



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales "IZTACALA"

**TOXICIDAD Y DL_{50} DE SIETE INSECTICIDAS DE
DIFERENTES GRUPOS TOXICOLOGICOS EN GUSANO
SOLDADO Pseudaletia unipuncta HAW.
(LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE).**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
MA. DEL SOCORRO LOPEZ ARELLANO

SAN JUAN IZTACALA

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

AL director de esta tesis Dr. Angel Lagunes Tejeda por su valiosa guía y apoyo .

Al M. en C. José Concepción Rodríguez Maciel por su acertada revisión del trabajo y sus certeras sugerencias .

Al personal de Toxicología del Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, con especial referencia a la Bióloga Maricela Galicia .

A las personas que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo.

A Hilda Gama Ruiz por su valiosa ayuda mecanográfica y su apoyo .

A mi abuelita

A mi hermana

A mis familiares

A mis amigos

CONTENIDO

	Página
BRESUMEN.-----	1
1. INTRODUCCION.	
1.1. Gramíneas de mayor importancia en México y sus principales plagas.-----	3 *
1.2. Importancia del gusano soldado.-----	8
1.3. Descripción del gusano soldado.-----	8
1.4. Biología y Hábitos del gusano soldado.-----	10
1.5. Distribución del gusano soldado en México.---	12
1.6. Medidas preventivas y de control.-----	14
1.7. Importancia de la determinación de líneas base en el manejo de insecticidas.-----	15
1.8. Objetivos.-----	16
2. REVISION DE LITERATURA.	
2.1. Control químico del gusano soldado en México y en otros países.-----	17
2.2. Toxicidad de insecticidas en Noctuidos.-----	23
2.3. Resistencia de Noctuidos a insecticidas.-----	28
2.4. Resistencia del gusano soldado a insecticidas.	30

	Página
3. MATERIALES Y METODOS.	
3.1. Ubicación y condiciones del Experimento.-----	31
3.2. Colecta de la población.-----	31
3.3. Cría masiva del gusano soldado.-----	32
3.4. Dieta artificial.-----	33
3.5. Insecticidas empleados.-----	34
3.6. Bioensayos.-----	34
3.7. Procesamiento estadístico de la información.	37
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	
4.1. Respuesta a los insecticidas usados.-----	39
4.2. Susceptibilidad de la colonia a los insecti- cidas empleados.-----	50
5. CONCLUSIONES.-----	53
6. LITERATURA REVISADA.-----	54
7. APENDICE.-----	62

Lista de Cuadros .

Cuadro	Página
1 Principales plagas de los cultivos de arroz, sorgo , centeno , cebada , avena , trigo y maíz en México.-----	4
2 Duración de los diferentes estados de desarrollo del gusano soldado <u>Pseudaletia unipuncta</u> Haw. -----	11
3 Porcentaje de mortalidad de larvas del tercer instar de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) obtenido con dosis de 2.5 ug/g de larva.-----	18
4 Porcentaje de mortalidad de larvas del tercer instar de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) obtenido con dosis de 250 ug/g de larva.-----	19
5 Porcentaje de mortalidad de larvas del tercer instar de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) obtenido con dosis de 2500 ug/g de larva.-----	20
6. Insecticidas que generalmente se usan en México para el control del gusano soldado; estructura química y grupo toxicológico al que pertenecen.-----	24
7 Insecticidas empleados; nombre común , estructura química y grupo toxicológico al que pertenecen.-----	35.

Cuadro	Página
8 Valores de las DL_{50} y DL_{90} de siete insecticidas para <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) , con sus respectivos límites fiduciales.-----	40
9 Toxicidad relativa de siete insecticidas , para larvas de <u>Pseudaletia unipuncta</u> .-----	41
10 Coeficiente y ecuación de regresión para los siete insecticidas utilizados.-----	47
11 Valores de las DL_{50} para <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) y comparación con los respectivos valores de la población susceptible de <u>Heliothis zea</u> .-----	52
12 Ingredientes de la dieta artificial para la cría de <u>Pseudaletia unipuncta</u> .-----	63

Lista de Figuras.

Figura	Página
1 Estados de la República Mexicana en los que se reportan mayores daños por gusano soldado.-----	13
2 Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) a un piretroide y un carbamato.-----	43
3 Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) a dos insecticidas organoclorados.-----	44
4 Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) a tres insecticidas organofosforados.-----	46
5 Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.) a siete insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.-----	49

Resumen .

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar la toxicidad relativa de siete insecticidas pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos , sobre larvas del gusano soldado Pseudaletia unipuncta (Haw.).

Se determinaron los valores de las DL_{50} para los siguientes insecticidas : endrín , DDT , paratión metílico , paratión etílico , malatión , carbaril y permetrina .

Se uso el método de aplicación localizada , en larvas de 30 a 50 mg de peso. Las larvas tratadas se colocaron en vasitos con dieta artificial ; 24 horas después se hicieron las lecturas de mortalidad . Se utilizaron 10 larvas por dosis , con 5 repeticiones , y se incluyó un testigo al que sólo se le aplicó acetona.

Las repeticiones de los tratamientos se realizaron en diferentes días , pero siempre a la misma hora .

El material biológico utilizado se colectó sobre cultivos de maíz en Chapingo Edo. de México.

Los resultados se procesaron usando el programa Probit en el Centro de Estadística y Calculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo.

A partir de los valores de las Dl_{50} se obtuvieron los valores de toxicidad relativa de los insecticidas, tomando como base al menos tóxico .

De los siete insecticidas empleados el más tóxico fué la permetrina con una Dl_{50} de 0.129 ug/g de larva . En orden de creciente de toxicidad le siguieron : endrín , 0.829 ; paratión etílico, 3.49 ; carbaril, 5.71 ; paratión metílico, 13.4; malatión, 53.6 y DDT con Dl_{50} de 132.6 ug/g de larva .

Debido a que en la literatura revisada no se encontró ninguna referencia que mencionara los valores de las Dl_{50} para otras colonias de gusano soldado susceptibles a insecticidas, los valores obtenidos en el presente trabajo se compararon con los reportados en México para una población susceptible de Heliothis zea Boddie (Lepidoptera; Noctuidae) . Se concluye que la colonia de gusano soldado corresponde a una población susceptible a los insecticidas bajo estudio , por lo tanto los valores obtenidos se pueden considerar como una línea base para posteriores estudios de resistencia y manejo de insecticidas , referentes al gusano soldado en México.

1. INTRODUCCION.

1.1. Gramíneas de mayor importancia en México y sus principales plagas.

Las gramíneas en México deben su importancia al uso tan diverso que tienen . Se utilizan como forraje Poa spp , --- Lolium spp , Festuca spp , Dactylis spp , Agrotis spp y -- Bromus spp . Algunas se industrializan como la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) , el zacate limón (Andropogon - spp) y los carrizos u otates (Bambusa spp) . Otras consti-
tuyen alimentos básicos por lo que tienen mayor importancia a nivel nacional , tal es el caso del arroz (Oryza sativa L.) , sorgo (Sorghum vulgare P.) , centeno (Secale cereale L.) , cebada (Hordeum vulgare L.) , avena (Avena sativa L.) , tri-
go (Triticum aestivum L.) y maíz (Zea mays L.) .

Las gramíneas durante su cultivo son atacadas por varias especies de artrópodos que en un momento dado pueden consti-
tuir plagas importantes. En el Cuadro número 1 se enlistan - las principales plagas del arroz , avena , centeno , cebada , trigo , sorgo y maíz , entre las que se encuentra el gusano - soldado Pseudaletia unipuncta Haw. (Anónimo 1977 , 1980a,b).

Cuadro 1. Principales plagas de los cultivos de arroz , sorgo , centeno , cebada ,
avena , trigo y maíz en México.

Nombre común	Nombre científico	Cultivo que ataca
Araña café	<u>Petrobia latens</u> (Müller)	trigo
Araña roja	<u>Oligonychus mexicanus</u> (Mc.G & Ort) y	
	<u>Oligonychus stickneyi</u> (Mc.G.)	maíz
Barrenador neotropical	<u>Zeadiatraea lineolata</u> (Wlk)	maíz
Barrenador sud-occidental	<u>Zeadiatraea grandiosella</u> (Dyar)	maíz
Barrenador suriano	<u>Zeadiatraea muellerella</u> (Dyar & Heinr)	maíz
Barrenador del tallo	<u>Chilo loftini</u> (Dyar)	arroz
Chicharritas	<u>Sogata cubana</u> (Crawf)	arroz
	<u>Dalbulus elimatus</u> (Ball)	maíz
	<u>Dalbulus midis</u> (Del.)	maíz

Continuación Cuadro 1.

Nombre común	Nombre científico	Cultivo que ataca
Chinches	<u>Normidea angustata</u> (Stal)	arroz
	<u>Normidea prominula</u> (Dall)	arroz
Chinche café	<u>Oebalus insularis</u> (Stal)	arroz
Chinche de encaje	<u>Leptodyctia tabida</u> (H.S.)	maíz
Chinche de los cereales	<u>Blissus leucopterus</u> (Say)	maíz
Chinche verde	<u>Nezara viridula</u> (Linneo)	maíz
Gallina ciega	<u>Phyllophaga</u> spp	maíz
Gorgojo	<u>Carpophilus lugubris</u> (Murray)	maíz
	<u>Carpophilus mutilatus</u> (Er.)	maíz
Grillo de campo	<u>Acheta assimilis</u> (Fabr.)	maíz y arroz

Continuación Cuadro 1.

Nombre común	Nombre científico	Cultivos que ataca
Gusano alfilerillo	<u>Diabrotica undecimpunctata</u> (Harold)	maíz
Gusano cogollero	<u>Spodoptera frugiperda</u> (Smith)	maíz, arroz, sorgo
Gusano elotero	<u>Heliothis zea</u> (Boddie)	maíz y arroz
Gusano medidor	<u>Mocis latipes</u> (Guen.)	maíz
Gusano soldado	<u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.)	maíz, sorgo, trigo, cebada
Gusano trozador	<u>Agrotis ipsilon</u> (Huf)	maíz
Palomilla blanca	<u>Rupela albinella</u> (Gram)	arroz
Picudo acuático	<u>Lissohoptrus oryzophilus</u> (Kus)	arroz
	<u>Lissohoptrus simplex</u> (Say)	arroz
Pulgón	<u>Rhopalosiphum maidis</u> (Fitch)	maíz y sorgo

Continuación Cuadro 1.

Nombre común	Nombre científico	Cultivo que ataca
Pulgón de la espiga	<u>Macrosiphum avenae</u> (Fabr.)	cebada, trigo, avena
Pulgón verde del follaje	<u>Schizaphis graminum</u> (Rondani)	cebada, trigo, sorgo
Pulgón de la raíz	<u>Rhopalosiphum rufiabdominalis</u> (Sask)	trigo
Trips	<u>Frankliniella occidentalis</u> (Sask)	maíz
	<u>Frankliniella williamsi</u> (Hood)	maíz
	<u>Hercotrips phaseoli</u> (Hood)	maíz

(Anónimo 1977 , 1980a , b, c, d).

1.2. Importancia del gusano soldado.

En México está considerado como plaga importante del -- maíz , trigo , cebada y sorgo . Es considerado como plaga secundaria en avena , algodón , caña de azúcar y ocasionalmente se presenta en frijol , chile y alfalfa . En todos los cultivos causa daños como defoliador en cualquier etapa del desarrollo fenológico de las plantas (Anónimo 1977).

1.3. Descripción del gusano soldado.

El adulto es una palomilla de color pajizo , sus alas anteriores son de color café grisáceo pálido , con pigmentaciones negras y manchas en las puntas . Casi en el centro de las alas hay un pequeño punto blanco característico . Las alas - posteriores son grises translúcidas con nervaduras de color - oscuro . La parte interna de las alas es de color blanco amarillo . El adulto mide 2 cm de largo y 4 cm de expansión -- alar (Gonzalez 1969 , Legorreta 1978) .

Los huevecillos son esféricos y lisos , su color varía - de blanco a amarillo pálido ; diez horas antes de la eclosión cambian a gris oscuro y verde aceituna . Su tamaño es de 0.6 a 0.7 mm (Legorreta 1978).

La larva es de tipo eruciforme , cabeza hipognata . El abdomen consta de diez segmentos , con ocho pares de espiráculos del primer al octavo segmento . Posee un par de espiráculos en el protorax . Su coloración varía de grisáceo , gris pálido , pardo gris verdoso a amarillo grisáceo con bandas longitudinales ; una banda angosta discontinuada a la mitad del dorso , bordeada por una más amplia un tanto más oscura y moteada que llega hasta la mitad del costado . Las larvas del primer instar generalmente son de color amarillo blanquesino y gris pálido u oscuro del cuarto a sexto instar. Completamente desarrolladas miden 3 cm de largo(Legorreta 1978 , Anónimo 1980a).

La pupa es de tipo obtecta , el abdomen consta de diez segmentos ; tiene forma cilíndrica hasta el cuarto segmento a partir del cual adquiere forma cónica y posee un par de espinas en la terminación anal . El gonópore se localiza en el octavo segmento en las hembras y en el noveno en los machos. Su coloración varía de café amarillento a café oscuro . Miden 2 cm de largo (Gonzalez 1969 , Anónimo 1980a) .

1.4. Biología y Hábitos del gusano soldado.

El gusano soldado es de hábitos nocturnos . Las palomillas se aparean durante la noche y las hembras ovipositan en hileras entre las hojas y la vaina , cubriendo los huevecillos con un material blanco sucio . En 3 a 5 días emergen las larvas, las cuales permanecen acultas durante el día en el cogollo de las plantas , en las grietas del suelo , hojarasca , malezas etc. Por la noche o en días nublados las larvas se alimentan vorazmente de las hojas ; una vez hecho el daño en una planta, la abandonan y se desplazan masivamente a la más próxima.

En sus primeros instares larvales el gusano soldado pasa inadvertido , hasta que el daño al cultivo delata su presencia ; en ocasiones la población es tan alta que llegan a encontrarse 300 larvas por metro cuadrado , en estas condiciones son capaces de destruir grandes extensiones de cultivo en una noche , antes de que pueda ser controlado .

A los 22 ó 25 días las larvas se entierran para pupar en el suelo , debajo de la hojarasca o plantas acamadas . Después de 16 a 18 días emerge la palomilla adulta , que requiere de un período de vuelo para alcanzar la madurez (Gonzalez 1969 , Legorreta 1978).

La duración de cada uno de los estados de desarrollo y de los instares larvales , se presentan en el Cuadro número 2 (Gonzales 1969 , Harris 1975).

Cuadro 2. Duración de los diferentes estados de desarrollo del gusano soldado Pseudaletia unipuncta (Haw) bajo condiciones de 24°C y 85% de humedad .

Estados de desarrollo	Duración en días
Huevo	3 - 4
Larva	
1° instar	2 - 3
2° instar	2 - 3
3° instar	3 - 4
4° instar	3 - 5
5° instar	4 - 5
6° instar	4 - 6
prepupa	2 - 3
Pupa	16 - 18
Adulto	9 - 12

(Gonzales 1969 , Harris 1975) .

1.5. Distribución del gusano
soldado en México .

Este insecto se encuentra ampliamente distribuido en el país , sin embargo sus mayores daños se registran en la región del bajío (Guanajuato , Jalisco , Michoacan y Querertaro) , presentandose también en el Valle de México , Oaxaca y Colima . En 1962 se presentó en el Valle del Yaqui junto con el gusano bellotero (Anónimo 1964 , 1980e).

En 1971 se registraron altas densidades del gusano soldado por medio de trampas de luz en la región de "Las Adjuntas " Tamaulipas (Dominguez 1972).

Lagunes y Rosas (1971) por medio de capturas con trampas de luz , determinaron que el gusano soldado se encuentra durante todo el año en Tamaulipas y que las densidades más altas se ubican en los meses de octubre , noviembre y diciembre.

Los estados donde se reportan mayores daños por el gusano soldado , se presentan en la figura 1.

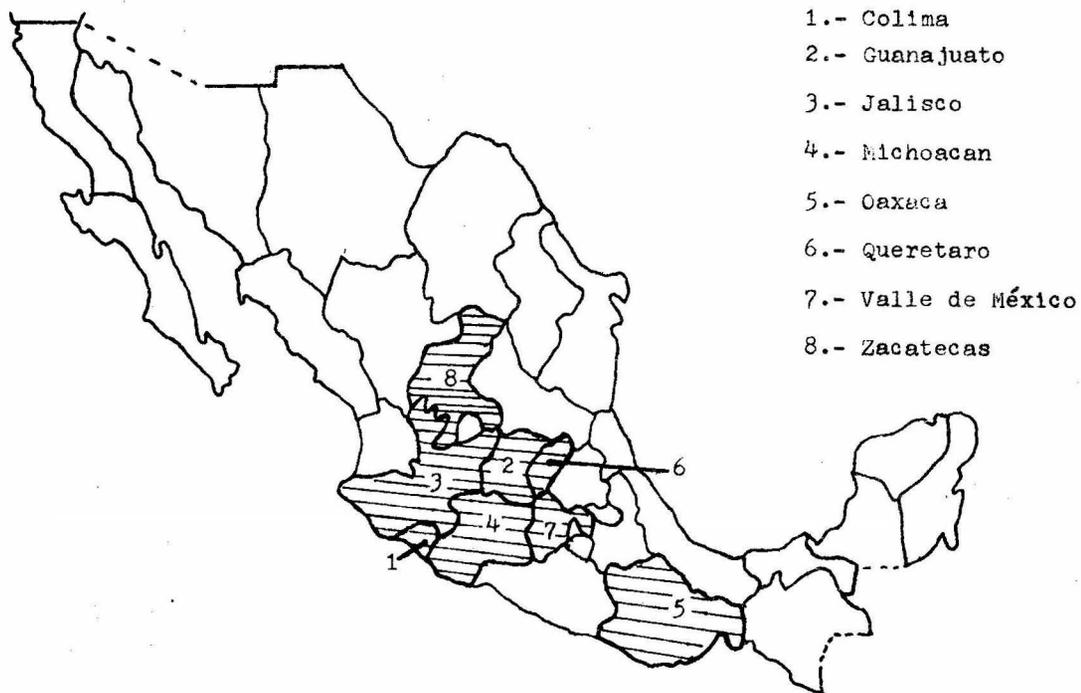


Figura 1. Estados de la República Mexicana en los que se reportan mayores daños por gusano soldado (Anónimo 1980a) .

1.6. Medidas preventivas y de control.

Como medidas preventivas contra el gusano soldado se recomiendan labores culturales de barbecho , rastreo y cruza , con la finalidad de destruir los residuos de la cosecha y -- las malezas que pueden servir como refugio de la plaga .

Las trampas de luz son utilizadas para detectar a la -- plaga , conocer su incidencia durante el año y poder llevar a cabo un mejor control de ésta . En los campos experimentales del INIA de la región de "Las Adjuntas" y en los campos experi-- mentales del Bajío , se utilizan trampas de luz para detectar la presencia de plagas , entre las que se encuentra el gusano soldado , siendo este medio el más adecuado para conocer su -- incidencia (Dominguez 1972 , Rodríguez y Armenta 1972) .

En el campo del control biológico se han obtenido resultados prometedores con su parásitoide más común : Apanteles militaris Walsh . Además de este himenóptero , existen otros insectos que atacan al gusano soldado en alguno de sus estados de desarrollo . Las larvas pueden ser parásitadas por -- Echinomyia fera L . , Exorista larvarum L . , Palespavida -- Meig , Dolichocolon paradoxum B.B. , Whinthemia quadripustulata F. y Nemoraea pellucida Meig . Los huevecillos son parásitados por Telenomus minimus Ashmed y son depredados por catarinitas, chinches y crisopas (Radisson y Masson 1974 , Metcalf y Flint 1975 , Calkins 1976).

En México el método de combate más empleado es el químico , por lo que es importante generar información sobre la efectividad de los insecticidas y así evitar el uso de aquellos que ya no sean efectivos , disminuyendo de esta manera los efectos negativos sobre el hombre y su medio ambiente .

1.7. Importancia de la determinación de líneas base en el manejo de insecticidas .

En México el criterio general para el control químico del gusano soldado es el mismo que se sigue para combatir otras plagas ; cuando un insecticida ya no es efectivo , se aumenta la dosis y/o número de aplicaciones del insecticida . El aumento de dosis y/o número de aplicaciones conlleva a un desarrollo más acelerado de resistencia de la plaga a los insecticidas disponibles , volviendo incosteable su control . Por otra parte el problema se agrava cuando injustificadamente se utilizan mezclas de insecticidas; esto ocasiona , entre otras cosas , que se desarrolle simultaneamente resistencia a diferentes insecticidas.

La aplicación indiscriminada de insecticidas y el aumento de la dosis reduce la vida útil de los insecticidas , por otro lado ocasiona contaminación innecesaria del medio ambiente.

La determinación en el laboratorio de las Dl_{50} en poblaciones susceptibles , para insecticidas de diferentes grupos toxicológicos , se consideran como líneas bases de comparación en estudios de resistencia . Estas permiten conocer el grado de susceptibilidad , tolerancia o resistencia de las plagas a los insecticidas, y generar criterios a seguir respecto al uso de insecticidas en los siguientes ciclos de cultivo .

1.8. Objetivos .

Teniendo en cuenta que en México el control del gusano - soldado se encuentra generalmente restringido al uso de insecticidas y debido a esto , es importante determinar la línea base de comparación para estudios de resistencia de ésta plaga , por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar las Dl_{50} para carbaril , DDT , endrín , malatión , paratión metílico , paratión etílico y permetrina, que son representantes de grupos toxicológicos diferentes.
- 2.- Determinar la toxicidad relativa de los insecticidas, anteriormente mencionados , para el gusano soldado
- 3.- Determinar si la colonia empleada es susceptible , y en este caso proponer la línea base de referencia .

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Control químico del gusano soldado en México y en otros países .

Anteriormente en los Estados Unidos se recomendaban los - insecticidas organoclorados para el control del gusano soldado , obteniendose buenos resultados , pero en la actualidad su uso está restringido debido a su alto poder residual , sustituyendolos por algunos insecticidas organofosforados y carbamatos , como el malatión y carbaril respectivamente (Kain 1968).

Harris (1975) evaluó la efectividad de 30 insecticidas aplicados por contacto directo en el laboratorio , teniendo como base de comparación al carbaril . Para determinar la actividad ovicida de los insecticidas , utilizó masas de huevecillos de 24 - 36 horas de edad . Para determinar la susceptibilidad de los diferentes estados de desarrollo del gusano soldado , utilizó masas de huevecillos , todos los instares larvales , pupas y adultos . Los resultados mostraron que metomil , clorpirifos , clorfoxim y paratión etílico fueron los ovicidas más tóxicos , causando el 100% , 84% , 80% y 48% de mortalidad respectivamente . En cuanto a la susceptibilidad de los diferentes estados de desarrollo , reporta que los primeros instares larvales (1^o - 4^o) fueron más susceptibles a los insecticidas y que la tolerancia a estos aumenta en los últimos instares , así como en los estados de pupa y adulto . En el mismo trabajo reporta los porcentajes de mortalidad de larvas de tercer instar con dosis de 2.5 , 25 , 250 y 2500 ug/g de larva con los insecticidas que se presentan en los Cuadros 3 , 4 y 5 .

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de tercer instar de Pseudaletia unipuncta (Haw.) , obtenidos con dosis de 2.5 ug/g de larva .

Insecticida	% Mortalidad
Carbofuran	100
Metomil	98
Clorpirifos	90
Clorpirifos-metil	40
Fenvalerato	33
Quinalfos	30
Endrin	25
Paratión etílico	20
Mexacarbato	15
Leptofos	10
Naled	10

Harris(1975) .

Con la dosis de 25 ug/g de larva , estos insecticidas produjeron el 100 % de mortalidad (Harris 1975) .

Cuadro 4 . Porcentaje de mortalidad de larvas del tercer instar de Pseudaletia unipuncta (Haw.) , obtenidos con dosis de 250 ug/g de larva.

Insecticida	✶ Mortalidad
Carbaril	95
Amidofos	85
Triclorfon	85
Metidati3n	85
Fosalone	80
Acefato	70
Clordimeform	63
Malati3n	50
Metoxicloro	10

Harris (1975) .

Quadro 5 . Porcentaje de mortalidad de larvas del tercer instar de Pseudaletia unipuncta (Haw.) , obtenido con dosis de 2500 ug/g de larva .

Insecticida	* Mortalidad
Endosulfan	100
DDT	80

Harris (1975) .

Musick y Suttle (1973) en estudios de laboratorio , utilizando aplicación tópica o localizada , determinaron que para el gusano soldado la DL_{50} del carbofuran fué de 0.6 ppm en larvas del tercer a cuarto instar . En pruebas de campo se obtuvo una mortalidad de 45.4 % con la aplicación en surcos de carbofuran y una mortalidad de 25.9 % con la aplicación en bandas . La aplicación del insecticida fué de 136.8 g de i.a./300 metros lineales .

En 1970-71 , en Iran se probaron 28 insecticidas en campos de maíz y pastizales (que contenian una mezcla de trebol y pasto) , para el control de larvas del gusano soldado . La mayoría de los insecticidas resultaron ser efectivos , indicando un alto nivel de susceptibilidad a éstos . En orden decreciente de efectividad , los insecticidas con mejores resultados fueron: endrín al 19.5 % (aplicado a 0.31 lt/ha) , monocrotofos 24 % (0.36 lt/ha) , dicrotofos 24 % (0.35 lt/ha) , monocrotofos 20 % (0.41 lt/ha) , mevinfos 24 % (0.48 lt/ha) y azinfosmetil 20 % (0.5 lt/ha) (Barbulescu 1975) .

En Maharastra , India , se experimento con carbofuran al 8 % , carbaril 0.2 % , endosulfan 0.05 % , malatión 0.1 % , endrín emulsionable 0.03 % y endrín granulado 2 % en el control del gusano soldado , obteniendose los mejores resultados con carbaril (90 % de mortalidad) , endrín (87 %) , endosulfan (85 %) , malatión (80 %) y carbofuran (75 %) (Bhimanwawa 1979) .

En Argentina , en la región de las Pampas , para el control del gusano soldado se utilizan cebos envenenados con endo

sulfan , carbaril y monocrotofós , cuando el 10 % de las plantas estan infestadas (Vargas 1980) .

En 1962 en el Valle del Yaqui , México , se presentó el gusano soldado y bellotero como un complejo de plagas , causando serios daños en maíz . Para su control se aplicó paratión etílico(1 kg/ha) ó paratión metílico (800 g de material técnico/ha) disuelto en 60 lt de agua (Anónimo 1964) .

En Guanajuato , Michoacan y Queretaro , en donde los daños causados por el gusano soldado se resienten en los cultivos de maíz , sorgo y zacate , se recomienda la aplicación de carbaril en polvo 75 % (2 kg/ha) ó carbaril concentrado emulsionable el 80 % (2 a 2.5 kg/ha) (Anónimo 1969) .

En Aguascalientes se han registrado daños ocasionales por gusano soldado en maíz , cebada , avena y alfalfa. Para su control se recomienda carbaril en polvo al 80 % (2 kg/ha) , triclorfón 80 % (1.5 kg /ha) , cebos envenenados con carbaril - 80 % (1.5 kg de carbaril + 20 kg de salvado + 25 ml de extracto de vainilla) (Anónimo 1980a) .

En forma general la Secretaría de Agricultura recomienda los siguientes insecticidas : metomil al 24 % (1.5 lt/ha) , triclorfón 80 % (1 kg/ha) y monocrotofós 50 % (1 lt/ha) - cuando el gusano soldado se encuentra en cultivos de cebada , maíz y trigo . Cuando se encuentra en cultivos de alfalfa se recomienda usar triclorfón al 80 % (1.5 kg/ha) (Anónimo -- 1980 a , e) .

Quando el gusano soldado se encuentra sobre cultivos de cebada maltera , el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en coordinación con la Impulsora Agrícola , recomienda la aplicación de los siguientes insecticidas : endrín al 19.5 % (1.5 lt/ha) , triclorfón 80 % (1 kg/ha) , metomil 24 % (0.4 kg/ha) , clorpirifós (0.75 a 1 lt/ha) y carbaril 80 % (1.5 kg/ha) (Anónimo 1983) .

Gonzales (1969) menciona que para el control del gusano soldado en México , se utilizan básicamente : clorpirifos , carbaril y paratión metílico .

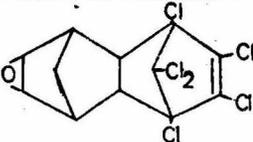
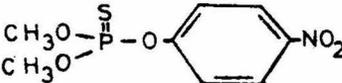
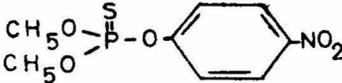
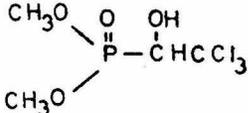
Lo recomendado por el CIAB para la aplicación de insecticidas contra el gusano soldado , es que se utilicen estos -- cuando el nivel de daño sea del 10 % de las plantas cultivadas (Anónimo 1969) .

En el cuadro 6 se presentan los insecticidas que generalmente se utilizan en México para el control del gusano soldado , y el grupo toxicológico al que pertenecen .

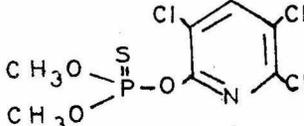
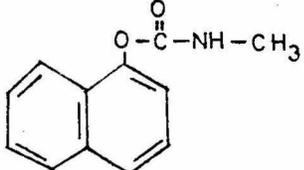
2.2. Toxicidad de insecticidas en Noctuidos .

Mediante pruebas de aplicación localizada (tópica) , - Leon (1969) reportó que la mezcla de paratión metílico -

Cuadro 6. Insecticidas que generalmente se usan en México para el control del gusano soldado; estructura química y grupo toxicológico al que pertenecen .

Insecticida	Estructura química	Grupo toxicológico
Endrín		OC-Cd
Paratión metílico		FC-SM
Paratión etílico		FC-SE
Triclorfón		FA-OM

Continuación Cuadro 6.

Insecticidas	Estructura química	Grupo toxicológico
Monocrotofós	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O} \\ \diagup \\ \text{P} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array} - \text{O} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NHCH}_3$	FA-OM
Clorpirifós metílico		FH-SM
Carbaril		CC-MM
Metomil	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C} - \text{N} - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{S} - \text{CH}_3 \end{array}$	CA-MM

más malatión (1:1) , fué la más tóxica de seis mezclas probadas sobre Heliothis zea (Boddie) , con Dl_{50} de 7.2 ug/g de larva , mientras que la menos tóxica fué la de malatión - más temefós (1:8) con Dl_{50} de 948 ug/g de larva .

Polanco (1972) encontró que el paratión metílico fué más tóxico para Heliothis zea , que para Heliothis virescens (Fabricius) . Sus Dl_{50} fueron 4.5 y 17.6 ug/g de larva respectivamente .

EL-Guindy et al (1979) determinaron la toxicidad de varios insecticidas , sobre Heliothis armigera (Hübner) y encontraron que el más tóxico fué clorpirifós con Dl_{50} de 5.7 ug/g de larva , siguiendo en orden decreciente : metomil , - EPN , fosfolan , leptofos , endrín , DDT , clordano , - BHC y dicrotofós , con Dl_{50} de 9.9 , 24.5 , 43.1 , 45.8 , 61.1 , 116.1 , 141.7 , 373.4 y 403 ug/g de larva respectivamente .

En pruebas de laboratorio se encontro que el piretroide sintético NIA 33297 aplicado a Heliothis virescens , fué - diez veces más tóxico que paratión metílico . En pruebas de campo este piretroide fué efectivo sobre el genero Heliothis , comportandose igual a metomil y monocrotofós (Davis et al - 1975) .

Vaissayre y Renou (1978) reportaron las Dl_{50} en --- Heliothis armigera , para decametrina , fenvalerato y ciper-

metrina , con valor de 5.4 , 5.9 y 6.2 ug/g de larva respectivamente . Para DDT la Dl_{50} fué de 28.7 ug/g de larva . En otro estudio , la permetrina aplicada sobre Heliothis virescens (Fabricius) , fué 15 veces más tóxica que el paratión metílico (Twine y Reynolds 1890) .

En los Estados Unidos , colonias de Spodoptera exigua (Hübner) provenientes de California y Florida , se expusieron a metomil , carbaril , acefato , paratión metílico , EPN, aldrín y endrín . Los resultados mostraron que la población de California con Dl_{50} de 193 , 96.5 y 12.8 ug/g de larva , fué más susceptible a carbaril , paratión metílico y EPN , que la población de Florida con Dl_{50} de 1300 , 700 y 133 ug/g de larva respectivamente (Cobb y Bass 1975) .

Meinke y Ware (1978) expusieron colonias de Spodoptera exigua provenientes de Safford , Mesa y Arizona en E.U. , a metomil . Las Dl_{50} revelaron que las colonias de Mesa y Safford fueron más tolerantes que la de Arizona , la que tuvo una Dl_{50} de 10.1 ug/g de larva .

Bujanos (1983) en estudios de laboratorio , tomando como base de comparación una población susceptible de Heliothis zea originaria del sur de Tamaulipas , determinó que la población de Heliothis subflexa (Guenee) originaria de Zaca-tepec , Morelos es susceptible a permetrina , paratión metílico , paratión etílico , endrín , carbaril , malatión y DDT. Una población de Heliothis virescens originaria del sur de Tamaulipas fué considerada como tolerante a carbaril , para-

tión etílico , malatión y DDT . La permetrina fué el insecticida más tóxico de los siete experimentados para Heliothis zea , Heliothis subflexa y Heliothis virescens , con DL_{50} de 1.5 , 1.2 y 1.7 ug/g de larva respectivamente .

Sánchez (1983) probó diez insecticidas sobre Spodoptera frugiperda (Smith) y encontro que la permetrina fué la más tóxica , con una DL_{50} de 1.7 ug/g de larva . La permetrina fué 3.6 , 3.9 , 6.4 , 21 , 39.7 , 44 , 70 y 528 veces más tóxica que paratión etílico , paratión metílico , metolil , carbofuran , endrín , carbaril , malatión , DDT y toxafeno respectivamente . De acuerdo con las DL_{50} obtenidas para cada insecticida , se estimó que la colonia de Spodoptera frugiperda utilizada es susceptible a los insecticidas empleados .

2.3. Resistencia de Noctuidos a insecticidas.

Kay (1977) reporta altos niveles de resistencia de Heliothis armigera a DDT en Brookstead , Bowent y Capella Austria .

Se han reportado varios estudios sobre la resistencia - del genero Heliothis en varias localidades de los Estados - Unidos , en los que se menciona un significativo aumento de la resistencia a insecticidas organoclorados , organofosforados , carbamatos y ciclodienos (Brazzel 1963 ; Nemeč y Adkisson 1969 , 1973 ; Wolfenbarger y Lowry 1969 ; Wolfenbarger y Garr 1971 ; Wolfenbarger et al 1973 ; Sparks 1981).

En México también se tienen reportes de la aparición de resistencia a insecticidas organoclorados , organofosforados y ciclodienos en el complejo Heliothis spp . En Tamaulipas se tuvo que cambiar el cultivo de algodón por los de maíz y sorgo , como consecuencia del desarrollo de resistencia del complejo Heliothis spp a insecticidas . Algo similar sucedio en las regiones algodoneras de Apatzingan , Michoacan y Tapachula Chis., donde este complejo no está siendo controlado efectivamente por los insecticidas convencionales (Lagunes 1984 y Rodríguez 1982) .

Carreon (1975) reporto que Heliothis subflexa en 1974 presentó mayor tolerancia a endrín , endosulfán y toxafeno - con Dl_{50} de 2.1 , 2.9 y 4.8 ug/g de larva respectivamente, en comparación con las Dl_{50} obtenidas en 1975 que fueron - 0.15 , 0.14 y 37.2 ug /g de larva respectivamente .

2.4. Resistencia del gusano soldado a insecticidas .

La información referente a la resistencia del gusano soldado a insecticidas es escasa . Al respecto Barbulescu (1975) menciona que el gusano soldado tiene un alto nivel de susceptibilidad a organoclorados y organofosforados .

En México no se han reportado oficialmente ningun caso de resistencia de Pseudaletia unipuncta , por esta razón es necesario iniciar los estudios toxicológicos que permitan un manejo adecuado de los insecticidas , en el control de esta plaga .

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y Condiciones del Experimento.

El presente trabajo se desarrolló en la cámara de cría y laboratorio de Toxicología del Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados en Chapingo, México.

3.2. Colecta de la población.

La colecta de la población de gusano soldado se llevó a cabo durante los meses de junio y julio de 1983, sobre cultivos de maíz en las zonas agrícolas aledañas a Chapingo Edo. de México. Cabe hacer la aclaración de que en esta región no se hicieron aplicaciones generalizadas de insecticidas contra esta plaga, pues sólo se presenta ocasionalmente.

Principalmente se colectaron larvas de quinto, sexto - instar y pupas.

3.3. Cría masiva del gusano soldado .

La cría se inicio con larvas y pupas colectadas en el campo . Las larvas se depositaron en vasitos de plástico , los cuales contenian 10 g de dieta artificial , cantidad suficiente para alimentar a dos larvas hasta la pupación . Los vasitos con larvas se acomodaron en conos de cartón , usados comunmente para el empaque de huevos , y se mantuvieron en posición invertida para conservar la dieta limpia de excrementos . Estos cartones se colocaron dentro de la camara de cría. Posteriormente cuando las larvas se transformaron en pupas , se recolectaron éstas y se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5 % , para evitar infecciones por microorganismos . Se determinó el sexo de las pupas por la observación al microscopio estereoscopico del gonoporo , que se encuentra en el octavo segmento en las hembras y noveno en los machos . Las pupas fueron colocadas por sexos , en jaulas cilíndricas de 25 cm de alto y 18 cm de diametro .

Una vez que los adultos emergieron , se introdujeron estos en bolsas de papel de estraza , en proporción 1:1 (20 hembras y 20 machos) . En estas bolsas también se colocó un abanico de papel de estraza como sustrato para la oviposición. Los adultos se alimentaron con agua azucarada al 15 % .

Cuando había oviposiciones , se retiraba el abanico de papel , se recortaban las hileras de huevecillos , para depositarlos en una caja de plástico en donde ecllosionaban .

Después de la eclosión , se colectaron las larvas con la ayuda de un pincel de cerda fina y se depositaron por pares en vasitos con dieta ; teniendo cuidado de no depositarlas directamente sobre la ésta . Cuando las larvas llegaban al tercer y cuarto instares , se separaban dejando una en cada vaso. Estas larvas se utilizaron para hacer las aplicaciones de insecticidas .

La cría del gusano soldado se estableció y mantuvo a 60 ± 5 % de humedad relativa , 28 ± 2 °C y fotoperiodo de 12 horas luz .

3.4. Dieta artificial .

La dieta artificial empleada en la cría del gusano soldado fué similar , con ligeras modificaciones , a la usada en el Centro Internacional de Mejoramiento del maíz y trigo (CIMMYT) para la cría del gusano cogollero Spodoptera frugiperda y el barrenador Diatrea saccharalis (Granados 1971) .

Los ingredientes y procedimiento para la preparación de la dieta artificial se presentan en el apéndice .

3.5. Insecticidas empleados .

Los insecticidas empleados , su estructura química y - grupos toxicológicos a los que pertenecen , de acuerdo con la clasificación propuesta por Lagunes y Rodríguez (1982) , se muestran en el Cuadro 7 .

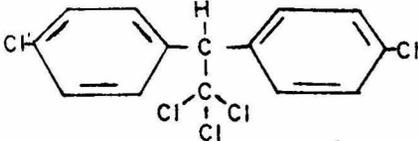
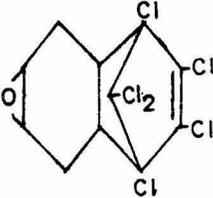
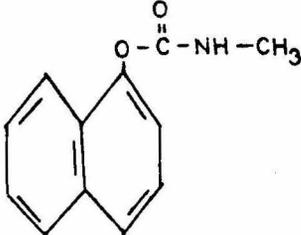
3.6. Bioensayos .

El método de exposición al tóxico fué el de aplicación localizada , en el cual con una jeringa controlada por un micrómetro se deposita un microlitro de acetona con una cantidad de tóxico conocida , en el pronoto de las larvas .

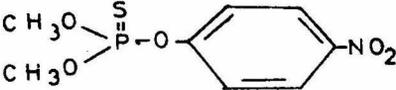
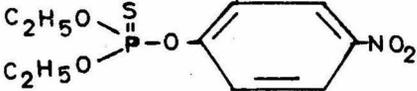
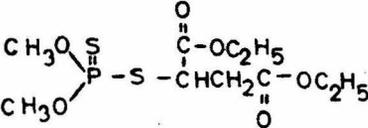
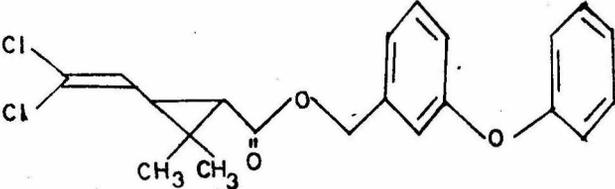
En el presente trabajo se utilizó un microaplicador (fabricado en Chapingo Edo. de México) y una microjeringa Hamilton . El microaplicador consta de un tornillo micrométrico graduado , que permite liberar un microlitro en cada graduación .

Se utilizaron larvas de tercer y cuarto instar , con peso de 30 a 50 mg , pertenecientes a la F_2 y F_3 de laboratorio .

Cuadro 7. Insecticidas empleados; nombre común , estructura química y grupo toxicológico al que pertenecen .

Insecticida	Estructura química	Grupo toxicológico
D D T		OC-DDT
Endrín		OC-Cd
Carbaril		CC-MM

Continuación Cuadro 7.

Insecticida	Estructura química	Grupo toxicológico
Paratión metílico		FC-SM
Paratión etílico		FC-SE
Malatión		F-CX
Permetrina		PIRT

Los insecticidas se diluyeron con acetona para obtener - soluciones al 1 % , 0.1 % , 0.01 % , 0.001 % , 0.0001% y 0.00001 % , con las que se determinó inicialmente el rango de respuesta de 0 % a 100 % de mortalidad (ventana de - respuesta biológica) , para cada uno de los insecticidas . Posteriormente se incluyeron dosis intermedias entre el rango anteriormente establecido . Para cada insecticida se usaron - ocho dosis mínimo y el grupo testigo . Para cada dosis se utilizaron 10 larvas y se hicieron 5 repeticiones en diferen - tes días . Las larvas después de ser tratadas se mantuvieron en vasitos con dieta . La mortalidad se cuantifico 24 horas después de la aplicación del, insecticida .

3.7. Procesamiento estadístico de la información .

La mortalidad ajena al efecto del tóxico , que fué regis - trada en el testigo , se corrigio mediante la formula de -- Abbot (1925) .

$$\% MC = \frac{Y - X}{100 - X} 100$$

% MC = porcentaje de mortalidad corregida

Y = porcentaje de mortalidad en el tratamiento

X = porcentaje de mortalidad en el testigo

La información obtenida de los bioensayos se procesó en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados Chapingo, utilizando el programa Probit (Finney 1977, Said y Calderón 1980).

Se obtuvieron los valores de la ecuación de regresión

$$Y = a + b x$$

En donde :

Y = mortalidad en valores probit

a = ordenada del origen

b = pendiente o coeficiente de regresión

x = logaritmo de la dosis

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Respuesta a los insecticidas usados .

Los valores obtenidos para las DL_{50} y DL_{90} se presentan en el Cuadro 8. El orden de mayor a menor toxicidad de los insecticidas es el siguiente: permetrina 0.129 , endrín 0.829 , paratión etílico 3.49 , carbaril 5.71 , paratión metílico 13.4 , malatión 53.6 y DDT 132.6 ug/g de larva .

En el Cuadro 9 se muestra la toxicidad relativa de cada insecticida en relación al DDT , que fué el menos tóxico (a este se le asigno el valor de 1) . Comparando la toxicidad de los siete insecticidas se encontro que: la permetrina fué 1027 , 415 , 104 , 44.2 , 27 y 6.4 veces más tóxica que el DDT , malatión , paratión metílico , carbaril , paratión etílico y endrín respectivamente .

Endrín fué 160 , 64.6 , 16 , 6.8 y 4.2 veces más tóxico que el DDT , malatión , paratión metílico , carbaril y paratión etílico respectivamente.

El paratión etílico fué 37.8 , 15.3 , 3.8 y 1.6 veces más tóxico que DDT , malatión , paratión metílico y carbaril respectivamente.

Carbaril fué 23.2 , 9.4 y 2.3 veces más tóxico que el DDT , malatión y paratión metílico respectivamente .

Paratión metílico fué 9.8 veces más tóxico que DDT y 4 veces más que el malatión.

Malatión fué 2.4 veces más tóxico que el DDT , siendo este último el menos tóxico de los siete insecticidas empleados.

Cuadro 3. Valores de las DL_{50} y DL_{90} de siete insecticidas para Pseudaletia unipuncta (Haw.) . Con sus respectivos límites fiduciales.

Insecticida	DL_{50} (ug/g de larva)	DL_{90} (ug/g de larva)
Permetrina	0.129 (0.104 - 0.160)*	0.503
Endrín	0.829 (0.184 - 2.07)	2.15
Paratión etílico	3.49 (2.96 - 4.23)	8.25
Carbaril	5.71 (2.75 - 14.6)	39.5
Paratión metílico	13.4 (7.16 - 37.8)	65.1
Malatión	53.6 (46.5 - 69.2)	95.5
DDT	132.6 (31.6 - 923.1)	787.8

* Límites fiduciales al 95% .

Cuadro 9. Toxicidad Relativa de siete insecticidas , para larvas de Pseudaletia unipuncta
(Haw.) .

Insecticida	Toxicidad Relativa *						
	DDT	Malatión	P. metílico	Carbaril	P. etílico	Endrín	Permetrina
DDT	1	-	-	-	-	-	-
Malatión	2.4	1	-	-	-	-	-
Paratión metílico	9.8	4	1	-	-	-	-
Carbaril	23.2	9.4	2.3	1	-	-	-
Paratión etílico	37.8	15.3	3.8	1.6	1	-	-
Endrín	160	64.6	16	6.8	4.2	1	-
Permetrina	1027	415	104	44.2	27	6.4	1

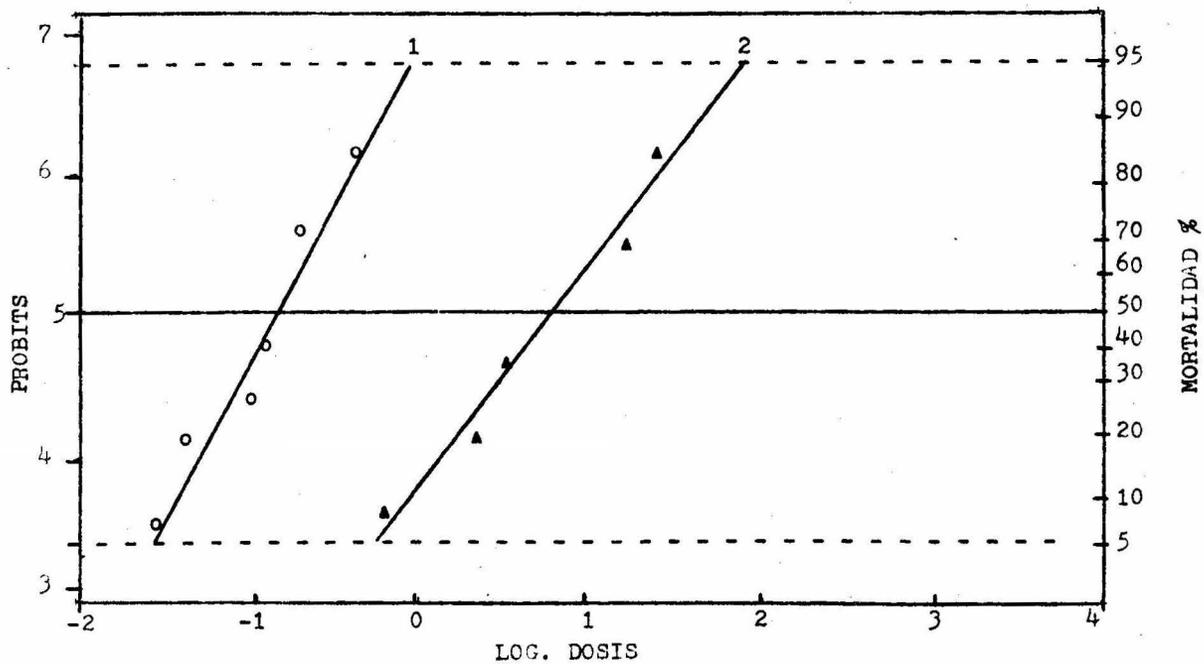
* Resultados de dividir las DL_{50} del insecticida menos tóxico sobre la DL_{50} de cada uno de los demas insecticidas .

En la Figura 2 se muestran las líneas de respuesta logaritmo-Probit de la permetrina y carbaril. Las pendientes de las líneas de regresión indican el grado de uniformidad de la respuesta; mientras mayor sea el valor de la pendiente o coeficiente de regresión, menor será el grado de inclinación de la línea y por lo tanto mayor será la uniformidad de la respuesta. En esta figura se observa que la respuesta a la permetrina fue más homogénea que la obtenida para carbaril; con valor del coeficiente de regresión de 2.17 para la permetrina y 1.58 para el carbaril.

La posición de la línea de regresión de la permetrina indica que esta es más tóxica que el carbaril, pues sólo se necesitaron 0.129 ug/g de larva para producir el 50% de mortalidad, en cambio se necesitaron 5.71 ug/g de larva de carbaril para producir la misma mortalidad.

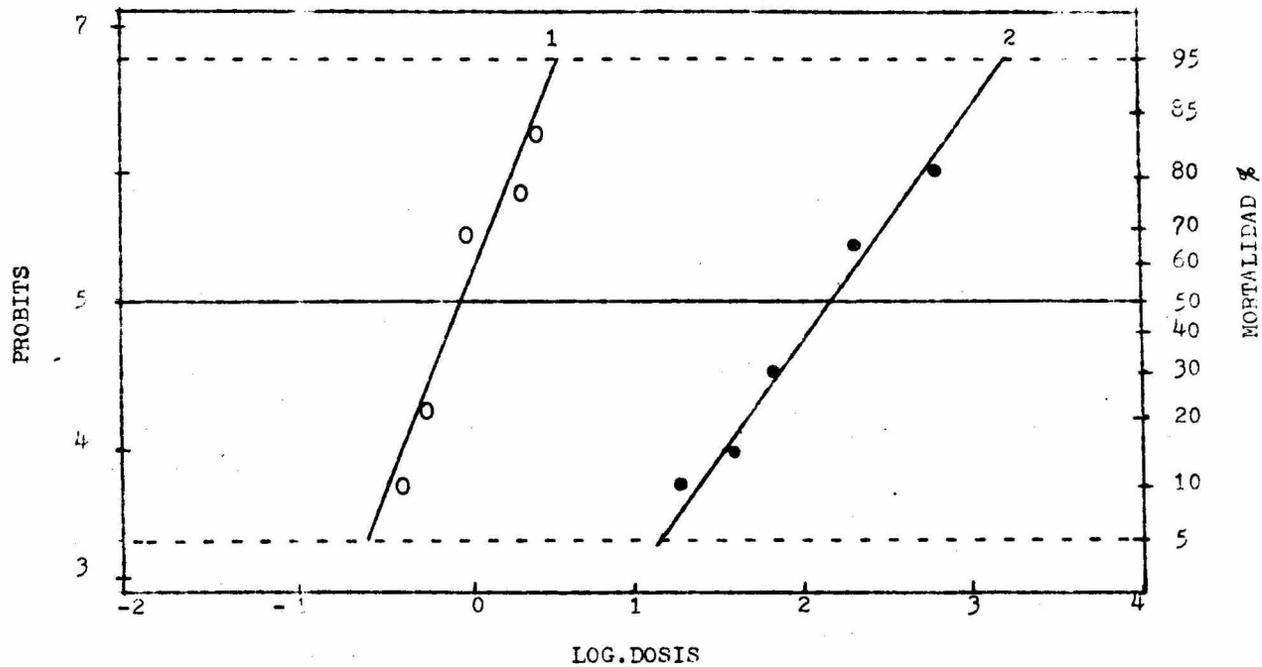
En la figura 3, se presentan las líneas de respuesta logaritmo-Probit de dos insecticidas organoclorados; endrín y DDT. La respuesta más homogénea corresponde al endrín, con 3.35 (coeficiente de regresión) y la más heterogénea al DDT con coeficiente de regresión de 1.65.

La posición de las líneas de regresión indica que el endrín es más tóxico que el DDT, ya que del primero sólo se necesitaron 0.829 ug/g de larva, para producir el 50% de mortalidad en la población tratada y para el caso del DDT fueron necesarios 132.6 ug/g de larva para producir la misma mortalidad.



1 (o) Permetrina , 2 (▲) Carbaril .

Figura 2. Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de Pseudaletia unipuncta (Haw.) a dos insecticidas; un piretroide y un carbamato.



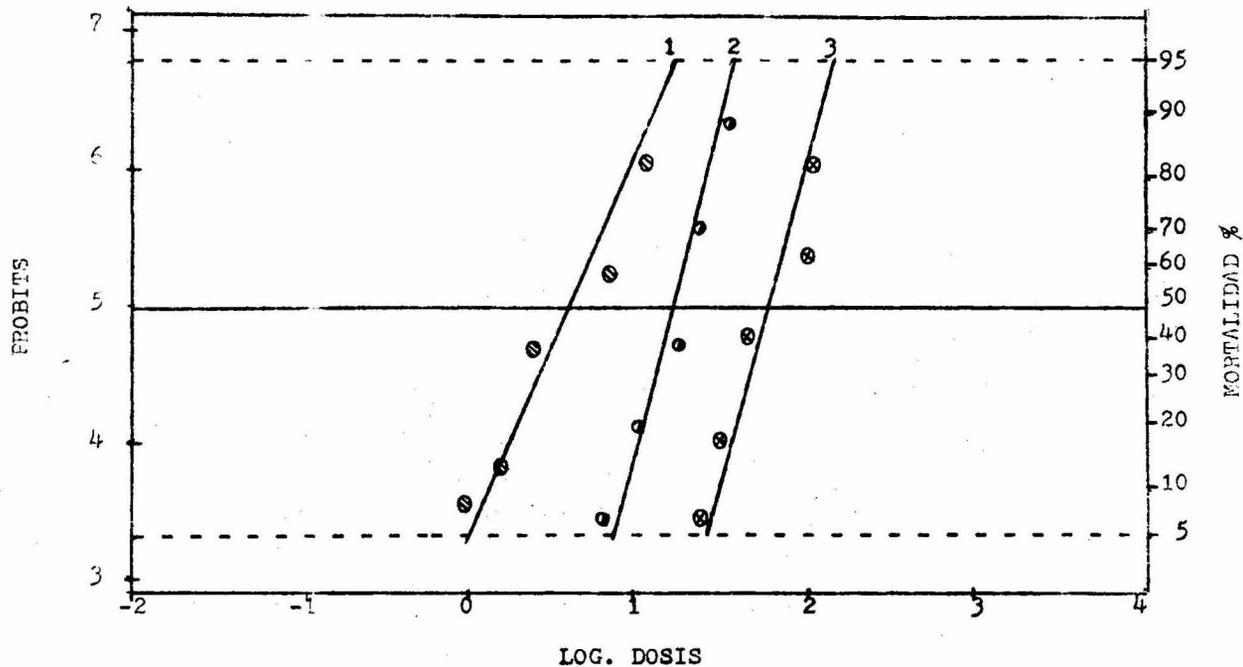
1 (O) Endrín , 2 (●) DDT .

Figura 3. Líneas de respuesta log.dosis- probit de larvas de Pseudaletia unipuncta (Haw.) a dos insecticidas organoclorados.

En la Figura 4 se presentan las líneas de respuesta logaritmo--Probit de tres insecticidas organofosforados ; paratión etílico , paratión metílico y malatión . El grado de inclinación de la línea de respuesta del paratión etílico denota menor homogeneidad , que las líneas del paratión metílico y malatión , que presentaron mayor homogeneidad en su respuesta. Los valores del coeficiente de regresión para el paratión metílico (4.69) y malatión (5.12) son mayores que el del paratión etílico (3.43), de lo cual se desprende que las respuestas de los dos primeros sean más homogéneas que la del P. etílico .

La posición de las líneas de respuesta indica que el paratión etílico es más tóxico que el paratión metílico y este a su vez es más tóxico que el malatión .

En el Cuadro 10 se muestran los valores del coeficiente de re--gresión de cada una de las líneas de respuesta a los insecticidas . Los valores más altos del coeficiente de regresión se obtuvieron para malatión y paratión metílico , presentando estos las respuestas más homogéneas . Endrín y paratión etílico presentaron valores - muy similares . La permetrina presentó un valor menor a los dos anteriores , lo cual indica menor homogeneidad en la respuesta . Por último los valores más bajos del coeficiente de regresión corresponden al DDT y carbaril , que presentaron las respuestas más hetero-geneas de los siete insecticidas empleados .



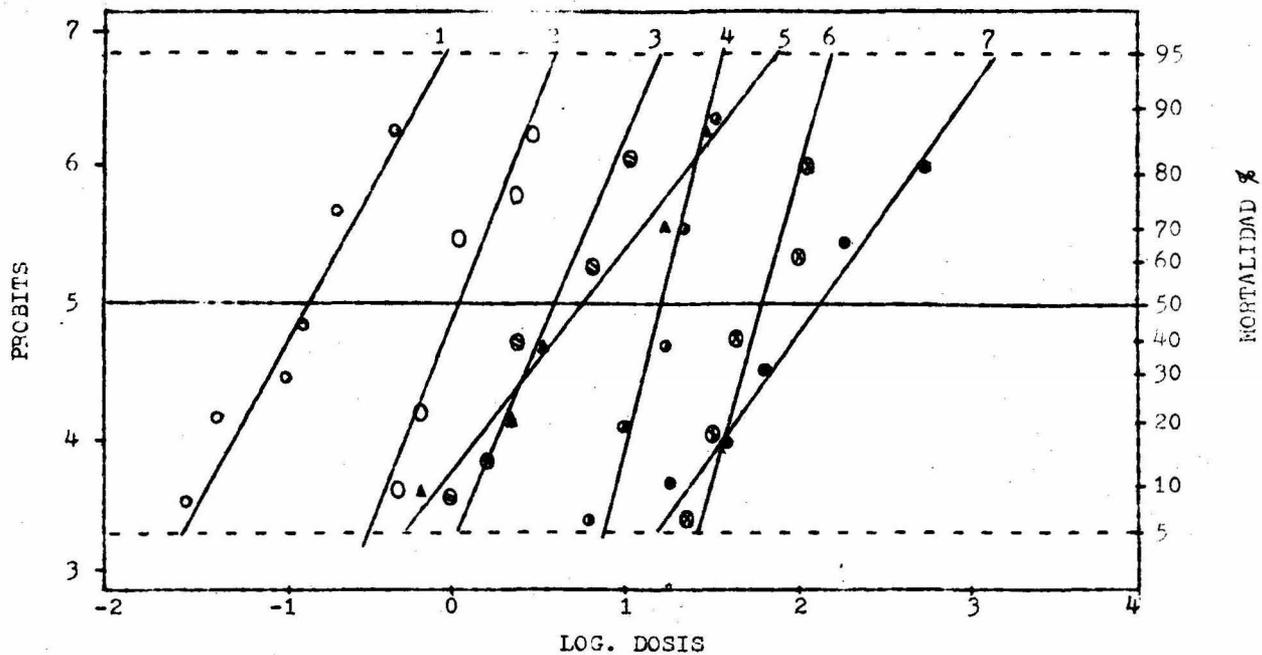
1 (⊖) P. etílico , 2 (●) P. metílico , 3 (⊙) Malatión .

Figura 4. Líneas de respuesta logaritmo dosis-probit de larvas de Pseudaletia unipuncta (Haw.) a tres insecticidas organofosforados.

Cuadro 10. Coeficiente y ecuación de Regresión para los siete insecticidas utilizados .

Insecticida	Coeficiente de Regresión .	Ecuación de Regresión .
Carbaril	1.58	$Y = 3.87 + 1.58 X$
DDT	1.65	$Y = 1.48 + 1.65 X$
Permetrina	2.17	$Y = 6.93 + 2.17 X$
Endrín	3.35	$Y = 5.16 + 3.35 X$
Paratión etílico	3.43	$Y = 3.13 + 3.43 X$
Paratión metílico	4.69	$Y = -0.29 + 4.69 X$
Malatión	5.12	$Y = -3.86 + 5.12 X$

En la Figura 5 se muestran las líneas de respuesta de los siete insecticidas probados. En esta se observa que de acuerdo a la posición de la línea de la permetrina, ésta es la más tóxica (línea número 1). En orden decreciente de toxicidad de siguen el endrín (núm. 2) ; paratión etílico (núm.3) ; carbaril (núm.5) ; paratión metílico (núm.4) ; malatión (núm.6) y por último el DDT (núm.7) . De acuerdo con los límites fiduciales para cada una de las líneas (ver Cuadro 7) podemos observar que la toxicidad del paratión etílico es similar a la del carbaril y la de éste es similar a la de paratión metílico ; debido al traslape de sus límites fiduciales . La toxicidad del malatión y DDT es similar ya que sus límites fiduciales también se traslapan .



1 (○) Permetrina , 2 (○) Endrín , 3 (⊙) P. etílico, 4 (●) P. metílico ,
 5 (▲) Carbaril , 6 (⊙) Malatión , 7 (●) DDT .

Figura 5. Líneas de respuesta log.dosis-probit de larvas de *Pseudaletia unipuncta*
 (Haw.) a siete insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.

4.2. Susceptibilidad de la colonia a los insecticidas empleados .

Una de las formas de estimar si una población es susceptible ó ha desarrollado resistencia a insecticidas , es compara las DI_{50} de uan población susceptible , con las DI_{50} de la colonia en estudio . Esta comparación debe hacerse con la misma especie , el mismo insecticida y el mismo método de bioensayo .

Para el caso de Pseudaletia unipuncta , no se cuenta con patrones de comparación , por lo que se decidió utilizar a otro noctuido, Heliothis zea , del que existe información en México.

De cauerdo con Bujanos (1983) , la colonia de Heliothis zea del sur de Tamaulipas es susceptible a permetrina , paratión metílico , paratión etílico , endrín , carbaril , DDT y malatión .

Por comparación de los valores de las DI_{50} obtenidas para ---- Pseudaletia unipuncta y los datos reportados por Bujanos (1983) para Heliothis zea (ver Cuadro 11) se detrimino lo siguiente:

Los valores de las DI_{50} de Pseudaletia unipuncta para permetrina , endrín , paratión etílico , carbaril , malatión y DDT , son - significativamente menores que las DI_{50} de Heliothis zea para los mismos insecticidas . El paratión metílico es igualmente tóxico para ambas colonias y se traslapan sus limites fiduciales. Ninguno de los

siete insecticidas resulto ser mehos tóxico para Pseudaletia -----
unipuncta ; por lo tanto la población utilizada en este trabajo ,
se **considera** susceptible a los insecticidas empleados y la infor-
mación obtenida puede proponerse como línea base de comparación pa-
ra posteriores estudios de resistencia en gusano soldado Pseudaletia
unipuncta.

Cuadro 11. Valores de las Dl_{50} para Pseudaletia unipuncta (Haw.) y comparación con los respectivos valores de la población susceptible de Heliothis zea (Boddie).

Insecticida	Dl_{50}^* (ug/g de larva)	Dl_{50}^{**} (ug/g de larva)	Comparación con <u>Heliothis zea</u> ***
Permetrina	0.129 (0.104 - 0.160)	1.7 (1.5 - 2.0)	0.07X
Endrín	0.829 (0.004 - 2.07)	51.8(38.2 - 71.5)	0.16X
Paratión etílico	3.49 (2.96 - 4.23)	37.3(2.8 - 514.3)	0.09X
Carbaril	5.71 (2.75 - 14.6)	112.2(78.2 - 165.5)	0.05X
Paratión metílico	13.4 (7.16 - 57.8)	10.4 (7.9 - 13.6)	1.2X
Malatión	53.6 (46.5 - 69.2)	522 (380 - 830)	0.1X
DDT	132.6(31.6 - 923.1)	340.9(245 - 478)	0.3X

* Dl_{50} de Pseudaletia unipuncta con sus respectivos limites fiduciales.

** Dl_{50} de Heliothis zea con sus respectivos limites fiduciales

***Resultados de dividir las Dl_{50} de P. unipuncta sobre las Dl_{50} de H. zea .

5. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1.- De los siete insecticidas utilizados el más tóxico fué la -
permetrina con DL_{50} de 0.129 ug/g de larva ; seguido en orden
decreciente por endrín , 0.829 ; paratión etílico , 3.49 ; car-
baril, 5.71 ; paratión metílico , 13.4 ; malatión , 53.6 ; y
DDT con 132.6 ug/g de larva .

2.- La permetrina fué 1027 , 415 , 104 , 44.2 , 27 y 6.4 ve-
ces más tóxica que el DDT , malatión , paratión metílico , car-
baril , paratión etílico y endrín respectivamente .

3.- La respuesta más homogénea, de la población al insecticida
aplicado , fué para malatión , seguido en orden decreciente por
paratión metílico , paratión etílico , endrín , permetrina , -
DDT y carbaril . Los dos últimos presentaron mayor heterogenei-
dad .

4.- La población utilizada se considera susceptible a los inse-
cticidas empleados , por lo tanto esta información se propone co-
mo línea base de comparación , para posteriores estudios de re-
sistencia en gusano soldado Pseudaletia unipuncta.

6. LITERATURA REVISADA.

- Abbot, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of the insecticide . J.E.E. 18:256-267.
- Anónimo. 1964. Agricultura química . Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas . 6 (15):8-10.
- Anónimo. 1969. Guía para la asistencia técnica agrícola en la zona del influencia del centro de investigación agrícola del Bajío (CIAB). INIA SAG. 200p.
- Anónimo. 1977. Fitófilo. DGSA SARH. Año XXX. Núm 73. 163 p.
- Anónimo. 1980a. Principales plagas del maíz. Dirección General de Sanidad Vegetal. sin número.
- Anónimo. 1980b. Principales plagas del trigo. Dirección General de Sanidad Vegetal. sin número.
- Anónimo. 1980c. Principales plagas del sorgo. Dirección General de Sanidad Vegetal . sin número.
- Anónimo. 1980d. Principales plagas de la cebada. Dirección General de Sanidad Vegetal. sin número.

Anónimo. 1980e. Adelantos de investigación en el sur de Sonora; campo agrícola experimental del Valle del Yaqui. CIANO. 60p.

Anónimo. 1983. El cultivo de la cebada maltera de temporal. Impulsora Agrícola S.A. INIA . 68p.

Balasubramanian, G. 1973. Efficacy of modern synthetic insecticides in the control of cutworm on wheat. Madras Agricultural Journal. 60 (7):579-583.

Barbulescu, A. 1975. Test of different insecticides in control of the larvae of Cirphis unipuncta (Haw.). Journal of Agricultural. 40:213-219.

Bhimanwawa, R.M. 1979. Relative efficacy of some organosynthetic insecticides against important pest of hybrid sorghum (SH-1). Indian Journal of Agricultural Sciences. 5 (4):81-85.

Brazzel, J.R. 1963. Resistance to DDT in Heliothis virescens . J.E.E. 56(5):571-574.

Brazzel, J.R. 1964. Resistance to DDT in Heliothis zea. J.E.E. 57(4):455-457.

- Bujanos, M.R. 1983. Susceptibilidad a insecticidas en Heliothis spp (Lepidoptera: Noctuidae) del sur de Tamaulipas. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados Chapingo. México.
- Calkins, C.O. 1976. Apanteles militaris (Hymenoptera: Braconidae) Biology and rearing. Environ Entomol. 5(1):147-150.
- Carreon, Z.M. 1975. Heliothis subflexa; Avances sobre taxonomía, biología y toxicología. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. México.
- Cobb, P.P. and Bass, M.H. 1975. Beet armyworm: Dosage mortality - studies on California and Florida strains. J.E.E. 68 (6):813-814.
- Davis, J.W.; Harding, J.A. and Wolfenbarger, D.A. 1975. Activity of synthetic pyrethroid against cotton insects. J.E.E. 68(3):370-374.
- Domínguez, R.Y. 1972. Fluctuación de poblaciones de insectos perjudiciales, determinada por medio de trampa de luz en las Adjuntas Tamps. Folia Entomológica Mexicana. No.19.

- El-Guindy, M.A.; Refae, A.A. and El-Sattar, M.M.A. 1979. Joint action of several insecticides against the boll-worm Heliothis armigera Hubn. International Pest Control. 21(4):88-90.
- Finney, D.J. 1977. Probit analysis. Cambridge Univ. Press. 333p.
- Gonzalez, B.F. 1969. Biología y Control del gusano soldado --- Pseudaletia unipuncta Haw. en el Bajío. Tesis de Ingeniero Agronomo. Chapingo. México.
- Granados, P.G. 1971. Cría de insectos en dietas artificiales. Publicación especial sin número. CIMMYT. México.
- Harris, C.R. Laboratory and field studies on the effectiveness of some insecticides in controlling the armyworm. J.E.E. 68(4):513-516.
- Kanakov, V.A. 1974. The cutworm in the Khabarovsk territory . Zashita Bastenl. 43(3):130-132.
- Kain, W.M. 1968. Control the army caterpillar Pseudaletia ----- separata . Proc. 21st New Zeland and Pest Control. -- 202-208.
- Lagunes, T.A. y J. Rosas. 1971. Fluctuación regional de algunos insectos, determinada por medio de lamparas trampa en el norte de Tamaulipas. Dep. de Entomología; Informe 1º semestre INIA SAG. México. p 3-12.

- Lagunes, T.A. 1984. Rotas del curso de Toxicología y manejo de insecticidas, impartido al Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo . No publicado.
- Legorreta, X. 1978. Dinámica poblacional de la familia Noctuidae y las especies: Agrotis malefida (Guenee) , Pseudaletia unipuncta (Haw.) , Spodoptera frugiperda (Smith) y Heliothis zea (Boddie). Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo . México.
- Leon, V.O.A. 1969. Bioensayo de varias mezclas de insecticidas en aplicación tópica sobre Heliothis zea (Boddie). Tesis profesional . Instituto Tecnológico y de Estudios superiores Monterrey N.L.
- Meinke, L.J. and G.W. Ware. 1978. Tolerance of three beet armyworm strains in Arizona to metomyl. J.E.E. 66(3): 735-738.
- Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1975. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Trad. Ing. Alonso Blackaller . Continental. México.
- Musick, G.J. and P.T. Suttle. 1973. Supresion of armyworm ---- (Pseudaletia unipuncta Haw.) damage to no-tillage corn, with granular carbofuran. J.E.E. 66(3):735-738.

- Nemec, S.J. and P.L. Adkisson. 1969. Laboratory test of insecticides for bollworm, tobacco budworm and bollweevil control. Tex Agr Exp Sta Dept. Entomol. Tech Rev. 20:18-25.
- Polanco, S. 1972. Acción de seis insecticidas y varias mezclas de ellos sobre Helicoverpa zea (Boddie) y Heliothis virescens (Fabricius). Tesis de Maestría en Ciencias. ITESM. Monterrey N.L. México.
- Radisson, A. et J.M. Masson. 1974. Tachinaires de Basse Provence et leurs hotes. Bulletin de la Societé Entomologique de France. 79:109-112.
- Rodríguez, D.Y. y Armenta, C.S. 1972. Fluctuación de poblaciones de insectos perjudiciales determinada por medio de trampas de luz en las Adjuntas Tamps. Folia Entomológica Mexicana. No. 18.
- Rodríguez, M.J.C. 1982. División de los insecticidas y acaricidas de acuerdo a grupos toxicológicos; una base para sumanejo racional. Tesis profesional. Dept. de Parasitología Agrícola. Universidad Autonoma de Chapingo. México.
- Said, I.G. y L.C. Calderón. 1980. Manual de análisis probit. Colegio de Postgraduados Centro de Estadística y Calculo. México. 107p.

- Sánchez, A.H. 1983. DL_{50} para diez insecticidas de grupos toxicológicos diferentes en gusano cogollero del maíz -- (Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptera:Noctuidae)). Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura -- Chapingo. México.
- Somerville, H.J. and Tanada Y. 1970. Lethal effect of purified spore and crystalline endotoxin preparation of -- Bacillus thuringiensis on several lepidopterus insects. J. Inv Phat. 16(2):214-248.
- Sparks, T.C. 1981. Development of insecticide resistance in -- Heliothis virescens and Heliothis zea in north america. Bull Entomol Soc Am. 27:186-192.
- Twine, P.H. and Reynolds, H.T. 1980. Relative susceptibility and resistance of tobacco budworm to methyl parathion and synthetic pyrethroids in southern California, J.E.E. 73 (2):239-242.
- Vaissayre, M. and Renou. 1978. Determination of the DL_{50} of -- some pyrethroids against Heliothis armigera Hhn. cotton and fibres tropicales. J.E.E. 33(2):309-311.
- Vargas, L.J. 1980. Protección de la sementera de sorgo granífero en la región semiarida y subhúmeda pampeana. Boletín de divulgación técnica: Estación Experimental Regional Agropecuaria Anguil la Pampa Argentina. No. 19.

- Witting, G. 1967. Effect of heat-stable Bacillus thuringiensis toxin on armyworms. *J. Inv. Phat.* 9(1):1-2.
- Wolfenbarger, D.A. and Lowry, L. 1969. Toxicity of DDT and related compounds to certain lepidopterans cotton insects. *J.E.E.* 62(2):423-435.
- Wolfenbarger, D.A. and Garr, R.L. 1971. Toxicity of methyl parathion, ethyl parathion and monocrotophos applied topically to populations of lepidopterans pest of cotton. *J.E.E.* 63(6):1762-1764.
- Wolfenbarger, D.A.; M.J. Lekefahr and H.M. Graham. 1973. LD₅₀ values of methyl parathion and endrin to tobacco budworms and hypothesis on the spread of resistance in these lepidopteran to these insecticides. *J.E.E.* 66(1):211-216.

7. A P E N D I C E .

Cuadro 12. Ingredientes de la dieta artificial para la cría
de Pseudaletia unipuncta.

Ingredientes	Cantidad
Frijol de soya molido	500g
Levadura de cerveza	400g
Maíz opaco molido	960g
Germen de trigo	20g
Agar	120g
Acido ascórbico	40g
Acido sórbico	12.5g
Acido metil p-hidroxibenzoico	25g
Cloruro de colina	20g
Formaldehido 40%	25ml
Alcohol	60ml
Vitaminas (Cluvisol _R)	50ml
Agua	10lt

Procedimiento para preparar 10 litros de dieta artificial.

- 1.- Disolver el agar en 5 lts de agua y calentar hasta que hierva. Después se deja enfriar durante 15 min.
- 2.- Mezclar en 4 lts de agua , la soya , levadura , maíz opaco y germen de trigo.
- 3.- El ácido sórbico debe disolverse en los 60 ml de alcohol etílico absoluto; para esto se mezclan en un matras y se calienta ligeramente hasta su completa disolución.
- 4.-El agar disuelto se agrega a la segunda mezcla y se adicionan también los demás ingredientes , con excepción de las vitaminas , ya que estas se agregan cuando la temperatura baje a menos de 40 °C.
- 5.- Con el litro de agua que falta se enjuagan los recipientes que se usaron para medir los ingredientes y se adiciona a la mezcla.
- 6.- Se vierte la mezcla en recipientes y se deja que solidifique.
- 7.-Cuando la dieta se ha solidificado se guarda en refrigeración.