61 ppm. Por otra parte, aunque para Alsyslin aparentemente se requirió de una CE₅₀ menor que la CL₅₀, ambos valores son estadísticamente iguales, de modo que la CE₅₀ y la CL₅₀ son idénticas.

Para IKI-7899, de acuerdo a lo indicado con anterioridad, aparentemente existen dos efectos que dan origen a

CUADRO XXIX. CE 50 EN LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* Y DE *S. latifascia* TRATADAS CON BFUs.

		PENDIENTE	MIN.	CE 50 ppm	MAX.
	DIMILIN	0.03	7.15	8.61	10.15
	ALSYSTIN	0.09	1.35	3.83	6.35
S. frugiperda	IKI-7899 ALTAS	0.01	1.45	2.18	2.90
	BAJAS	0.08	0.20	0.23	0.26
S. latifascia	ALSYSTIN	0.12	28.45	34.40	46.05

CUADRO XXX. CL 50 EN LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* Y DE *S. latifascia* TRATADAS CON BFUs.

		PENDIENTE	MIN.	CL 50 ppm	MAX.
	DIMILIN	0.00	3.88	4.69	5.52
S. frugiperda	ALSYSTIN	0.04	3.01	4.52	6.03
	IKI-7899 TOTAL	0.03	0.11	0.19	0.27
S. latifascia	ALSYSTIN	0.08	33.78	41.74	57.06

dos CE₅₀ diferentes; una de ellas se obtuvo con las "dosis bajas", menores que 1.56 ppm (Cuadros XV y XVI, pág. 106), con un valor de 0.23 ppm, la cual es muy cercana y estadísticamente igual a la CL₅₀ para las dosis totales, correspondiente a 0.19 ppm. Sin embargo, para lograr efectos comparables en Dimilin y Alsystin, la CE₅₀ requerida fue considerablemente mayor cuando ésta se calculó en base a las "dosis altas", desde 1.56 hasta 37.5 ppm (Cuadros XVII y XVIII, pág. 108), cuyo valor fue de 2.18 ppm, el cual es cercano y no difiere estadísticamente del valor para Alsystin, pero que si es diferente del Dimilin.

En términos generales, la respuesta al incremento de dosis fue pobre, ya que *b* en ningún caso alcanzó el valor de 0.1, excepto para Alsystin, en efectividad para *S. latifascia*. Para Dimilin y para IKI-7899 esta situación aparentemente se debe a que gran parte de las dosis empleadas causaron el 100% de mortalidad o de efectividad, enmascarando la respuesta a las dosis más bajas al aplanar la pendiente; a dichas concentraciones, sin embargo, si fue posible apreciar una importante respuesta a cada incremento. Para Alsystin la situación se mostró diferente, ya que a pesar del incremento notable de aproximadamente 18 veces en la dosis, en ninguno de los casos la efectividad sobrepasó el 75% y apenas a la dosis más al-

ta, cuyo valor fue de 37.5 ppm, se logró el 97.5% de mortalidad.

El comportamiento de las larvas de *S. latifascia* frente a triflumurón fue substancialmente diferente al de *S. frugiperda*, ya que en el primer caso se obtuvo una CE₅₀ de 34.4 ppm, la cual es aproximadamente diez veces mayor que la requerida para *S. frugiperda* (Cuadro XXIX, pág. 132). Igualmente la CL₅₀ de 41.74 ppm es casi diez veces la dosis requerida para *S. frugiperda*. Como se anotó anteriormente, esto puede deberse tanto a diferencias de susceptibilidad entre las dos especies, como también podría deberse a situaciones anómalas observadas durante la cría en las larvas de *S. latifascia*.

3.4.2 Comparación de los Resultados Obtenidos con los Citados en la Literatura

Los parámetros así como la metodología de los trabajos revisados difieren en cuanto a producto y formulaciones; metodología de dosificación, vía de ingreso y tiempo de exposición; alimento empleado (dieta artificial y distintas plantas hospederas), y, finalmente, la forma biológica sujeta al tratamiento, la cual puede corresponder a especies, biotipos y estados biológicos diferentes.

Por otra parte, se hace necesario aclarar los criterios según los cuales se empleó el término efectividad y bajo cuales condiciones se evaluó la mortalidad, tanto en el nuestro como en los diferentes trabajos consultados. En éstos, el efecto medido para el cálculo de la CE_{50} se refiere a la aparición de perturbaciones morfológicas (Retnakaran 1982) o de éstas cuando el grupo control efectúa la muda hacia el estadio siguiente (Retnakaran 1980), de larvas y pupas que murieron con deformidades (Retnakaran & Smith 1975), o aún de larvas que no lograron mudar de un estadio a otro (Abdelmonen & Mumma 1981); en todos los casos examinados el efecto implica mortalidad parcial o total. Observamos que ninguno de los autores citados consideró el concepto de efectividad en la forma como lo hemos empleado en términos de ausencia de ingesta.

La mortalidad, expresada como CL_{50} o como DL_{50} según los diferentes ensayos, comprende evaluaciones a distintos periodos de tiempo a partir de la aplicación de los productos en el estado larval; además, para Abbassy et al. (1980), DE_{50} tiene el mismo significado que CL_{50} . Ascher et al. (1979), Abbassy et al. supracit e Ishaaya et al. (1984), toman en cuenta la mortalidad acumulativa hasta la emergencia del adulto; en Elliott & Anderson (1982) el tiempo se reduce a 10 días; en Scheurer et al.

(1983) a 5 días, cuando ocurre la siguiente muda; para Neumann & Guyer (1983) a los 4-5 días; hasta antes o durante la muda siguiente para Granett et al. (1983) y, finalmente sin especificación de tiempo en Hejazi & Granett (1986). Nosotros hemos registrado la mortalidad larval acumulativa hasta los 7 días siguientes al tratamiento.

En *S. frugiperda* utilizando una metodología muy similar a la que se empleó en este estudio, Segistán (1980) logró una mortalidad de 62% a la concentración de 1 ppm de diflubenzurón 25% PM, en comparación con el valor de 32.50% que hemos obtenido con la dosis de 2.34 ppm. Esta aparente discrepancia puede ser atribuida al tiempo de exposición de las larvas al alimento tratado, el cual difiere en ambos casos, una vez que en el ensayo referido fue de 48 horas, suponiendo una ingestión de alimento y consecuentemente del producto continua y cuatro veces mayor. Ascher y Nemny (1976a) lograron sus mejores resultados con *S. littoralis* cuando las larvas se alimentaron por lo menos durante dos días seguidos con hojas de alfalfa tratadas. Neumann & Guyer (1983) al trabajar con esta misma especie, señalan que si la síntesis de quitina para la nueva cutícula empieza inmediatamente después de la eliminación de la vieja exuvia y termina aproximadamente a los dos días, es razonable asumir que un compues-

to debe continuar inhibiendo la síntesis de quitina por lo menos durante estos dos y así llegar a ser letal al insecto. Los mismos autores determinaron que para el DFB en las pruebas con alimentación continua, la CL₅₀ fue de 0.9 ug/ml y que con alimentación solamente por seis horas esta fue de 130 ug/ml; en pruebas por inyección del producto marcado radioactivamente determinaron que después de 48 horas la vida media del DFB en el cuerpo de la larva de estadio V de *S. littoralis* es menor que diez horas, indicando un metabolismo muy eficiente del DFB en este insecto. Cabe señalar que los valores de mortalidad encontrados en este trabajo, comparativamente más bajos, pudieron deberse a la exposición de apenas 12 horas.

En esta misma especie, Abbassy et al. (1980), trabajando con larvas de tercero y de quinto estadios alimentadas durante dos días con hojas de frijol castor tratadas con DFB, registraron 3 y 15 ppm para lograr la muerte hasta el final del período larvario de la mitad de los insectos tratados; nuestro valor de CL₅₀ para larvas de estadio IV, intermedio entre los mencionados, fue de 4.69 ppm, coherente con los referidos por Abbassy supracit. Valores más bajos de CL₅₀, correspondientes a 1.5 y 1.3 ppm respectivamente para el diflubenzurón 25% PM y el grado técnico, fueron encontrados por Granett et al. (1983) para larvas de estadio IV de *S. exigua* tratadas por

ingestión y con dieta artificial, indicando la mayor susceptibilidad de esta especie, dentro del género *Spodoptera* en relación a *S. frugiperda* y a *S. littoralis*; encontraron además, prácticamente la misma toxicidad del DFB, sea con formulación PM o con grado técnico.

Valores relativamente altos comparados con los nuestros y con los anteriores se verificaron en *Choristoneura fumiferana*, con una CL₅₀ de 15 ppm (Retnakaran & Smith 1975); la misma situación se verificó en relación a *Laspesyesia pomonella* con valores de 48.2 y 8.1 ppm respectivamente para los estadios I y II encontrados por Elliott y Anderson (1982), quienes sugieren que las diferencias en la actividad del DFB se debe al tiempo de exposición al producto y a la cantidad ingerida del mismo.

Al contrario, valores más bajos fueron registrados por Abdelmonen & Mumma (1981) para *Lymantria dispar*, con una CE₅₀ de 0.052 ppm para el estadio III, con alimentación continua sobre dieta artificial.

Los valores de CL₅₀ de 4.52 ppm y de CL₉₅ de 196 ppm que hemos obtenido para triflumurón (Bay Sir 8514) en *S. frugiperda* se muestran altos, en relación a los reportados por Retnakaran (1980) para *Choristoneura fumiferana*, correspondientes a 0.05 y 0.5 ppm para larvas de estadio

III criadas con dieta artificial.

Al comparar la toxicidad del diflubenzurón y triflumurón en larvas de *S. littoralis* los resultados obtenidos por Ascher et al. (1979) y por Radwan et al. (1986) en cierto modo coinciden debido a que ambos encontraron que el producto triflumurón (Sir 8514) es dos veces más tóxico que el diflubenzurón, aunque los valores no son comparables, debido a que en el primer estudio se reportó una DE₅₀ de 0.034 y de 0.074 ug/larva de 100 mg respectivamente y en el segundo una CL₅₀ de 33.53 y de 64.75 ppm para larvas de estadio IV, evaluando la mortalidad a los siete días, aparte de las diferencias en la dieta utilizada. Sin embargo, los resultados de Abbassy et al. (1980) para la misma especie discrepan de los anteriores, al registrar una CE₅₀ de 20 ppm para triflumurón (Bay Sir 8514) y de 15 ppm para diflubenzurón 25% PM, utilizando dieta natural de hojas de frijol castor tratadas por inmersión y diflubenzurón 25% PM, al igual que Radwan et al. supracit. Hay que señalar que según lo reportado en este último estudio las concentraciones requeridas fueron alrededor de diez veces más altas que las que hemos registrado para *S. frugiperda* y más bien se acercan a los valores de la CL₅₀ para triflumurón en *S. latifascia* (Cuadro XXX, pág. 132); por otra parte insistimos en los diferentes tiempos de exposición, que en el caso mencio-

nado fue de 24 a 48 horas.

De acuerdo a los resultados que hemos obtenido, IKI-7899 se ha mostrado más tóxico que Dimilin y que Alsystin sobre larvas de *S. frugiperda*. En *S. littoralis*, Neumann & Guyer supracit, comparando el efecto del diflubenzurón y del clorofluazurón, encontraron CL₅₀ respectivas de 0.9 y de 0.05 ug/ml con alimentación continua, y de 130 y 1.0 ug/ml con alimentación por seis horas. Con el apoyo de pruebas in vitro, que mostraron una actividad intrínseca 100 veces más débil para el clorofluazurón que para el DFB que en las pruebas in vivo, en las cuales el clorofluazurón fue 100 veces más efectivo, los autores concluyen que esta pobre actividad intrínseca es más que compensada por su capacidad de bloquear la síntesis de quitina por un tiempo más largo.

Ishaaya et al. (1984) encontraron 4.3 veces más tóxico al clorofluazurón que el diflubenzurón sobre larvas de 100 mg de peso, midiendo la mortalidad larval acumulativa hasta la formación de la pupa; este valor se incrementa a 5.3 cuando el efecto se observó hasta la emergencia, sin embargo la diferencia no fue tan marcada con la aplicación de los productos en larvas de 200 mg, cuando la toxicidad del clorofluazurón fue solamente dos veces mayor que la del diflubenzurón. Estos autores, basados

en la diferencia en la pendiente de la línea de regresión para el clorofluazurón sugieren que éste podría actuar adicionalmente en sitios bioquímicos diferentes a aquellos sobre los cuales actúan los otros productos de esta naturaleza, lo que vendría en apoyo a nuestras observaciones de un efecto diferencial a dosis bajas cuando nos referimos a la efectividad (Cuadro XV, pág. 106).

Los resultados que hemos logrado en larvas de *S. frugiperda* con los productos aplicados indican que el clorofluazurón (IKI-7899) es hasta 24-25 veces más tóxico que el triflumurón y que el diflubenzurón, y aún cuando la relación obtenida es más elevada, estos concuerdan con lo anteriormente discutido para *S. littoralis*.

Por otra parte, los valores que hemos encontrado en este trabajo para la CL₅₀ y para la CL₉₀ corresponden a 0.19 y 1.19 ppm, y resultan mucho más bajos que aquellos reportados por Scheurer et al. (1983) para larvas de estadio III de *Heliothis virescens* en algodón, siendo en este caso la DL₅₀ 6.0 ppm y la DL₉₀ 7.0 ppm, aún cuando en nuestro caso el valor de la pendiente fue bajo.

Comparando la CL₅₀ de triflumurón 25% PM y de clorofluazurón 25% PM (UC 62'644) en larvas de estadio I y II en *Platynota sultana* (Tortricidae), y evaluando la morta-

lidad durante un período de dos semanas, Hejazi & Granett (1986) obtuvieron valores respectivos de 140 y de 1.36 ppm, 31 y 7 veces mayores que los que hemos encontrado para *S. frugiperda*. Sus cifras para dosis subletales en relación a la CL₁₀ fueron del orden de 15 y de 0.2 ppm, en tanto que en nuestro caso correspondieron a 0.24 y 0.03 ppm, por lo tanto 65 y 7 veces más bajas que las referidas por los autores citados. Estos, al evaluar los efectos de dichas dosis subletales en forma integral durante una generación completa, de manera a estimar los parámetros de crecimiento de la población tales como sobrevivencia, tiempo de desarrollo y fecundidad, encontraron que en triflumurón los estados más afectados fueron el larval y el pupal; sin embargo, en clorofluazurón (UC 62'644) ocurrió alta mortalidad en el adulto y una notable reducción en la fecundidad, siendo que la disminución del DT (tiempo necesario para que una población se duplique a si misma) guardó una relación de 2:13 para el triflumurón y clorofluazurón (CGA 62'644) respectivamente. Reducciones poblacionales tan drásticas como las verificadas con la aplicación de dosis subletales de clorofluazurón podrían tener implicaciones muy importantes en la práctica, tomando siempre en cuenta las limitaciones en el uso de los datos de laboratorio cuando son referidos a campo.

Al igual que lo hemos hecho para *S. frugiperda*, otros autores compararon la toxicidad del diflubenzurón, triflumurón y clorofluazurón, en otras especies.

Retnakaran (1982), trabajando con larvas de *C. fumiferana* estadio IV encontró que el triflumurón y el clorofluazurón mostraron toxicidades semejantes (CL₅₀ 0.06 y 0.10 ppm) y estos a su vez fueron mucho más tóxicos que el diflubenzurón (CE₅₀ 15.0 ppm), en tanto que Granett et al. (1983), trabajando con larvas de *S. exigua* reportaron que el clorofluazurón fue más tóxico que el diflubenzurón y éste a su vez superior a Bay Sir (CL₅₀ 0.23, 1.4 y 8.1 ppm, respectivamente) para larvas de estadio I, pero que el diflubenzurón y el Bay Sir tuvieron valores semejantes (Cl₅₀ de 1.5 y de 1.7 ppm) sobre larvas de estadio IV. Comparando estos resultados con los obtenidos en el presente trabajo (Cuadro XXX, pág. 132), podemos apreciar que el clorofluazurón mostró una toxicidad semejante a la obtenida por Retnakaran supracit, no así el triflumurón, que para nuestro caso fue 75 veces mayor y el diflubenzurón, que fue tres veces menor, aproximadamente; nuestros resultados en términos generales se aproximan más a los de Granett supracit, aunque siempre más ajustados para los valores obtenidos con el producto IKI-7899. Hay que considerar siempre que se trata de especies y aún de fa-

milias diferentes, como es el caso de *C. fumiferana* (Tortricidae).

Tanto Retnakaran como Granett supracit, además de Ishaaya et al. (1983), a pesar de considerar al efecto de ingestión como el primario, reportaron alguna actividad de contacto. Ascher & Nemny (1979) verificaron que ésta es considerable en huevos y larvas de *S. littoralis* tratados tópicamente tanto con DFB como con Bay Sir 8514. La definición de este tipo de efecto y la significación que pudiera tener en *S. frugiperda* o en *S. latifascia* se aparta de los objetivos iniciales de este trabajo.

3.5 Comparación de la Respuesta a Alsystin en Larvas de *S. frugiperda* y de *S. latifascia*.

Como resultado de los ensayos efectuados, se observó una respuesta diferencial entre larvas de *S. frugiperda* con la aplicación de DFB, triflumurón y clorofluazurón, y de ésta especie respecto a *S. latifascia* al triflumurón, tanto relacionadas a la efectividad como a la mortalidad (Cuadros XXIX y XXX, pág. 132), con valores de CE₅₀ y de CL₅₀ del orden de 10 y 20 veces inferiores para *S. frugiperda*, en este caso.

La evidencia obtenida de una mejor actividad del triflumurón sobre *S. frugiperda* en relación a *S. latifascia*

cia es circunstancial e insuficiente, una vez que se basa en larvas de un sólo estadio, debiéndose considerar aún las limitantes dadas por las condiciones de cria mencionadas anteriormente para *S. latifascia*.

Entre los factores que influyen en la susceptibilidad de un insecto a los productos utilizados para su control se encuentran los procesos bioquímicos y fisiológicos, como son la razón de penetración y de detoxicación, los cuales, operando a nivel celular o de todo el organismo, reducen la cantidad de tóxico que llega al sitio de acción (Georghiou 1972). Propiedades específicas del tegumento limitan la razón de penetración del insecticida, que es característicamente más baja cuando el contenido lipídico y proteico es más alto y el grado de esclerotización es mayor (Vinson & Law in Georghiou supracit).

Retnakaran et al. (1980), tratando de explicar la menor susceptibilidad en larvas de *C. fumiferana* al DFB cuando comparada con *Malacosoma disstria*, atribuyen como causa primaria de esta diferencia la retención del tóxico, cuyos valores fueron de 10.8% para la primera especie y de 45.1% para la segunda; la evaluación se efectuó midiendo la radioactividad del ¹⁴C-diflubenzurón aplicado. Los autores encontraron también que el patrón de síntesis de quitina y la cantidad de la misma en el tegumento no

constituyen factores de importancia en este caso.

Las características propias del desarrollo y los diferentes hábitos de vida en larvas de *Odoxophyes orana* y de *Laspeyresia pomonella*, especies que se han mostrado diferencialmente susceptibles al DFB, fueron señaladas por Van Eck (1981). Este, al estudiar los varios factores que pudieron ser los responsables por esta situación encontró, midiendo los niveles de radioactividad en la hemolinfa, valores correlacionados entre el patrón de ingestión del [³H]diflubenzurón, la inhibición de la síntesis de quitina, y la mortalidad, correspondientes a 28 y 82% para la primera y para la segunda especie.

3.6 Consideraciones Finales.

Muchos autores citados en nuestra revisión bibliográfica (ver págs. 29-33) han demostrado en grupos muy diversos que las BFUs estudiadas presentan efectos retardados durante el ciclo de vida en insectos sometidos al tratamiento, una vez que sobrevivan a él.

Entre ellos, Segistán (1983) verificó un aumento de huevos estériles en hembras de *S. frugiperda* provenientes de larvas tratadas a diferentes edades con DFB a la concentración de 1 ppm.

Abbassy et al. (1980) determinaron un porcentaje de esterilidad de 82 y de 91.7% en hembras de *S. littoralis* provenientes de larvas de tercer estadio tratadas con dosis subletales de DFB y de triflumurón (Sir 8514).

En consecuencia, hay que considerar que el estado de desarrollo del insecto en el cual se aplica el producto y se evalúa no es el único ni el principal sujeto a la acción.

CONCLUSIONES

En este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las especies utilizadas fueron *S. frugiperda* (J. E. Smith) y *S. latifascia* (Walker).
2. La biología de *S. latifascia* es muy poco conocida; sin embargo, los resultados obtenidos permiten establecer que su ciclo de vida es de 40.5 días, correspondiendo el periodo larvario a 28 días.
3. Las manifestaciones que se observaron en las larvas tratadas con Dimilin, Alsyntin e IKI-7899 se tradujeron en: (a) perturbaciones en el proceso de la muda, que incluyen retención total o parcial de la exuvia en diferentes regiones del cuerpo, rigidez mandibular, bien como acumulación o pérdida de hemolinfa; (b) suspensión en la ingesta de alimento.
4. Las CE₅₀, medidas en términos de inhibición de la ingesta de alimento fueron de 8.61 ppm para Dimilin, y de 3.83 ppm para Alsyntin.
5. El producto IKI-7899 mostró un efecto diferente sobre las larvas cuando éstas fueron expuestas a dosis

altas y a dosis bajas: la CE_{50} a dosis mayores que 1.56 ppm correspondió a 2.18, y la CE_{50} a dosis menores que 1.56 ppm fue de 0.23 ppm.

6. El producto IKI-7899 mostró una mayor efectividad que Alsystin y que Dimilin y esta diferencia fue mayor cuando se tomó en consideración la CE_{50} de las dosis más bajas.
7. Las CL_{50} fueron de 0.19 ppm para IKI-7899, de 4.52 ppm para Alsystin y de 4.69 ppm para Dimilin.
8. El producto IKI-7899, con una CL_{50} de 0.19 ppm fue sustancialmente superior a Alsystin y a Dimilin, superando hasta 25 veces la de estos últimos. Los productos Alsystin y Dimilin tuvieron CL_{50} semejantes, sin diferencias significativas entre sí.
9. En términos generales, las CE_{50} y las CL_{50} fueron similares para cada uno de los productos, y solamente en el caso de Dimilin, la CE_{50} fue estadísticamente diferente e inferior a la CL_{50} .
10. La CE_{50} y la CL_{50} de Alsystin para larvas de *S. latifascia* fueron respectivamente de 34.40 y de 41.74 ppm. Estas concentraciones fueron aproximadamente diez veces mayores que las requeridas para lograr

los mismos efectos en *S. frugiperda*.

RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando trabajos con los productos y con las especies utilizadas, sobre todo tratando de analizar los efectos de ingestión y de contacto; de determinar el Tiempo Efectivo Medio (TE₅₀) y el Tiempo Letal Medio (TL₅₀), las susceptibilidad de los diferentes estadios, y el tiempo de acción del producto.
2. Tratar de establecer los efectos fisiológicos en cada producto, especialmente para IKI-7899, así como las respuestas en otros estados del ciclo de vida y en generaciones sucesivas.
3. Evaluar los productos bajo condiciones de campo y el comportamiento de la fauna benéfica presente, en comparación con insecticidas convencionales.
4. Evaluar los productos con otras especies.
5. Realizar estudios que permitan un mejor conocimiento del ciclo de vida y del comportamiento de *S. latifascia*.

LITERATURA CITADA

- ABBASSY, M. A., M. ASHRY, M. A. SALAMA. 1980. Selective effects of diflubenzuron and trifluron and diflubenzuron resistance in *Spodoptera littoralis*. Biosd. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent. 45: 721-726.
- ABDELMONEM, A. H. & R. O. MUMMA. 1981. Comparative toxicity of some moult-inhibiting insecticides to the gypsy moth. J. econ. Ent. 74: 176-179.
- ALVAREZ, R. J. A. & G. G. SANCHEZ. 1983. Variación en el número de instares de *S. frugiperda* (J. E. Smith) Revista Colombiana de Entomología. 1, 2, 3, 4: 43-49.
- ANDERSON, D. W. & R. H. ELLIOTT. 1982. Efficacy of Diflubenzuron against the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae), and impact on orchard mites. Can. Ent. 114: 733-737.
- ANDREWS, K. L. 1980. The whorlworm, *S. frugiperda*, in Central America and neighboring areas. Fla. Ent. 4: 456-467.
- ASCHER, K. R. S. & N. E. NEMNY. 1974. The ovicidal effect of PH 6040 in *Spodoptera littoralis* Bois. Phytoparasitica. 2: 131-133.
- _____ 1976a. Toxicity of the chitin synthesis inhibitors diflubenzuron and its dichloroanalogue to *Spodoptera littoralis* larvae. Pestic. Sci. 7: 1-9.
- _____ 1976b. Contact activity of diflubenzuron against *Spodoptera littoralis* larvae. Pestic. Sci. 7: 447-452.
- ASCHER, K. R. S., N. E. NEMNY, M. ELIYAHU & I. ISHAAYA. 1979. The effect of Bay Sir 8514 on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) eggs and larvae. Phytoparasitica 7: 177-184.
- ASHLEY, T. R. 1986. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *S. frugiperda*. Fla. Ent. 3: 516-524.

- BARFIELD, C. S. & T. R. ASHLEY. 1987. Effects of corn phenology and temperature on the life cycle of the fall armyworm, *S. frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) Fla. Ent. 1: 110-116.
- BARFIELD, C. S., E. R. MITCHEL & S. L. POE. 1978. A temperature-dependent model for fall armyworm development. Ann. Entomol. Soc. Am. 1:70-74.
- BECKER, B. 1978. Effects of 20-hidroxy-ecdysone, juvenile hormone, Dimilin, and Captan on in vitro synthesis of peritrophic membranes in *Calliphora erythrocephala*. J. Insect Physiol. 24: 699-705.
- BLAHUTIAK, A. 1970. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Laphygma frugiperda* (Smith y Abbott). Poeyana. 77: 1-14.
- BRADER, L. 1982. Recent trends of insect control in the tropics. Entomologia exp. appl. 31: 111-120.
- BROADBENT, A. B. & D. J. PREE. 1984. Effects of Diflubenuron and Bay Sir 8514 on the oriental fruit moth (Lepidoptera:Olethreutidae) and the obliqueband leafroller (Lepidoptera:Tortricidae). J. econ. Ent. 77: 194-194.
- BROCE, A. B. & V. G. GONZAGA. 1987. Effects of substituted benzylphenols and Triflumuron on the reproduction of the face fly (Diptera:Muscidae). J. econ. Ent. 80: 37-43.
- CHANG, S. C. 1979. Laboratory evaluation of Diflubenzuron, Penfluron, and Bay Sir 8514 as female esterilants against the house fly. J. econ. Ent. 72: 479-471.
- CLARKE, L., G. H. R. TEMPLE & J. F. V. VINCENT. 1977. The effects of a chitin inhibitor -Dimilin- on the production of peritrophic membrane in the locust, *Locusta migratoria*. J. Insect Physiol. 23: 241-246.
- COHEN, E. 1985. Chitin synthetase activity and inhibition in different insect microsomal preparations. Experientia. 41: 470-72.
- _____ 1987. Chitin biochemistry: synthesis and inhibition. A. Rev. Ent. 32: 71-93.

- COHEN, E., I. ELSTER & I. CHET. 1986. Properties and inhibition of *Sclerotium rolfsii* chitin synthetase. Pestic. Sci. 17: 175-182.
- CROCOMO, W. B. & J. R. Parra. 1985. Desenvolvimento de *S. frugiperda*. (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae) sobre milho, trigo e sorgo. Revta. bras. Ent. 2: 363-368.
- DANIEL, W. W. 1985. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa, México. 485 pp.
- EARLE, N. W., S. S. NILAKHE & L. A. SIMMONS. 1979. Mating ability of irradiated bollweevils treated with Diflubenzuron or Penfluron. J. econ. Ent. 72: 334-336.
- ELLIOTT R. H. & D. W. ANDERSON. 1982. Factors influencing the activity of Diflubenzuron against the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera:Olethreutidae). Can. Ent. 114: 259-268.
- FARAGALLA, A. A., E. C. BERRY & W. D. GUTHRIE. 1980. Ovicidal activity of Diclubenzuron on European corn borer. J. econ. Ent. 73: 573-574.
- FERKOVICH, S. M., H. OBERLANDER & C. E. LEACH. 1981. Chitin synthesis in larval and pupal epidermis of the indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) and greater wax moth, *Galleria mellonella* (L.). J. Insect Physiol. 27: 509-514.
- FORBES, W. T. M. 1954. Lepidoptera of the New York and neighboring States. Noctuidae. Part III. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Memoir 329. 433 pp.
- GEORGHIOU, G. P. 1972. The evolution of resistance to pesticides. Ann. Rev. Ecol. & Systematics. 3:133-168.
- GORDON, R. 1986. Control y Fluctuaciones de insectos enrolladores de la hoja de tomate, *Keiferia lycopersicella* y *Scrobipalpula* sp. CATIE. Informe técnico 72: 47-50.
- GRANETT, J., B. BISABRI-ERSHADI & M. J. HEJAZI. 1983. Some parameters of benzoylphenyl urea toxicity to beet armyworms (Lepidoptera:Noctuidae). J. econ. Ent. 76:399-402.

- GRANETT, J. & A. RETNAKARAN. 1977. Stadial susceptibility of eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera:Tortricidae), to the insect growth regulator Dimilin. *Can. Ent.* 109: 893-894.
- GROSS, H. R., Jr. & S. D. PAIR. 1986. The fall armyworm: status and expectations of biological control with parasitoids and predators. *Fla. Ent.* 3: 502-512.
- GROSSCURT, A. C. 1978. Effects of Diblubenzuron on mechanical penetrability, chitin formation, and structure of the elytra of *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Insect Physiol.* 24: 827-831.
- HAGA, T., T. TOKI, T. KOYANAGI & R. NISHIYAMA. 1982. Structure-activity relationships of a series of benzoyl pyridiloxypyphenyl-urea derivatives. *Abstr. 5th Int. Congr. Pest. Chem., Kyoto, Jpn.* IId-7.
- _____ 1985. Cuantitative structure-activity relationships of Benzoyl (pyridyloxyphenyl) urea insecticides. *J. Pestic. Sci.* 10: 217-223.
- HAJJAR, N. P. & CASIDA. 1978. Insecticidal benzoylphenyl ureas: structure-activity relationships as chitin synthesis inhibitors. *Science, N. Y.* 200: 1499-1500.
- HASSAN, A. E. M. & A. K. CHARNLEY. 1987. The effect of Dimilin on the ultrastructure of the integument of *Manduca sexta*. *J. Insect Physiol.* 33: 669-676.
- HEJAZI, M. J. & J. GRANETT. 1986. Delayed effects of two benzoylphenylureas on *Platynota sultana* (Lepidoptera:Tortricidae) in the laboratory. *J. econ. Ent.* 79: 753-758.
- HOYING, S. A. & H. RIEDL. 1980. Susceptibility of the codling moth to Diflubenzuron. *J. econ. Ent.* 73: 556-560.
- HUNTER, E. & J. F. VINCENT. 1974. The effects of a novel insecticide on insect cuticle. *Experientia.* 30: 1432-1433.
- ISHAAYA, I., N. E. NEMNY & K. R. S. ASCHER. 1984. The effect of IKI-7899, a new synthesis inhibitor, on larvae of *Tribolium castaneum* and *Spodoptera littoralis*. *Phytoparasitica.* 12: 193-197.

- ISHIHARA SANGYO KAISHA, Ltd. (Sin fecha). Atabron (IKI-7899). Technical Data Sheet. 12 pp.
- JEUNIAUX, C. 1965. Chitine et phylogénie: application d'une méthode enzymathique de dosage de la chitine. Bull. Soc. Chim. biol. 47: 2267-2278.
- KER, R. F. 1977. Investigation of locust cuticle using the insecticide Diflubenzuron. J. Insect Physiol. 23: 39-48.
- KIMURA, S. 1973. The control of chitin deposition by ecdysterone in larvae of *Bombyx mori*. J. Insect Physiol. 19: 2177-2181.
- KING, A. B. S. & J. L. SAUNDERS. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Overseas Develop. Adm. (TDRI) - Centro Agr. Trop. Invest. y Enseñanza (CATIE). London-Costa Rica. 182 pp.
- LABRADOR, J. R. S. 1967. Estudios de biología y combate del gusano cogollero del maíz *Laphygma frugiperda*. (S. & A.). Secc. Entomol. Univ. Zulia. Maracaibo, Venezuela. 83 pp.
- LARSON, L. L., KENAGA E. E., MORGAN R. W. 1985. Commercial and Experimental Organic Insecticides. Ent. Soc. Am. :2-3, 29-30.
- LEVY, R. & D. H. HABECK. 1973. Descriptions of the larvae of *Spodoptera sunia* y *S. latifascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the eastern United States (Lepidoptera:Noctuidae). Ann. ent. Soc. Am. 69: 585-586.
- LIM, S. J. & S. S. LEE. 1982. Toxicity of Diflubenzuron to the grasshoper *Oxya japonica*: effects on reproduction. Entomologia exp. appl. 31: 154-158.
- MAAS, W., R. VAN HES, A. C. GROSSCURT & D. H. DEUL. 1981. Benzoylphenylurea insecticides. In: Chemie der Pflanzenschutzund Schädlings-bekämpfungsmittel. Wegler H. R. ed. Springer-Verlag. 512 pp.
- MILLIKEN, G. A. (sin fecha). Probit Analysis Program for IBM PC in Basic. Kansas State University. E. U. A.

- MIURA, T. & M. TAKAHASHI. 1979. Effects of the insect growth inhibitor Sir 8514 on hatching of southern house mosquito eggs. J. econ. Ent. 72: 692-694.
- MOFFITT, H. R., K. D. MANTEY & G. KAMAKI. 1983. Effect of chitin-synthesis inhibitors on oviposition by treated adults and on subsequent egg hatch of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera:Olethreutidae). Can. Ent. 115: 1659-1662.
- _____ 1984. Effects of residues of chitin-synthesis inhibitors on egg hatch and subsequent larval entry of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera:Olethreutidae). Can. Ent. 116: 1057-1062.
- MOORE, R. F. & H. M. TAFT. 1975. Boll weevils: chemosterilization of both sexes with busulfan plus Thompson-Hayward TH-6040. J. econ. Ent. 68: 96-98.
- MOORE, R. F., R. A. LEOPOLD & H. M. TAFT. 1978. Boll weevils: mechanism of transfer of Diflubenzuron from male to female. J. econ. Ent. 71: 587-590.
- MULDER, R. & M. J. GIJSWIJT. 1973. The laboratory evaluation of two promising new insecticides which interfere with cuticle deposition. Pestic. Sci. 4: 737-745.
- MUZZARELLI, R. A. A. 1977. Chitin. Pergamon Press. Oxford.
- NAVAS, D. 1976. Fall armyworm in rice. Proc. Tall Timbers Conf. on Ecol. Animal Control by Habitat Management. 6: 99-100.
- NEVILLE, A. C. 1975. Biology of the arthropod cuticle. New York: Springer-Verlag. 448 pp.
- NEUMANN, R. & W. GUYER. 1983. A new synthesis inhibitor CGA-112 913: its biochemical mode of action as compared to Diflubenzuron. Proc. 10th. Int. Congr. Pl. Protection. 1: 445-451.
- O'NEILL, M. P., G. M. HOLMAN & J. E. WRIGHT. 1977. - ecdysone levels in pharate pupae of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* and interaction with the chitin inhibitor Diflubenzuron. J. Insect Physiol. 23: 1243-1244.

- OTTENS, R. J. & J. W. TODD. 1979. Effect of Diflubenzuron on reproduction and development of *Graphognathus peregrinus* and *G. leucoloma*. J. econ. Ent. 72: 743-746.
- PERNG, F. S. & C. N. SUN. 1987. Susceptibility of Diamondback moths (Lepidoptera:Plutellidae) resistant to conventional insecticides to chitin synthesis inhibitors. J. econ. Ent. 80: 29-31.
- PICKENS, L. D. & A. B. DeMILO. 1977. Face fly: inhibition of hatch by Diflubenzuron and related analogues. J. econ. Ent. 70: 595-597.
- PORTER, C. A., & E. G. JAWORSKI. 1965. Biosynthesis of chitin during various stages in the metamorphosis of *Prodenia eridania*. J. Insect Physiol. 11: 1151-1160.
- RADWAN, H. S. A., O. M. ASSAL, G. E. ABO-ELGHAR, M. R. RISKALLAH & M. T. AHMED. 1986. Some aspects of the action of Diflubenzuron and trifluron on food consumption, growth rate and food utilization by *Spodoptera littoralis* larvae. J. Insect Physiol. 32: 103-107.
- RAJENDRAN, S. & H. M. SHIVARAMAIAH. 1983. Effect of Diflubenzuron on the productivity of the khapra beetle *Trogoderma granarium*. Entomologia exp. appl. 33: 15-19.
- REDFERN, R. S., A. B. DeMILO & A. B. BORKOVEC. 1980. Large milkweed bug: Effects of Diflubenzuron and its analogues on reproduction. J. econ. Ent. 73: 682-683.
- REED, T. & M. H. BASS. 1979. Effects of Diflubenzuron on food consumption by the soybean looper. J. econ. Ent. 72: 912-913.
- _____. 1980. Larval and postlarval effects of Diflubenzuron on the soybean looper. J. econ. Ent. 73: 332-338.
- RETNAKARAN, A. 1980. Effect of 3 new moult-inhibiting insect growth regulators on the spruce budworm. J. econ. Ent. 73: 520-524.

- _____ 1982. Laboratory and field evaluation of a fast-acting insect growth regulator against the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent. 114: 523-530.
- RETNAKARAN, A. & L. SMITH. 1975. Morphogenetic effects of an inhibitor of cuticle development on the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent. 107: 883-886.
- RETNAKARAN, A., J. GRANETT & J. ROBERTSON. 1980. Possible physiological mechanisms for the differential susceptibility of two forest Lepidoptera to Diflubenzuron. J. Insect Physiol. 26: 385-390.
- RETNAKARAN, A., L. SMITH, B. TOMKINS & J. GRANETT. 1979. Control of forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae), with Dimilin. Can. Ent. 111: 841-846.
- SARASUA, J. & C. SANTIAGO-ALVAREZ. 1983. Effect of Diflubenzuron on the fecundity of *Ceratitis capitata*. Entomologia exp. appl. 33: 223-225.
- SCHEURER, R., T. SCHLAPTER, M. A. RUZETTE & F. BUHOLZER. 1983. CGA-112'913 (IKI-7899) a new insecticide against cotton pests. Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. 4: 127-129.
- SEGISTAN, R. C. 1980. Ação do Dimilin no desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu controle. Tesis de Maestria. Depto. de Zoologia, U. F. PR., Curitiba. 149 pp.
- _____ 1983. Ação do Difluorobenzon no potencial reprodutivo e no proceso da muda larval de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Doctorado. Setor de Ciências Biológicas, U. F. PR., Curitiba. 57 pp.
- SDKAL, R. & J. ROHLF. 1979. Biometria. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 pp.
- SPATES, G. E. & J. E. WRIGHT. 1980. Residues of Diflubenzuron applied topically to adult stable flies. J. econ. Ent. 73: 595-598.

- TERRA, W. R. & C. FERREIRA. 1981. The physiological role of the perithrophic membrane and trehalase: digestive enzymes in the midgut and excreta of starved larvae of *Rhynchosciara*. *J. Insect Physiol.* 5:325-331.
- THOMSON, W. T. 1985-86 (revisión). *Agricultural Chemicals. Book I. Insecticides.* Thomson Publications. E.U.A. 255 pp.
- TODD, E. L. & R. W. POOLE. 1980. Keys and illustrations for the armyworm moths of the Noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 73: 722-738.
- U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1985 (marzo). Report on the status of chemicals in the Special Review Program, Registration Standards Program, and Data Call-in Program. Office of Pesticide Programs. 52 pp.
- VAN DAALEN. J. J., J. MELTZER, R. MULDER & K. WELLINGA. 1972. A selective insecticide with a novel mode of action. *Naturwissenschaften.* 59: 312-313.
- VAN ECK, W. H. 1981. Possible mechanisms of the difference in sensitivity of caterpillars of *Adoxophyes orana* and *Laspeyresia pomonella* to diflubenzuron. *Entomologia exp. appl.* 29: 60-68.
- VERLOOP, A. & C. D. FERRELL. 1977. Benzoylphenyl ureas-A new group of larvicides interfering with chitin deposition. In *Pesticide Chemistry in the 20th Century.* ACS Symp. Ser., ed. J. R. Plimmer. 37: 237-270.
- WEAVER, J. E. & J. W. BEGLEY. 1982. Laboratory evaluation of Bay Sir-8514 against the house fly (Diptera: Muscidae): effects on immature stages and adult sterility. *J. econ. Ent.* 75: 657-661.
- WEAVER, J. E., J. W. BEGLEY & V. KONDO. 1984. Laboratory evaluation of Alsystin against the german cockroach (Orthoptera:Blatellidae): effects on immature stages and adult sterility. *J. econ. Ent.* 77: 313-317.

- WEIS-FOGH, T. 1969. Structure and formation of insect cuticle. In Insect Ultrastructure Symposia of the Royal Entomol. Soc. of London. Ed. Neville, A. 5: 165-185.
- WELLINGA, K., R. MULDER & J. J. VAN DAALEN. 1973. Synthesis and laboratory evaluation of 1-(2,6-disubstitute benzoyl)-3- phenylurea, a new class of insecticides. II. Influences of the acyl moiety on insecticidal activity. J. Agric. Food Chem. 21: 993-998.
- WESTIGARD, P. H. 1979. Codling moth: control on pears with Diflubenzuron and effects on nontarget pest and beneficial species. J. econ. Ent. 72: 552-554.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1988-89. The WHO recommended clasification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1988-1989. Division of Vector Biology and Control. WHO. Geneva. 39 pp.
- ZIMMERMAN, E. C. 1978. Insects of Hawaii. V. 9. Microlepidoptera. Part I. Univ. Hawaii Press Honolulu. 879 pp.

APENDICE

EXPERIMENT: S. frugiperda DIMILIN EFECTIVIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 11:41:34

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	-1.00	-0.0100
4.688	100	37.50	0.3750
9.375	100	45.00	0.4500
18.750	100	72.50	0.7250
37.500	100	-1.00	-0.0100
75.000	100	97.50	0.9750
150.000	100	100.00	1.0000
250.000	100	100.00	1.0000
375.000	100	100.00	1.0000
500.000	100	100.00	1.0000

PROBIT = +3.1448 +1.98389 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 8.612547874450684

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.93513 SIGMA = 0.5040606

STANDARD ERROR OF SLOPE .1693024
STANDARD ERROR OF LD50 3.818519E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1984255

CHI-SQUARE LACK OF FIT 6.57 WITH 6 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 12.59
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.039373	-0.031385	MEAN +0.001458	-0.000587
SLOPE	-0.031385	+0.028663	SIGMA -0.000587	+0.001850

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.304965	0.578877	0.920925
5	0.781948	1.276446	1.827667
10	1.288813	1.945932	2.640446
50	7.152856	8.612548	10.152731
90	30.581949	38.118488	50.674831
95	44.491642	58.111340	82.941299
99	88.856354	128.137741	211.330643

EXPERIMENT: S. frugiperda DIMILIN MORTALIDAD.

DATE IS 08-05-1986

TIME IS 11:46:50

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	32.50	0.3250
4.688	100	45.00	0.4500
9.375	100	75.00	0.7500
18.750	100	82.50	0.8250
37.500	100	95.00	0.9500
75.000	100	100.00	1.0000
150.000	100	100.00	1.0000
250.000	100	-1.00	-0.0100
375.000	100	100.00	1.0000
500.000	100	100.00	1.0000

PROBIT = +3.7544 +1.85649 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 4.687273025512695

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.67092 SIGMA = 0.5386505

STANDARD ERROR OF SLOPE .1437963
STANDARD ERROR OF LD50 3.855439E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1445629

CHI-SQUARE LACK OF FIT 5.60 WITH 7 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 14.07
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.020898	-0.018693	MEAN +0.001486	-0.000753
SLOPE	-0.018693	+0.020677	SIGMA -0.000753	+0.001741

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.138752	0.261765	0.420208
5	0.373187	0.609388	0.881168
10	0.631245	0.956282	1.310399
50	3.879455	4.687273	5.521681
90	18.793327	22.974951	29.517433
95	28.213627	36.053410	49.458405
99	59.663200	83.932281	131.908447

EXPERIMENT: S. frugiperda DIMILIN MORTALIDAD.
DATE IS 08-05-19: TIME IS 11:51:38

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	32.50	0.3250
4.688	100	45.00	0.4500
9.375	100	75.00	0.7500
18.750	100	82.50	0.8250
37.500	100	95.00	0.9500
75.000	100	100.00	1.0000
150.000	100	100.00	1.0000
250.000	100	95.00	0.9500
375.000	100	100.00	1.0000
500.000	100	100.00	1.0000

PROBIT = +4.0264 +1.51019 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 4.412211894989014

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.64466 SIGMA = 0.6621673

STANDARD ERROR OF SLOPE .3076743
STANDARD ERROR OF LD50 .1312756
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .3506853

CHI-SQUARE LACK OF FIT 61.69 WITH 8 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 15.51
*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.122980	-0.095413	+0.017233	-0.009984
SLOPE	-0.095413	+0.094663	-0.009984	+0.018199

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.002416	0.127152	0.558751
5	0.016740	0.359300	1.159808
10	0.046686	0.625206	1.723332
50	1.526672	4.412212	7.939523
90	16.730961	31.137945	109.145416
95	26.191586	54.182037	288.912720
99	56.795807	153.105148	1916.163574

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS
WERE COMPUTED
USING T = 2.306 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda ALSYSTIN EFECTIVIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 11:55:08

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	46.87	0.4687
4.688	100	53.12	0.5312
9.375	100	56.25	0.5625
18.750	100	59.37	0.5937
37.500	100	75.00	0.7500

PROBIT = +4.6841 +0.54197 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 3.827061891555786

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.58287 SIGMA = 1.8451059

STANDARD ERROR OF SLOPE .1349362
STANDARD ERROR OF LD50 .1405392
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1411668

CHI-SQUARE LACK OF FIT 2.51 WITH 3 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 7.81
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.019928	-0.017424	MEAN +0.019751	-0.042788
SLOPE	-0.017424	+0.018208	SIGMA -0.042788	+0.211029

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000000	0.000195	0.006767
5	0.000002	0.003531	0.047712
10	0.000039	0.016526	0.135585
50	1.347055	3.827062	6.345753
90	187.511292	886.243408	73522.460938
95	5357.114868D-01	4148.394043D+00	1479.796500D+03
99	3792.702393D+00	7498.086719D+01	4170.036160D+05

EXPERIMENT: S. frugiperda ALSYSTIN MORTALIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 11:58:02

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	40.00	0.4000
4.688	100	52.50	0.5250
9.375	100	55.00	0.5500
18.750	100	77.50	0.7750
37.500	100	-1.00	-0.0100

PROBIT = +4.3419 +1.00489 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 4.517805099487305

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.65493 SIGMA = 0.9951370

STANDARD ERROR OF SLOPE .1936586
STANDARD ERROR OF LD50 7.042084E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1691249

CHI-SQUARE LACK OF FIT 3.52 WITH 2 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 5.99
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.028603	-0.030295	MEAN +0.004959	-0.005650
SLOPE	-0.030295	+0.037504	SIGMA -0.005650	+0.036779

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000682	0.021880	0.105928
5	0.008319	0.104238	0.331328
10	0.031493	0.239640	0.610285
50	3.007914	4.517805	6.035479
90	40.210773	85.171661	426.446045
95	74.316124	195.807114	1608.875977
99	233.070114	932.857483	19577.363281

EXPERIMENT: S. frugiperda ALSYSTIN MORTALIDAD.

DATE IS 08-05-1986

TIME IS 12:00:36

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	40.00	0.4000
4.688	100	52.50	0.5250
9.375	100	55.00	0.5500
18.750	100	77.50	0.7750
37.500	100	97.50	0.9750

PRDBIT = +4.0659 +1.42188 log 10 DOSE

THE LD50 DOSE IS 4.538688659667969

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION

MEAN = 0.65693 SIGMA = 0.7032958

STANDARD ERROR OF SLOPE .3446903

STANDARD ERROR OF LD50 .1127721

STANDARD ERROR OF INTERCEPT .3375535

CHI-SQUARE LACK OF FIT 15.09 WITH 3 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 7.81

*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.113942	-0.106179	MEAN +0.012718	-0.009785
SLOPE	-0.106179	+0.118811	SIGMA -0.009785	+0.029068

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000000	0.104936	0.740154
5	0.000006	0.316285	1.415669
10	0.000073	0.569622	2.017752
50	0.443137	4.538689	9.367450
90	15.100593	36.163818	7771.610352
95	22.239771	65.130066	96430.593750
99	4362.802124D-02	1963.075714D-01	1142.667200D+04

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS WERE COMPUTED

USING T = 3.182 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 EFECTIVIDAD TOTAL.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:04:52

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	5.60	0.0560
0.174	100	30.46	0.3046
0.520	100	88.89	0.8889
1.563	100	38.89	0.3889
2.343	100	50.00	0.5000
4.688	100	63.89	0.6389
4.688	100	72.23	0.7223
9.375	100	75.00	0.7500
18.750	100	75.00	0.7500
37.500	100	88.89	0.8889

PROBIT = +5.0148 +0.66563 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .9499560594558716

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.02230 SIGMA = 1.5023465

STANDARD ERROR OF SLOPE .2040982
STANDARD ERROR OF LD50 .2659273
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .175344

CHI-SQUARE LACK OF FIT 120.14 WITH 8 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 15.51
*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.030746	-0.012683	MEAN +0.070717	-0.046157
SLOPE	-0.012683	+0.041656	SIGMA -0.046157	+0.212207

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000000	0.000304	0.013342
5	0.000000	0.003210	0.055738
10	0.000000	0.011280	0.121593
50	0.052999	0.949956	3.781692
90	1266.099548D-02	8000.386047D-02	7953.017500D+02
95	2858.151245D-02	2811.339111D-01	5369.824000D+04
99	1226.925049D-01	2967.986328D+00	1552.793436D+08

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS
WERE COMPUTED
USING T = 2.306 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 EFECTIVIDAD DOSIS BAJAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:08:12

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	5.60	0.0560
0.174	100	30.56	0.3056
0.520	100	88.89	0.8889

PROBIT = +6.9617 +3.04061 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .226375013589859

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.64517 SIGMA = 0.3288812

STANDARD ERROR OF SLOPE .2848776
STANDARD ERROR OF LD50 3.020181E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .2117972

CHI-SQUARE LACK OF FIT 3.14 WITH 1 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 3.84
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.044858	+0.054408	MEAN +0.000912	+0.000073
SLOPE	+0.054408	+0.081155	SIGMA +0.000073	+0.000949

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.025769	0.038885	0.052100
5	0.047964	0.065141	0.081431
10	0.066558	0.085770	0.103708
50	0.197462	0.226375	0.260577
90	0.487451	0.597479	0.786857
95	0.619932	0.786693	1.093421
99	0.967627	1.317868	2.037962

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 EFECTIVIDAD DOSIS ALTAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:11:38

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
1.563	100	38.89	0.3889
2.343	100	50.00	0.5000
4.688	100	63.89	0.6389
4.688	100	72.23	0.7223
9.375	100	75.00	0.7500
18.750	100	75.00	0.7500
37.500	100	88.89	0.8889

PROBIT = +4.6752 +0.96130 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 2.177272081375122

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 0.33791 SIGMA = 1.0402578

STANDARD ERROR OF SLOPE .1190273
STANDARD ERROR OF LD50 7.308453E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1023207

CHI-SQUARE LACK OF FIT 8.53 WITH 5 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 11.07
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.010470	-0.010582	MEAN +0.005341	-0.006523
SLOPE	-0.010582	+0.014168	SIGMA -0.006523	+0.016590

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.001009	0.008281	0.030077
5	0.008652	0.042344	0.112486
10	0.027164	0.101092	0.227716
50	1.453638	2.177272	2.898543
90	29.370773	46.892902	97.718643
95	60.015125	111.952179	303.938751
99	226.067474	572.480286	2588.042480

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD TOTAL.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:16:01

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	15.38	0.1538
0.174	100	46.15	0.4615
0.520	100	92.31	0.9231
1.563	100	92.31	0.9231
2.343	100	92.31	0.9231
4.688	100	97.43	0.9743
4.688	100	97.43	0.9743
9.375	100	100.00	1.0000
18.750	100	100.00	1.0000
37.500	100	100.00	1.0000

PROBIT = +6.1620 +1.59171 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .1861997991800308

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.73002 SIGMA = 0.6282535

STANDARD ERROR OF SLOPE .1749032
STANDARD ERROR OF LD50 7.785255E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1320115

CHI-SQUARE LACK OF FIT 23.05 WITH 8 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 15.51
*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.017427	+0.012585	MEAN +0.006061	-0.002417
SLOPE	+0.012585	+0.030591	SIGMA -0.002417	+0.004766

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.001502	0.006435	0.015708
5	0.005520	0.017241	0.035130
10	0.010995	0.029161	0.054228
50	0.115146	0.186200	0.272260
90	0.788492	1.188910	2.090569
95	1.252024	2.010913	4.048174
99	2.876003	5.387936	14.483614

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS
WERE COMPUTED
USING T = 2.306 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD DOSIS BAJAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:19:17

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	15.38	0.1538
0.174	100	46.15	0.4615
0.520	100	92.31	0.9231

PROBIT = +6.9808 +2.52181 log₁₀ DOSE
THE LD50 DOSE IS .1638793796300888

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.78548 SIGMA = 0.3965405

STANDARD ERROR OF SLOPE .2441328
STANDARD ERROR OF LD50 3.383913E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .2076829

CHI-SQUARE LACK OF FIT 3.00 WITH 1 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 3.84
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.043132	+0.046228	MEAN +0.001145	-0.000037
SLOPE	+0.046228	+0.059601	SIGMA -0.000037	+0.001474

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.011528	0.019593	0.028366
5	0.024589	0.036497	0.048340
10	0.036700	0.050853	0.064457
50	0.140153	0.163879	0.191298
90	0.419040	0.528118	0.725154
95	0.559034	0.735858	1.081771
99	0.953107	1.370745	2.306416

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD DOSIS ALTAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:22:52

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PRDPORTION
1.563	100	92.31	0.9231
2.343	100	92.31	0.9231
4.688	100	97.43	0.9743
4.688	100	97.43	0.9743
9.375	100	100.00	1.0000
18.750	100	100.00	1.0000
37.500	100	100.00	1.0000

PROBIT = +5.9821 +1.58317 log 10 DDSE
THE LD50 DOSE IS .2397019565105438

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NDRMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.62033 SIGMA = 0.6316459

STANDARD ERROR OF SLOPE .3984612
STANDARD ERRDR OF LD50 .2741774
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .2034175

CHI-SQUARE LACK DF FIT 2.17 WITH 5 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 11.07
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIHATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.041379	-0.069270	MEAN +0.075173	-0.042278
SLOPE	-0.069270	+0.158771	SIGMA -0.042278	+0.025274

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000028	0.008135	0.056444
5	0.000196	0.021912	0.109950
10	0.000555	0.037167	0.156991
50	0.021615	0.239702	0.555817
90	0.775123	1.545927	2.138287
95	1.829052	2.622201	3.662446
99	4.715399	7.063279	19.496992

EXPERIMENT: S. latifascia ALSYSTIN EFECTIVIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:25:48

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	-1.00	-0.0100
4.688	100	-1.00	-0.0100
9.375	100	12.50	0.1250
18.750	100	25.00	0.2500
37.500	100	55.00	0.5500

PROBIT = +1.6670 +2.16915 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 34.40084457397461

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 1.53657 SIGMA = 0.4610104

STANDARD ERROR OF SLOPE .3409925
STANDARD ERROR OF LD50 4.959789E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .4590766

CHI-SQUARE LACK OF FIT 0.90 WITH 1 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 3.84
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.210751	-0.154145	MEAN +0.002460	+0.002403
SLOPE	-0.154145	+0.116276	SIGMA +0.002403	+0.005252

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	1.177127	2.911835	4.750915
5	3.308002	6.001407	8.357913
10	5.699821	8.825479	11.373870
50	28.453739	34.400845	46.051006
90	84.757553	134.091080	312.470398
95	114.276863	197.190079	543.419006
99	199.592072	406.416687	1538.201172

EXPERIMENT: S. latifascia ALSYSTIN MORTALIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:28:16

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	-1.00	-0.0100
4.688	100	2.56	0.0256
9.375	100	7.69	0.0769
18.750	100	17.94	0.1794
37.500	100	48.72	0.4872

PROBIT = +1.3997 +2.22168 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 41.73854446411133

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 1.62054 SIGMA = 0.4501098

STANDARD ERROR OF SLOPE .2864151
STANDARD ERROR OF LD50 5.514433E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .3804442

CHI-SQUARE LACK OF FIT 1.68 WITH 2 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 5.99
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.144738	-0.106496	MEAN +0.003041	+0.002411
SLOPE	-0.106496	+0.082034	SIGMA +0.002411	+0.003367

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	2.066000	3.745345	5.407566
5	5.212130	7.588427	9.688707
10	8.428724	11.058001	13.392891
50	33.780903	41.738544	57.065296
90	101.193687	157.542648	325.309631
95	137.185638	229.574219	536.409912
99	242.179886	465.139252	1373.461914

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD TOTAL.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:16:01

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	15.38	0.1538
0.174	100	46.15	0.4615
0.520	100	92.31	0.9231
1.563	100	92.31	0.9231
2.343	100	92.31	0.9231
4.688	100	97.43	0.9743
4.688	100	97.43	0.9743
9.375	100	100.00	1.0000
18.750	100	100.00	1.0000
37.500	100	100.00	1.0000

PROBIT = +6.1620 +1.59171 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .1861997991800308

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.73002 SIGMA = 0.6282535

STANDARD ERROR OF SLOPE .1749032
STANDARD ERROR OF LD50 7.785255E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1320115

CHI-SQUARE LACK OF FIT 23.05 WITH 8 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 15.51
*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.017427	+0.012585	MEAN +0.006061	-0.002417
SLOPE	+0.012585	+0.030591	SIGMA -0.002417	+0.004766

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.001502	0.006435	0.015708
5	0.005520	0.017241	0.035130
10	0.010995	0.029161	0.054228
50	0.115146	0.186200	0.272260
90	0.788492	1.188910	2.090569
95	1.252024	2.010913	4.048174
99	2.876003	5.387936	14.483614

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS
WERE COMPUTED
USING T = 2.306 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD TOTAL.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:16:01

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	15.38	0.1538
0.174	100	46.15	0.4615
0.520	100	92.31	0.9231
1.563	100	92.31	0.9231
2.343	100	92.31	0.9231
4.688	100	97.43	0.9743
4.688	100	97.43	0.9743
9.375	100	100.00	1.0000
18.750	100	100.00	1.0000
37.500	100	100.00	1.0000

PROBIT = +6.1620 +1.59171 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .1861997991800308

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.73002 SIGMA = 0.6282535

STANDARD ERRDR OF SLOPE .1749032
STANDARD ERROR OF LD50 7.785255E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .1320115

CHI-SQUARE LACK DF FIT 23.05 WITH 8 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 15.51
*** significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.017427	+0.012585	MEAN +0.006061	-0.002417
SLOPE	+0.012585	+0.030591	SIGMA -0.002417	+0.004766

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.001502	0.006435	0.015708
5	0.005520	0.017241	0.035130
10	0.010995	0.029161	0.054228
50	0.115146	0.186200	0.272260
90	0.788492	1.188910	2.090569
95	1.252024	2.010913	4.048174
99	2.876003	5.387936	14.483614

BECAUSE OF SIGNIFICANT LACK OF FIT, CONFIDENCE INTERVALS
WERE COMPUTED
USING T = 2.306 INSTEAD OF 1.96

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD DOSIS BAJAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:19:17

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
0.058	100	15.38	0.1538
0.174	100	46.15	0.4615
0.520	100	92.31	0.9231

PROBIT = +6.9808 +2.52181 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .1638793796300888

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.78548 SIGMA = 0.3965405

STANDARD ERROR OF SLOPE .2441328
STANDARD ERROR OF LD50 3.383913E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .2076829

CHI-SQUARE LACK OF FIT 3.00 WITH 1 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 3.84
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.043132	+0.046228	MEAN +0.001145	-0.000037
SLOPE	+0.046228	+0.059601	SIGMA -0.000037	+0.001474

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.011528	0.019593	0.028366
5	0.024589	0.036497	0.048340
10	0.036700	0.050853	0.064457
50	0.140153	0.163879	0.191298
90	0.419040	0.528118	0.725154
95	0.559034	0.735858	1.081771
99	0.953107	1.370745	2.306416

EXPERIMENT: S. frugiperda IKI-7899 MORTALIDAD DOSIS ALTAS.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:22:52

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
1.563	100	92.31	0.9231
2.343	100	92.31	0.9231
4.688	100	97.43	0.9743
4.688	100	97.43	0.9743
9.375	100	100.00	1.0000
18.750	100	100.00	1.0000
37.500	100	100.00	1.0000

PROBIT = +5.9821 +1.58317 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS .2397019565105438

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = -0.62033 SIGMA = 0.6316459

STANDARD ERROR OF SLDPE .3984612
STANDARD ERROR OF LD50 .2741774
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .2034175

CHI-SQUARE LACK OF FIT 2.17 WITH 5 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 11.07
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.041379	-0.069270	MEAN +0.075173	-0.042278
SLOPE	-0.069270	+0.158771	SIGMA -0.042278	+0.025274

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	0.000028	0.008135	0.056444
5	0.000196	0.021912	0.109950
10	0.000555	0.037167	0.156991
50	0.021615	0.239702	0.555817
90	0.775123	1.545927	2.138287
95	1.829052	2.622201	3.662446
99	4.715399	7.063279	19.496992

EXPERIMENT: S. latifascia ALSYSTIN EFECTIVIDAD.
DATE IS 08-05-1986 TIME IS 12:25:48

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	-1.00	-0.0100
4.688	100	-1.00	-0.0100
9.375	100	12.50	0.1250
18.750	100	25.00	0.2500
37.500	100	55.00	0.5500

PROBIT = +1.6670 +2.16915 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 34.40084457397461

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 1.53657 SIGMA = 0.4610104

STANDARD ERROR OF SLOPE .3409925
STANDARD ERROR OF LD50 4.959789E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .4590766

CHI-SQUARE LACK OF FIT 0.90 WITH 1 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 3.84
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.210751	-0.154145	MEAN +0.002460	+0.002403
SLOPE	-0.154145	+0.116276	SIGMA +0.002403	+0.005252

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	1.177127	2.911835	4.750915
5	3.308002	6.001407	8.357913
10	5.699821	8.825479	11.373870
50	28.453739	34.400845	46.051006
90	84.757553	134.091080	312.470398
95	114.276863	197.190079	543.419006
99	199.592072	406.416687	1538.201172

EXPERIMENT: S. latifascia ALSYSTIN MORTALIDAD.

DATE IS 08-05-1986

TIME IS 12:28:16

THE DATA:

DOSE	NUMBER	RESPONSE	PROPORTION
2.343	100	-1.00	-0.0100
4.688	100	2.56	0.0256
9.375	100	7.69	0.0769
18.750	100	17.94	0.1794
37.500	100	48.72	0.4872

PROBIT = +1.3997 +2.22168 log 10 DOSE
THE LD50 DOSE IS 41.73854446411133

THE ESTIMATES OF THE PARAMETERS OF THE NORMAL DISTRIBUTION
MEAN = 1.62054 SIGMA = 0.4501098

STANDARD ERROR OF SLOPE .2864151
STANDARD ERROR OF LD50 5.514433E-02
STANDARD ERROR OF INTERCEPT .3804442

CHI-SQUARE LACK OF FIT 1.68 WITH 2 DEGREES OF FREEDOM

5% critical point of chi-square 5.99
*** non-significant lack of fit

THE COVARIANCE MATRIX OF THE ESTIMATES

	INTERCEPT	SLOPE	MEAN	SIGMA
INTERCEPT	+0.144738	-0.106496	MEAN +0.003041	+0.002411
SLOPE	-0.106496	+0.082034	SIGMA +0.002411	+0.003367

95 % CONFIDENCE INTERVALS FOR LD VALUES

PROBABILITY	LOW	LD	HIGH
1	2.066000	3.745345	5.407566
5	5.212130	7.588427	9.688707
10	8.428724	11.058001	13.392891
50	33.780903	41.738544	57.065296
90	101.193687	157.542648	325.309631
95	137.185638	229.574219	536.409912
99	242.179886	465.139252	1373.461914