

8 2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores  
"Cuautitlán"



V N A M

“COMPARACION DE DOS INSECTICIDAS BIOLOGICOS (THURICIDE HP Y JAVELIN WG), A BASE DE *Bacillus thuringiensis*, PARA EL CONTROL DEL GUSANO RAYADO DE LA COL *Leptophobia aripa*, EN EL RANCHO ALMARAZ DE LA FES-CUAUTITLAN, EDO. DE MEX.

## T E S I S

Que para obtener el título de:  
INGENIERA AGRICOLA  
P r e s e n t a n :

**Ma. del Socorro Calderón Lugo**  
**Ana María Ontiveros Espinosa**

Director de Tesis: Ing. José Leonides Sánchez González

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1990

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## C O N T E N I D O

	Página
I.- INTRODUCCION .....	1
II.- OBJETIVOS .....	3
III.- HIPOTESIS .....	3
IV.- REVISION DE LITERATURA .....	4
5.1. EL CULTIVO DE LA COL .....	4
5.1.1. Origen e importancia .....	4
5.1.2. Clasificación taxonómica .....	5
5.1.3. Etapas fenológicas.....	5
5.1.4. Características botánicas.....	6
5.1.5. Requerimientos ambientales.....	7
5.1.6. Prácticas de cultivo.....	8
5.1.7. Plagas y su control.....	10
5.1.8. Cosecha.....	11
5.2. GUSANO RAYADO DE LA COL.....	12
5.2.1. Clasificación taxonómica.....	12
5.2.2. Descripción y biología.....	12
5.2.3. Tipo de daño y plantas atacadas.....	16
5.2.4. Distribución.....	16
5.2.5. Época de vuelo.....	16
5.2.6. Control.....	16
5.3. <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	19
5.3.1. Antecedentes históricos.....	19
5.3.2. Clasificación y variedades.....	21
5.3.3. Descripción.....	25
5.3.4. Toxinas que produce <i>B. thuringiensis</i> .....	33

	Página
5.3.5. Modo de acción.....	35
5.3.6. <i>B. thuringiensis</i> como insecticida.....	37
V.- MATERIALES Y METODOS	
6.1. UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO DEL EXPERIMENTO.....	45
6.2. METODOLOGIA DEL EXPERIMENTO.....	46
6.2.1. Preparación del terreno.....	46
6.2.2. Diseño experimental.....	46
6.2.3. Establecimiento del experimento.....	49
6.2.4. Observaciones de campo y registro de datos..	51
6.2.5. Análisis estadístico.....	53
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	54
VII.- CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFIA.....	74

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Productos químicos recomendados para controlar plagas de la col.	10
2.	Productos recomendados para el control químico del gusano rayado de la col <i>Leptophobia aripa</i> .	18
3.	Clasificación de cepas de <i>Bacillus thuringiensis</i> de acuerdo con el serotipo H.	23
4.	Productos comerciales a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> .	39
5.	Reportes sobre el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> en el control de insectos nocivos.	42
6.	Calendarización de los muestreos y aplicaciones de los bioinsecticidas del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989.	52
7.	Promedio de larvas vivas de <i>Leptophobia aripa</i> cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de la col, en el rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán.	55
8.	Promedio de larvas vivas de <i>Copitarsia spp.</i> cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de la col, en el rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán.	56
9.	Promedio de larvas vivas de <i>Heliothis spp.</i> , cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de la col, en el rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán.	57

10. Promedio de larvas vivas de *Trichoplusia ni* cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de la col, en el rancho Almaráz de la FES-Cuautitlán. 58
11. Análisis de varianza para *Leptophobia ariapa*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas, Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán. 59
12. Análisis de varianza para *Copitarsia spp.*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas, Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán. 60
13. Análisis de varianza para *Heliothis spp.*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas, Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán. 60
14. Análisis de varianza para *Trichoplusia ni*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas, Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán. 61
15. Comparación de medias de larvas vivas de *Leptophobia ariapa*. (DMS). 62
16. Comparación de medias de larvas vivas de *Copitarsia spp.* (DMS). 65
17. Temperatura y precipitación durante el ciclo de cultivo del estudio de comparación de Thuricide y Javelin en rancho Almaráz de la FES-Cuautitlán 1989. 71

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Fluctuación de la población de <i>Leptaphobia aripa</i> Boisd., durante el ciclo Primavera-Verano, 1985 (14/Jul al 7/Sep), en la FES-C. México, en el cultivo de la col.	17
2.	Célula vegetativo de <i>B. thuringiensis</i> mostrando los mesosomas (M) y el septo divisor (SD). b. Se hace continua la pared celular con el septo, los mesosomas son localizados en la periferis de la célula. c. Celula vegetativa desarrollada mostrando el núcleo (N) y mesosomas (M).	27
3.	Secuencia del desarrollo de la espora de <i>B. thuringiensis</i> , var. <i>Kurstaki</i> . 1. Material nuclear (N). Filamento axial (AF). 2. Septo preesporal (SP). Plasma membrananar (PM). 3. Inclusión ovoide (LO). Cristal paraesporal (CF) 4. Pared primordial (PW). Núcleo de la espora (NS). Exosporium (E). Espora madura dentro del exosporium (S).	30
4.	Secuencia de la germinación de la espora y crecimiento exterior de <i>B. thuringiensis</i> , var. <i>Kurstaki</i> . Espora (S). Núcleo (N). Pared celular primordial (PW). Exosporium (E). Pared celular (PC). Septo divisor (SD). Núcleo de la célula desarrollada (ND).	32
5.	Croquis de la parcela, mostrando la colocación de los tratamientos y sus repeticiones.	47
6.	Promedio de larvas vivas de <i>L. aripa</i> , en el cultivo de la col. En el eje de la "X" se muestran los tratamientos y en el "Y" el número de individuos.	69

7. Comportamiento de tres especies, de lepidopteros en el cultivo de la col. En el eje de las "X" se indican los tratamientos y en el "Y" el número de individuos. Las barras "rayadas" muestran el comportamiento de *Copitarsia spp*, las "blancas" *Heliothis spp* y las "oscureas" a *Trichoplusia ni*.



## I. INTRODUCCION

La agricultura en la actualidad con sus enormes extensiones dedicadas al monocultivo ofrece condiciones óptimas para el desarrollo y diseminación de insectos destructivos , generando daños económicos para el hombre. El control de estos insectos se ha llevado a cabo, principalmente en este siglo por métodos químicos , aunque de forma irracional , tema que ha sido estudiado en forma muy amplia por los efectos negativos que ha provocado. El exeso de dependencia de los plaguicidas , particularmente en sistemas de cultivo intensivo, han dado lugar a considerables problemas , entre ellos, el desarrollo de insectos resistentes a los productos químicos utilizados para su control, la destrucción de sus enemigos naturales, el aumento de las poblaciones de plagas secundarias.

La presencia de residuos indeseables y la preocupación del público por la contribución de éstos a la contaminación del ambiente, preocupación que se ha visto reflejada en recientes disposicodisposiciones oficiales que limitan o prohíben el empleo de determinados plaguicidas.

El empleo de los plaguicidas ya no resulta económico y se ha vuelto peligroso, especialmente en los casos que ya no es posible emplear insecticidas de mayor persistencia y toxicidad como el (DDT).

Estos son los motivos que han hecho necesario que se estudie la posibilidad de emplear otros métodos para controlar las plagas, como: El Mecánico, Cultural, Natural y Biológico, y como una conjugación de dos o mas técnicas, se utiliza el control integrado de plagas.

El control biológico, ha avanzado rápidamente, ya que persigue objetivos bien definidos, como son el combate de plagas sin provocar contaminación ambiental, disminución de los residuos tóxicos en las cosechas y proteger la fauna benéfica.

La mayor parte de los microorganismos capaces de provocar enfermedades en los insectos, no daña a otros animales o a las plantas. Esta es una de las características que impulsan la utilización de patógenos como agentes controladores de plagas. En la actualidad han sido encontrados diversos microorganismos entomopatógenos. De estos se encuentran especies de hongos, virus, protozoarios y bacterias. La bacteria mas utilizada es *Bacillus thuringiensis* Berliner, que ataca principalmente lepidópteros y dípteros, para la cual se avisa una utilización más activa dentro del control integrado de plagas.

## II. OBJETIVOS

- 1.- Comparar la efectividad de *Bacillus thuringiensis* de los bioinsecticidas Thuricide HP y Javelin WG, en una parcela de *Brassica oleracea* para el control del gusano rayado de la col *Leptophobia arifa*.
- 2.- Determinar el efecto de Thuricide HP y Javelin WG en otras especies de larvas de lepidópteros.

## III. HIPOTESIS

- 1.- Las plantas de *Brassica oleracea* tratadas con Thuricide HP y Javelin WG, presentan menos incidencia de larvas de *Leptophobia arifa*, que las que no son tratadas.
- 2.- Las plantas de col, tratadas con Javelin WG, presentan menos incidencia de larvas de lepidópteros, que las tratadas con Thuricide HP, a las mismas concentraciones.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1.- EL CULTIVO DE LA COL

#### 5.1.1.- ORIGEN E IMPORTANCIA

El origen de la col es muy antiguo, se tienen reportes de antes de la era cristiana; era muy apreciada y consumida por los romanos, celtas y germanos, atribuyéndoles cualidades curativas; por su fácil manejo, ha servido en diferentes épocas para atenuar los efectos desastrosos del hambre (Ramírez, 1988).

Es originaria de Europa, Centro Meridional, Del Asia Occidental y del Africa del Norte (Bolea, 1982).

Al descubrimiento de América, es traída por los holandeses y es sembrada por primera vez en las cercanías de Nueva York, de ahí se distribuyó por todo el continente (Ramírez, 1988).

La col es una verdura rica en proteínas, sales minerales y contiene una gran cantidad de vitamina C. El aprovechamiento principal es el consumo fresco de las hojas (repollo) (Valdez, 1986).

### 5.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino .....	Vegetal.
División.....	Embryophyta
Subdivisión .....	Angiospermae
Clase .....	Dicotyledoneae
Orden .....	Rohedales
Familia .....	Cruciferae
Subfamilia .....	Brassicaceae
Género .....	<i>Brassica</i>
Especie .....	<i>oleracea</i>
Variedad botánica .....	capitata.

(Sánchez, 1980).

### 5.1.3. ETAPAS FENOLÓGICAS

Existen tres periodos en el ciclo biológico de esta hortaliza:

1.- Fase de crecimiento de la planta y conformación de las hojas.

- Aparecen los cotiledones por encima de la superficie del suelo.

- Aparición de la primera hoja verdadera.

- Momento en que las siete u ocho hojas se tuercen y forman una roseta.

- Las hojas de la roseta giran hacia el centro y comienzan a formar el repollo.

- La cabeza del repollo alcanza el tamaño, forma y firmeza típicos de la variedad.

2.- Fase de iniciación de los primordios florales.

3.- Fase de crecimiento de los talamos florales, que finaliza con la formación de flores y semillas (Todorov, 1985).

#### 5.1.4. CARACTERISTICAS BOTANICAS

**SISTEMA RADICULAR.** La planta desarrolla un sistema radicular abundante, ramificado y superficial. Las raíces a medio desarrollo se extienden lateralmente, según Weaver y Bruner, la profundidad de algunas de ellas es de 1.5 m. y lateralmente alcanzan 1.05 m., la mayor parte de las raíces se encuentran en una profundidad de entre 5 y 30 cm., del suelo (Guenkov, 1987).

**TALLO.** Es relativamente corto, grueso y jugoso, su parte interior es leñosa, y de hecho solo sirve de sostén a la yema terminal o cabeza, presenta entrenudos cortos, el tallo se alarga y ramifica al segundo año, midiendo de 60 a 1.20 m.

**HOJA.** Las hojas son simples, alternas, arrosetadas y suculentas, el color varía desde el verde claro hasta intensamente violáceo. Las rosetas de las hojas pueden oscilar entre 50 cm. y 1.0 m. de diámetro (Guenkov, 1987).

**FLORES Y FRUTOS.** La inflorescencia es un racimo alargado o panícula, las flores individuales son perfectas con cuatro sépalos, cuatro pétalos blancos o amarillo pálido, seis estambres y un pistilo, la polinización se considera entomófila. El fruto es una silicua delgada, de color castaño rojizo (Limongelli, 1979).

### 5.1.5. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

**CLIMA Y TEMPERATURA.** La col es una planta que se desarrolla en la mayoría de los climas, pero los que más le favorecen para un mejor desarrollo, son los fríos, y húmedos, además otra característica importante es que resiste las fuertes heladas (Ramírez, 1988).

La temperatura óptima para que tenga un buen desarrollo, es entre 15 y 16 °C . El crecimiento de la planta a temperatura de 5 °C. no cesa, pero el desarrollo es lento y a los 30 °C son perjudiciales sobre todo si están acompañados de baja humedad del suelo y del aire (Guenkov.1980). Mientras que Cáceres, 1984 (citado por Ramírez, 1988), señala que la temperatura más propicia para un mejor crecimiento es de 15 a 18 °C.

Por lo que respecta a la luminosidad, son plantas de fotoperíodo de día largo, la intensidad lumínica es de medianamente exigente a exigente. Después de formadas las hojas, durante el período de formación se reduce (Guenkov, 1987).

**HUMEDAD.** Esta planta es exigente en cuanto a humedad del suelo, durante todo el ciclo vegetativo, especialmente en las primeras etapas del desarrollo. La humedad más propicia del suelo es de 80 a 90 % de la capacidad de campo (Guenkov, 1987).

**SUELOS.** Esta planta no es muy exigente en relación con el suelo, y puede ser cultivada con buen éxito sobre distintos tipos, desde

los ligeros hasta los más pesados, siempre que estén bien abonados con materia orgánica, que tengan buen drenaje y se les pueda proporcionar toda la humedad que sea necesaria. Prefiriendo sin embargo, los suelos de consistencia media, profundos y con gran contenido de materia orgánica (Ramírez, 1988, Guenkov, 1987).

El rango de pH del suelo donde se desarrolla la col varía desde 6.5 a 7.5. (Ramírez, 1988).

#### 5.1.6. PRACTICAS DE CULTIVO

**PREPARACION DEL TERRENO.** Se realiza de la misma manera que en el caso de los demás cultivos hortícolas. En suelos pesados es necesario realizar un barbecho, como primer paso para realizar la siembra, seguido de una cruz y tres pasos de rastra, una nivelación y posteriormente se realiza el surcado (Murillo, 1988).

**SIEMBRA.** Existen dos métodos de siembra:

a) Almacigo.

b) Siembra directa

a) Almacigos, la siembra se realiza, en hilera. La cantidad de semilla a utilizar es de 2 a 3 gr. por cada metro cuadrado de almacigo de donde nacerá de 600 a 1000 plantas, después de 30 a 35 días de emergidas y teniendo una altura de 15 a 20 cm. serán transplantadas al terreno definitivo (Murillo, 1988).



b) Siembra directa, se requiere de un terreno perfectamente preparado, utilizando una cantidad de semilla que va de 1.5 a 2 Kg./ha., con semilla que presente un 80 % o más de germinación, depositando de 6 a 8 semillas por golpe a una profundidad de 2 cm (Ramírez, 1988).

FERTILIZACION. La col es una planta que consume muchos nutrientes del suelo, especialmente Nitrógeno y Potasio. Se considera que son plantas muy exigentes y por lo tanto agotadoras del suelo. Para aplicar fertilizantes al cultivo se debe considerar la fertilidad natural del suelo, las necesidades de tipo nutricional que posee la planta, procediendo posteriormente a la aplicación del fertilizante adecuado (Castillo, 1977; Guenkov, 1987).

En México es difícil encontrar dosis para las diferentes regiones productoras, debido a su escasa investigación; pero se manejan dosis desde 80 hasta 160 Kg. de Nitrógeno y de 30 a 80 Kg. de Fosfato, aplicando todo el Fosfato y la mitad del Nitrógeno al momento de la siembra o transplante y la otra mitad del Nitrógeno 30 días después de la primera aplicación.

Las malezas se deben evitar los primeros 30 días después del transplante o germinación en el terreno definitivo. Se deben realizar aporques en las coles, para evitar la inclinación de la cabeza hacia el suelo (Limongelli, 1979).

### 5.1.7. PLAGAS Y SU CONTROL

La col es frecuentemente atacada por una gran variedad de insectos. Los más comunes son: Falso medidor *Trichoplusia ni*, pulgón de la col de la col *Brevicorine brassicae*, mariposita blanca de la col *Pteris rapae*, *Pteris protodice*, y pulga saltona *Phyllotreta spp.*, gusano del corazón de la col, *Copitarisia consuetata*, palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella*, chinche arlequín *Murgantia histrionica* y gusano soldado *Spodoptera exigua*.

Las plagas se pueden controlar con los productos que a continuación se mencionan (Lagunes, 1988).

Cuadro No 1. Productos químicos recomendados para controlar plagas de la col.

PLAGUICIDAS	GPO. TOXICOLOGICO
CARBARIL	CC-MM
AZINFOS METILICO	FH-SM
DISULFATON	FA-SE
MALATION	F-CX
METAMIDOFOS	FA-OM
OMETOATO	FA-OM
OXIDEMETON METILICO	FA-OM
PARATION ETILICO	FC-SE

(Lagunes, 1988).

En cuanto a enfermedades la más importante es la cenicilla vellosa de la col *Perenospora parasitica* (Pers.), la que puede prevenirse con Zineb y Maneb en dosis de 1 a 3 Kg./ha. En menor grado se presentan: mancha foliar *Alternaria brassicae* (Berk.) y *Mycosphaerella brassicicola* (Fr.), las que son controladas con los productos antes señalados (García, 1984).

#### 5.1.8. COSECHA

El indicador más adecuado para cosechar los repollos, es cuando las hojas exteriores de la cobertura estén extendidas y al presionar con los dedos, la cabeza este bien compacta, además se debe tomar en cuenta el tamaño de ésta, dependiendo de la variedad.

El corte se realiza debajo de la cabeza, dejando de dos a tres hojas envolventes, para evitar daños por el transporte (Guenkov, 1987)

## 5.2. GUSANO RAYADO DE LA COL

### 5.2.1. CLASIFICACION TAXONOMICA

El gusano rayado de la col pertenece al:

Reino .....	Animal
Phylum .....	Arthropoda
Subphylum .....	Uniramia (mandibulata)
Clase .....	Insecta (o hexápoda)
Suborden .....	Distrysia
Familia .....	Pieridae
Género .....	<i>Leptophobia</i> Butler
Especie .....	<i>aripa</i> (Boisduval)

(Hoffmann, 1940).

Otros nombres con los que puede ser encontrado este insecto son: *Pieris elodia* Boisid., *Leptophobia elodia* Butl y Ducre, *Pieris balidia* Boisid y *Pieris aripa* Boisid (Hoffmann, 1940 y Salinas y Briseño, 1981).

### 5.2.2. DESCRIPCION Y BIOLOGIA

La hembra oviposita en el envés o en el haz de las hojas más suculentas. Son puestos en grupos desde unos 4 o 5, hasta más de 100, aunque lo más común es de 40 a 50 huevos. Son alargados con forma de barril. El tamaño es de 1.18 mm. de largo y 0.51 mm. de diámetro. Al momento de ser ovopositados y durante poco tiempo

después, son de color amarillo brillante. El corión es transparente, por lo que el color aparente del huevo se debe al contenido embrionario. A medida que se desarrollan cambian esa coloración, tornándose en amarillo marrón y luego color amarillo ocre (Salinas y Briseño, 1981).

Las larvas son inicialmente gregarias, alimentándose una al lado de la otra, posteriormente los grupos se hacen menos densos. Para protegerse del sol, las larvas se ocultan durante el día en el envés de las hojas (Salinas y Briseño, 1981 y King y Saunders, 1984).

Este insecto atravieza por cinco estadios larvales, aumentando el tamaño de su cuerpo a medida que alcanza cada uno de ellos.

**PRIMER ESTADIO:** Al eclosionar las larvas, tienen un largo de unos 3.5 mm., su color es amarillo verdoso, muy claro. A medida que la larva comienza a comer el tejido vegetal, la coloración se hace mas verde. El cuerpo es cilindrico con el extremo abdominal no agudo. La cabeza es más ancha que el cuerpo.

**SEGUNDO ESTADIO:** Presenta una serie de estrias transversales en el dorso, formadas por ondulaciones de la piel, con coloración verde oscura en la parte cóncava o surco de cada ondulación. Estas marcas se hacen marrón rojizo hacia el final del abdomen.

TERCER ESTADIO: Presenta las ondulaciones o estrias transversales más pronunciadas. La parte alta convexa de las estrias es de color blanco cremoso, dando una impresión de anillos.

CUARTO ESTADIO: Tiene la cabeza más ancha que el cuerpo. Presenta a los lados, a todo lo largo del cuerpo, una banda amarilla, la cabeza es de color verde claro, pero opaca.

QUINTO ESTADIO: Tiene un largo de unos 25 mm. la coloración general es verde claro, con las bandas laterales, longitudinales, amarillas y las estrias mucho más anchas y contrastadas entre el color blanco y el marrón rojizo.

Las larvas completan su desarrollo e incluso llegan a pupar en la misma planta de donde se alimentaron. La pupa es de tipo obtecta, achatada lateralmente y ancha hacia el tórax. Es de color verde claro al comienzo y luego se oscurece un poco. Presenta dos espinas en la parte dorsal del tórax y a lo largo del dorso del abdomen. Su longitud promedio es de 18.7 mm. y su ancho de 3.4 mm. Se sostiene mediante un ligamento que une el extremo basal de la pupa a la planta o sustrato donde ocurre la ecdisis. Por la parte del tórax, también se observa un anillo de seda que la mantiene en posición vertical y le permite ciertos movimientos, en especial, los que hace para defenderse de los predadores (Salinas y Briseño, 1981).

Bajo condiciones de laboratorio, Salinas y Briseño (1981) realizaron las siguientes observaciones:

Huevo	3 a 4 días
Larva	10 a 15 días
Pre-pupa	3 a 3 días
Pupa	7 a 8 días
Adulto con alimento (solución de miel)	10 a 12 días
Adulto sin alimento	3 a 4 días
Total. (adulto con alimento)	32 a 42 días

La mariposa tiene una expansión alar de 42 a 45 mm. Los machos presentan palpos blancos con palpos negros. Antenas negras con algunas escamas blancas en la parte ventral, lo que les da un aspecto anillado. La cabeza es negra y el torax en el dorso presenta pelos grises y pardos.

Las alas son blancas, con el borde costal negro, lo mismo la región apical y parte del borde extremo, donde se observa una invasión de ese color entre las venas M2 y M3, en cuanto a las posteriores, no presentan dibujo alguno. En la región ventral, las alas anteriores son blancas y las posteriores presentan un tono cremoso amarillento.

El abdomen y dorso es negro y blanco en el vientre. La hembra es igual al macho. excepto que las alas posteriores, por el lado dorsal, presentan un color amarillento (Beutelspacher, 1980).

### 5.2.3 TIPO DE DAÑO Y PLANTAS ATACADAS

Las plantas pequeñas pueden quedar defoliadas, de las plantas maduras devora todo el follaje, excepto las nervaduras centrales, los repollos quedan dañados y podridos (King y Saunders, 1984). Ataca hortalizas, de preferencia *Brassica oleracea*, col (Crucíferas), también se alimenta de *Tropaeolum majus* mastuerzo (Tropeoláceas) (Beutelspacher, 1980).

### 5.2.4. DISTRIBUCION

Se encuentra distribuida en todo el Sur y por las dos costas de México, Valle de México y Mesa Central (King y Saunders, 1984).

### 5.2.5. EPOCA DE VUELO

Durante todo el año, es una mariposa de vuelo diurno (Beutelspacher, 1980). Con base en la corta duración de su ciclo de vida de esta especie, se puede pensar que se trata de una población multivoltina con generaciones superpuestas que muy probablemente manifieste diapausa invernal individual (Franco, et. al., 1988).

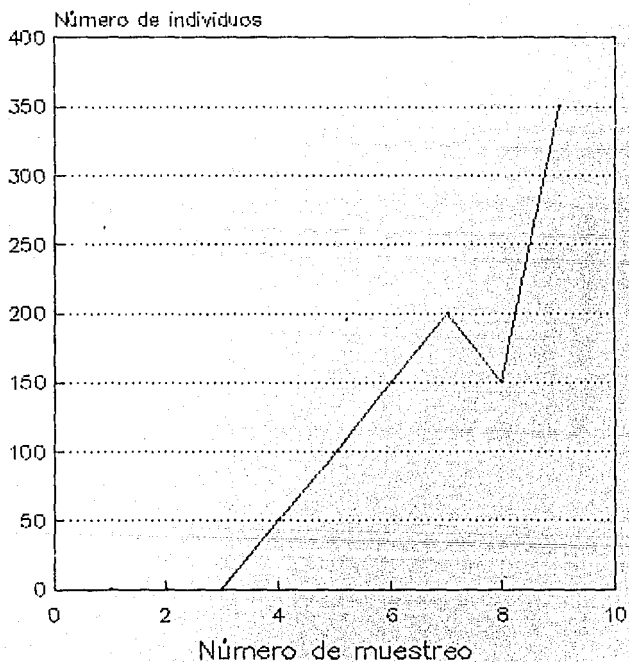
Fernandez y Alvarado (1987), colectaron el mayor número de individuos (larvas y pupas), entre el 22 de agosto y el 7 de septiembre, en el Rancho Almaraz, como se muestra en la figura 1

### 5.2.6. CONTROL

CULTURAL.- Remoción de plantas huésped, residuos de col y mastuerzo (*Tropaeolum* sp.), se debe evitar la sucesión cercana de plantas del género *Brassica*.



FIGURA 1.- Fluctuación de la población de Leptorhobia grisea Boisid., durante el ciclo Primavera-Verano, 1985 (14/Jul al 7/Sep), en la F.E.S.-C. México, en el cultivo de la col.



BIOLOGICO.- La bacteria más usada en el control biológico de los insectos es *Bacillus thuringiensis* Berl. que produce un cristal de proteína tóxica. Este cristal es altamente tóxico, para algunos lepidópteros. Las larvas de *L. aripa* son sensibles al patógeno bacteriano *Bacillus thuringiensis* Berl (King y Saunders, 1984),

Varios estudios han demostrado que el virus VG (virus de la granulosis) se puede emplear para controlar a este tipo de plaga (FAO, 1974).

QUIMICO.- Cuando las mariposas y las masas de huevos se ven en el cultivo y una planta en diez tiene huevos o larvas, se puede aplicar productos del cuadro 2; cuando hay larvas en el cultivo maduro, cerca de cosechar, se aplican productos de baja persistencia.

Cuadro No 2. Productos recomendados para el control químico del gusano rayado de la col *Leptophobia aripa*.

INSECTICIDA	GRUPO TOXICOLOGICO	DOSIS/ha
Azinfós metílico	FH - SM	0.8 Kg
Carbaril PH 80	CC - MM	1.0 Kg
Endosulfán CE 35	OC - Cd	2 a 3 lt
Metamidofos	FA - OM	1 a 1.5 lt

(Lagunes, 1988).

### 5.3. *Bacillus thuringiensis*.

#### 5.3.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Steinhaus por investigaciones, tuvo referencia de que el japonés Ishiwata, entre 1901 y 1902, aisló de una enfermedad del gusano de seda *Bombix mori*, una bacteria que llamó *Bacillus* de la enfermedad de Sotto (Alcocer y Gottwald, 1980).

La especie mejor conocida como *Bacillus thuringiensis* Berliner, fué aislada en 1911 por Berliner en larvas de la palomilla de harina, *Anagasta kuhniella* (Zell.), recibidas de Thuringia, Alemania. Después Mattes (1927), también en Alemania, reaisló el bacilo e hizo un estudio más detallado (De Back, 1968).

La presencia del cuerpo paraesporal fué descrita por Berliner en 1915. Sin embargo, la asociación de la inclusión con la toxina de *B. thuringiensis* en los insectos no estaba establecida. Hannay hizo la frase cuerpo paraesporal, cuando vió cristales en forma de diamante en preparaciones de cultivos esporulados de *B. thuringiensis* y sugirió que los cristales pudieran estar conectados con la formación de una substancia tóxica que induce a la septicemia en larvas de insectos (Alcocer y Gottwald, 1980. Bulla et. al., 1980).

Antes de la caída de Francia en la Segunda Guerra Mundial, los microbiólogos del Instituto Pasteur enviaron cultivos patogénicos a la estación de investigaciones en Porton, Inglaterra, como

posible uso de la guerra microbial. Entre estos cultivos se encontraba una colección de patógenos de insectos que incluían a *B. thuringiensis*.

Angus encontró que el mesenterón del gusano de seda, eliminaba una sustancia tóxica, producto de la esporulación de las células de *B. thuringiensis* y observó la inclusión cristalina en la célula con microscopio de fase de contraste. Angus probó la toxicidad de la inclusión.

En 1951, Steinhaus publicó en un periódico "La posible utilización de *B. thuringiensis* como una ayuda en control biológico de la oruga de la alfalfa", extendiéndose la posibilidad de utilizar a este patógeno, cuya potencialidad comenzó a ser estudiada (Bulla et. al., 1980).

Steinhaus (1951) y Hall en (1954), produjeron *B. thuringiensis* en agar nutritivo, obteniendo material esporulado seco, logrando un 96.8 % de mortalidad en plagas de lepidópteros.

McConnel y Richards (1959), descubrieron en el *B. thuringiensis*, una sustancia tóxica contenida en el líquido de los medios de cultivo de estas bacterias y su toxicidad fue demostrada por inyección en el hemocele del gusano de seda (Alcocer y Gottwald, 1980).

La demostración de la actividad insecticida reside dentro del cristal paraesporal del *B. thuringiensis*, resultado de una serie de observaciones y de investigaciones en laboratorio y campo.

*Bacillus thuringiensis* fué producido por primera vez como producto comercial (Sporeine), en Francia, a principio de los años 30 y registrado en los Estados Unidos en 1958 (FAO, 1983).

### 5.3.2. CLASIFICACION Y VARIEDADES.

Las bacterias no pueden ser clasificadas unicamente sobre una base morfológica, ya que muchas bacterias que no son morfológicamente semejantes, difieren ampliamente en propiedades bioquímicas, serológicas y patogénicas. por su morfología, su fisiología su metabolismo, su composición química y otras características distintivas que puedan servir como un medio de diferenciación (Bryant *et. al.*, 1971).

*B. sotto* Ishiwata, *B. thuringiensis* Berliner y *B. cereus* var. *alesti*, estan relacionadas entre si y sólo se distinguen de la bacteria común del suelo *B. cereus*, en que esta no contiene la inclusión cristalina en su esporangio. En 1958, la taxonomía y nomenclatura de los patógenos de insectos relacionados con *B. cereus*, fueron estudiados por Heimpel y Angus, quienes propusieron que estas tres bacterias cristalíferas se designaran como variedades de *B. thuringiensis*, ésto es: *B. thuringiensis* var. *sotto*, *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* y *B. thuringiensis* var. *alesti* (De Bach, 1969).

### La clasificación taxonómica de *B. thuringiensis*

Orden.....Eubacteriales  
Suborden.....Eubacteriineae  
Familia.....Bacillaceae  
Género.....*Bacillus*  
Especie.....*thuringiensis*

(Bryan, 1976)

En Francia, H. de Barjac y A. Bonnefoi en 1962, llevaron a cabo estudios bioquímicos y serológicos de cepas de bacterias cristalógenas y proponen por primera vez, una clasificación serológica, método de clasificación e identificación establecida en forma internacional para *B. thuringiensis*. Las pruebas serológicas fueron basadas en antígenos "H" o flagelares específicos para este grupo de bacterias (Alcocer y Gottwal, 1980 y Galán-Wong y Rodríguez, 1989).

En 1968, con la creación del Centro de Investigación de *Bacillus thuringiensis* dependiente de la Organización Internacional de Lucha Biológica de París, Francia, De Barjac y Bonnefoi, desarrollaron un trabajo incrementando el número de pruebas bioquímicas y el número de cepas probadas. Examinaron 161 aislamientos, determinando 60 características diferentes, alcanzándose en 1989 un total de 24 serotipos (cuadro 3).

Cuadro No. 3. Clasificación de cepas de *Bacillus thuringiensis* de acuerdo con el serotipo H.

Serotipo H	Biotipo	Subespecie (o serovariedad)
1	I	Thuringiensis (Heimpel y Angus, 1958)
2	II	Finitimus (id.)
3a	III 1	Alesti (id.)
3a,3b	III 2	*Kurstaki (De Barjac y Lemille, 1979)
4a,4b	IV 1	Sotto (Heimpel y Angus, 1958)
4a,4b	IV 1	Dendrolimus (Tallalaey, 1956)
4a,4c	IV 2	Kenyae (Bonnefoi y De Barjac, 1963)
5a,5b	V 1	Galleriae (Shvetsova, 1959)
5a,5c	V 2	Canadensis (De Barjac y Bonnefoi, 1972)
6	VI	Subtoxicus (Heimpel y Angus, 1958)
6	VI	Entomocidus (id.)
7	VII	Aizawai (Bonnefoi y De Barjac, 1963)
8a,8b	VIII 1	Morrisoni (id.)
8a,8c	VIII 2	Ostrinae (Ren Gaixin y Col., 1975)
8a,8d	VIII 3	Nigeriensis
9	IX	Tolworthi (Norris, 1964)
10	X	Darmstadiensis (Krieg, De Barjac y Bonnefoi, 1968)
11a,11b	XI 1	Toumanoffi (Krieg, 1969)
11a,11c	XI 2	Kyushuensis (Ohba y Aizawa, 1979)
12	XII	Tompsoni (De Barjac y Thompson, 1970)
13	XIII	Pakistani (De Barjac, Cosmae, Shaik y Viviani, 1977)

Continuación cuadro No. 3

Serotipo H	Biotipo	Subespecie (o serovariedad)
14	XIV	Israelensis (De Barjac, 1978)
15	XV	Dakota (De Lucca, Simoson y Larson, 1979)
16	XVI	Indiana (id.)
17	XVII	Tohokuensis (Ohba, Aizawa y Shimizu, 1981)
18	XVIII	Kumamotoensis (Ohba, Ono, Aizawa, Iwanami, 1981)
19	XIX	Tochigiensis (id.)
20a, 20b	XX 1	Yunnanensis (Wan-you, Qi-fang, Xue-ping y You-Wei, 1979)
20, 20c	XX 2	Pondicheriensis (De Barjac y col., 1987)
21	XXI	Colmeri (De Lucca, Palmgren y De Barjac, 1984)
22	XXII	Shandongiensis (Wang Ying y col., 1985)
23	XXIII	Japonensis (Ohba, Aizawa, 1985)
24	XXIV	Neolonensis (Rodríguez, Galán y De Barjac, 1988)

\* Variedad evaluada en este trabajo.

(Galán-Wong y Rodríguez, 1989).



En 1969, H.T. Dimalge, en Estados Unidos, aisló una cepa de *Bacillus thuringiensis* de *Pectinophora gossypiella*, que resulta entre 20 a 200 veces más potente que todas las cepas conocidas; esta cepa de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (HD-1) es, hoy en día, la base comercial de este tipo de productos en todo el mundo. Los cristales de los diferentes serotipos y razas, tienen diferentes toxicidades a varios insectos (Galán-Wong y Rodríguez, 1989).

### 5.3.3. DESCRIPCION

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria en forma de bastón, esporulada gram positiva, con flagelos peritricos, que además de la espora contiene una inclusión o cuerpo paraesporal que primero es esférico y luego usualmente tiene una forma triangular o de "diamante", de aquí también su nombre de bacteria cristalífera (Galán-Wong y Rodríguez, 1989).

El ciclo de vida de *B. thuringiensis* al igual que otros bacilos, está caracterizado por dos fases distintas: La división de la célula vegetativa y el desarrollo de la espora.

DIVISION CELULAR.- La célula vegetativa de *B. thuringiensis* tiene forma cilíndrica (2 a 5  $\mu\text{m}$  de largo y aproximadamente 1.0  $\mu\text{m}$  de ancho). La división celular está caracterizada por la formación del septo divisor (SD). Durante el desarrollo de éste, a través de la membrana plasmática, se forman unas vesículas. Estas vesículas Betchel y Bulla interpretaron como mesosomas (M), éstas aparecen

al azar a lo largo de la periferia de las células vegetativas y están asociadas con la membrana plasmática (MP). El septo divisor aparece como una extensión de la pared celular y membrana citoplásmica y se hace continua cuando se asocian las membranas y la bacteria se divide (Figura 2).

DESARROLLO DE LA ESPORA.- La esporulación no es una forma de reproducción, ya que de una bacteria se forma una espora y de una espora surge una sola bacteria, pero en ella ocurre al parecer un reacondo del material nuclear (Bryan et. al., 1976).

La secuencia del desarrollo de la espora en *B. thuringiensis*, se resume de acuerdo a las fases de esporulación convencional:

Fase I (7 hrs.).- Formación del filamento axial. El cambio del crecimiento vegetativo a esporulación, es acompañado por la condensación del material nuclear (N) hacia un polo de la bacteria, dentro de un compacto y elongado filamento axial (AF).

Fase II (7 a 8 hrs).- Formación del septo paraesporal. Se empieza a formar el septo preesporal (SF) y es reconocido como una invaginación del plasma membranal en la región subpolar de la célula. Los mesosomas no están asociados con la invaginación inicial, pero estos prevalecen después y durante el desarrollo de la preespora. A través de que se completa el septo, el área del citoplasma destinado a incorporarse dentro de la preespora, se conoce con el término preespora incipiente. El septo preesporal

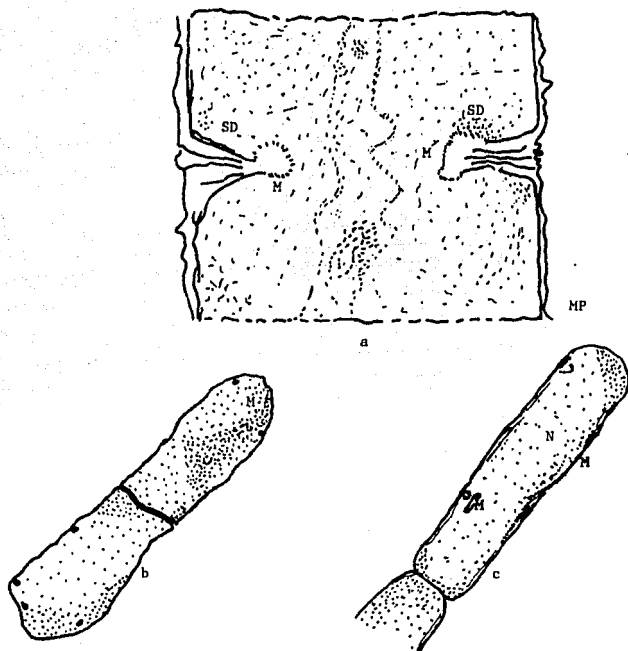


Figura 2. a. Célula vegetativa de *B. thuringiensis*, mostrando los mesosomas (M) y el septo divisor (SD). b. Se hace continua la pared celular con el septo, los mesosomas son localizados en la periferia de la célula. c. Célula vegetativa desarrollada mostrando el núcleo (N) y mesosomas (M).

es fácilmente distinguible del septo divisor vegetativo. El anterior carece de pared celular visible y es similar en apariencia a la membrana de la célula (Bulla et. al., 1980).

Fase III (8 a 9 hrs).- Encapsulamiento. El movimiento de la unión del septo preesporal y la membrana plasmar es hacia un lado de la célula. Este movimiento generalmente es más grande hacia un lado, dando como resultado un encapsulamiento polar.

El encapsulamiento subpolar de *B. thuringiensis* variedad Kurstaki se produce de dos formas: Sección cruzada y sección longitudinal y tal vez es la única de las variedades con esta característica. Estudios de otros bacilos muestran que es más típico el encapsulamiento polar.

El encapsulamiento acaba cuando el septo se separa del plasma membranar y queda aislada la preespora incipiente del citoplasma de la célula madre.

Betchel y Bulla, observaron en células de *B. thuringiensis* que cuando alcanzan la fase de esporulación, las células ya no pueden tener crecimiento vegetativo (Bulla et. al., 1980).

Aparece el primer signo de la inclusión ovoide y el cristal paraesporal. En el microscopio de fase de contraste, el primer signo de la formación del cristal aparece como un pequeño gránulo refractable (Burges, 1973).

estudios han confirmado que el cristal esta fuera del exosporium que rodea la espora (Burgess, 1973 y Bulla et. al., 1980).

Fase IV a VI (9 a 12 hrs).- Formación del exosporium. Se forma la pared celular primordial (PW) también llamada membrana cortical, es la primera forma de la pared celular. Es observada en la parte exterior de la membrana preesporal y aparece como una delgada línea.

Conjuntamente con la formación de la pared primordial aparecen masas fibrosas en el núcleo de la espora (NS), el núcleo de la célula madre empieza a fragmentarse y al mismo tiempo es iniciado el exosporium (E) (Bulla et. al., 1980).

En esta fase la forma del cristal es diferenciable, en el caso de la variedad Kurstaki es de forma bipiramidal (Bulla et. al., 1980 y Trielle et. al., 1981, citado por Torres, 1984).

Aunque solo se produce un cristal por célula vegetativa, la variedad Kurstaki se ha forzado para producir de 2 a 5 cristales/célula (S. Amoncar, citado por Faust s/a).

Fase VII (más de 12 hrs.). Maduración de la espora y lisis del esporangio. Cuando la célula esta madura presenta la siguiente estructura: Membrana interior, pared celular primordial, membrana exterior, corteza y exosporium (Bulla et. al., 1980).



En la mayoría de las variedades de *B. thuringiensis*, la formación del cristal y espora es seguido de la lisis de la pared del esporangio, liberándose espora y cristal (Burges, 1973 y Bulla et. al., 1980).

#### GERMINACION.

La dormancia de la espora bacteriana es la última fase de la esporulación. La espora descansa hasta que el medio permite ciertos cambios en la configuración de la macromolécula y se promueve la actividad metabólica. Cuando empieza el crecimiento vegetativo el proceso hacia la dormancia es irreversible.

La secuencia de los eventos de la espora en dormancia a célula vegetativa, se divide en tres eventos:

Activación.- Puede iniciarse por un tratamiento de calor, en un medio apropiado de nutrientes y expuesto a pH bajo o agentes oxidantes.

Germinación.- La secuencia de la germinación y crecimiento externo para *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*, se muestra en la figura 4. En la etapa de la germinación la espora presenta una marcada apariencia de citoplasma vegetativo, la espora se hincha y después toma una forma elongada.

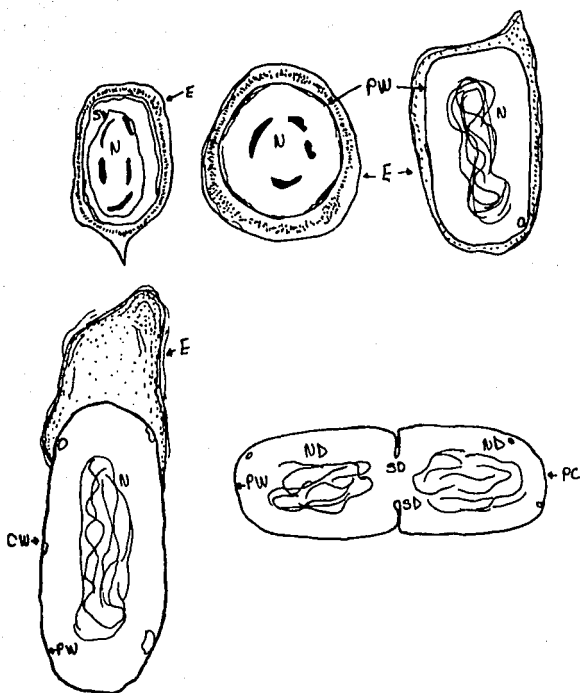


Figura 4. Secuencia de la germinación de la espora y crecimiento exterior de *B. thuringiensis*, var. *Kurstaki*. Espora (S). Núcleo (N). Pared celular primordial (PW). Exosporium (E). Pared celular (PC). Septo divisor (SD). Núcleo de la célula desarrollada (ND).



Crecimiento exterior.- La célula elongada emerge de las capas de espora y del exosporium, con el bacilo formado empieza el crecimiento vegetativo (Bulla et. al., 1980).

#### 5.3.4. TOXINAS QUE PRODUCE *B. thuringiensis*.

En cepas de *Bacillus thuringiensis* se han identificado por lo menos cuatro componentes tóxicos diferentes:  $\alpha$ -exotoxina (Fosfolipasa C, Lecitinasas),  $\beta$ -exotoxina,  $\gamma$ -exotoxina y  $\delta$ -endotoxina

$\alpha$ -exotoxina (Fosfolipasa C. Lecitinasas). Toumanoff (1954), observó reacción tóxica en larvas de *Galleria mellonella*, después de aplicarles un precipitado de proteína de un filtrado de *B. thuringiensis*, el filtrado contenía fosfolipasa C., y la toxicidad fué interpretada como el resultado de la actividad de esta enzima. Esta enzima actúa sobre alguna clase de células, principalmente afectadas por el fosfolípido causandoles acción necrótica. Esta toxina es producida también por *B. cereus*.

La condición alcalina del intestino de algunas especies de insectos limita la actividad de la lecitinasas como toxina, ya que para que actúe necesita un pH óptimo de 6.6-7.4 (Faust s/a).

$\beta$ -exotoxina. (Factor Mc Connell y Richards, toxina termoestable). En 1959-60 se reportó que ciertas variedades de *B. thuringiensis* producen esta exotoxina, causan daño a dípteros y larvas y pupas

de algunos lepidópteros (Mc Connell y Richards, 1959; Burgerjon y deBarjac, 1960. Citados por Faust s/a).

La  $\beta$ -exotoxina inhibe la síntesis de proteína a través de la interferencia de la polimerasa RNA dependiente del DNA mimetizando el ATP y compitiendo por el sitio de acción. Muchos insectos y arácnidos son afectados por esta toxina. Los efectos tóxicos en los insectos holometábolos incluyen mortalidad, problemas asociados a la muda, anormalidades teratológicas y una reducida fecundidad y longevidad de los adultos. Puede actuar como un antialimentario en lepidópteros.

Desde su descubrimiento, ha disminuido el uso comercial de de exotoxina, debido a reportes de toxicidad a mamíferos. Sebesta et. al., concluyen que hay una barrera gastrointestinal que provee suficiente protección contra las cantidades de exotoxina utilizadas para control de plagas en el campo. Aunque no se ha encontrado actividad mutagénica asociada con la exotoxina, existen factores que ayudan a la penetración de ésta al sistema sanguíneo en mamíferos afectando la transferencia de información genética, por lo que debe ser usada con mucha cautela y con mayores restricciones.

La variedad Kurstaki de *B. thuringiensis*, no produce esta exotoxina por lo que tiene que ser incorporada a la formulación a fin de mejorar su eficiencia. Aún se necesitan mayores datos para caracterizar los efectos tóxicos de la  $\beta$ -exotoxina (Hornby, 1987).

$\gamma$ -exotoxina. Es una enzima no identificada responsable de la claridad de la yema del huevo. Aún no está bien determinada la toxicidad de  $\gamma$ -exotoxina en *B. thuringiensis* (Faust s/a).

$\delta$ -endotoxina. Esta toxina está incluida en la proteína del cristal paraesporal, es soluble en soluciones alcalinas y es formada en la célula vegetativa al mismo tiempo que se produce la espora (Faust s/a).

Es el principio activo de las formulaciones comerciales de *B. thuringiensis*, solo o en combinación con la espora. Su descubrimiento es relativamente reciente. En 1967, Heimpel propuso que esta toxina fuera llamada  $\delta$ -endotoxina. Es una proteína o polipéptido que está asociada con, o es parte del cristal que puede ser visto en las células esporuladas de *B. thuringiensis*; sin embargo, su actividad no ha sido definida químicamente. Al ser ingerida por el insecto ocurre una parálisis rápida del intestino, con cambios en el pH del mismo y desarrolla una toxemia general. Dumalge y Aizawa (1982), citados por Torres, 1985.

#### 5.3.5. MODO DE ACCION

La susceptibilidad a *Bacillus thuringiensis*, es variable entre especies de insectos, y la respuesta de una especie es modificada por factores como: La edad, vigor y concurrencia de la infección con otros microorganismos; también es influenciada por: Humedad, temperatura y en algunos casos por el método de dosificación (Ochoa, 1983).

El síntoma general de las larvas de lepidópteros al haber ingerido los cristales del *Bacillus thuringiensis* es la inactividad e inhibición de la alimentación, produciendo desordenes fisiológicos y patológicos, dentro de los primeros se encuentra un aumento en la permeabilidad del mesenterón y cambios de pH en la hemolinfa, tornándose cada vez mas alcalina, provocando como resultado parálisis intestinal y general de la larva.

Heimpel y Angus (1960), estudiaron y revisaron el efecto de larvas de lepidópteros, que habían ingerido sulfato de bario y *Bacillus thuringiensis*, ocurriendo una parálisis bucal e intestinal, en larvas de *Bombix mori* ocurría una parálisis general en todo el cuerpo después de 7 horas de haber ingerido los cristales (Burges, 1973).

Los desordenes patológicos se caracterizan por el incremento de la flora intestinal y la destrucción de las células epiteliales del mesenterón originando un síndrome de flacidez relacionado con una septicemia con consecuencias letales (Angus, 1962; Cooksey, 1971 y Heimpel y Angus, 1963. Citados por Ochoa 1983).

En 1968, se demostró que cristales inmunofluorescentes son atraídos a las células epiteliales dentro de unos pocos minutos de haber alcanzado el intestino medio, observándose en *Pieris brassicae* una intensa actividad secretora. Así también en 1967 encontraron que las células del intestino medio de *Trichoplusia* ni parece estar deshidratada y quemada, éstas células se encuentran separadas y

algunas de ellas están retorcidas o deformadas perdiendo la habilidad de colorearse y finalmente la célula muere por plasmólisis (Burgues, 1973).

Al ocurrir la parálisis, la hemolinfa del insecto se torna más alcalina, habiendo un equilibrio entre los contenidos del intestino medio que son de un pH alto de 10.2 a 10.5 y la hemolinfa tiene un pH de 6.8. Esto puede indicar que la parálisis es producida por el aumento en la alcalinidad de la hemolinfa y no por una acción directa de la toxina (Heimpel y Angus, 1959; Heimpel, y Angus, 1963; Angus, 1962. Citados por Torres y Marquez, 1985).

La toxina actúa en la superficie de las células epiteliales y provoca una pérdida de ATP de ellas, estimulando la respiración y toma de glucosa. Después el crecimiento bacteriano aumenta y los ápices celulares empiezan a proyectarse hacia el lumen. La alimentación se inhibe por el abultamiento celular y la interrupción metabólica de las células epiteliales se produce a los diez o quince minutos después del tratamiento, el mecanismo de como se activa la toxina y reduce el ATP intracelular está aún sin explicar (Ochoa, 1983).

#### 5.3.6. *Bacillus thuringiensis* como insecticida

Los insecticidas microbiales basados en *B. thuringiensis* se consideran ambientalmente seguros debido a su alta selectividad de hospederos. Solo algunos lepidópteros contienen las enzimas y las

condiciones de pH necesarias para que se inicie la infección. Sin embargo aquellos organismos a los cuales no va dirigido el control pueden ser afectados indirectamente por *B. thuringiensis*. Thompson et. al. (1977), observaron que *Glypta fumiferanae* y *Apanteles fumiferanae* principales parásitos del gusano de la yema del abeto pueden ser dañados si se alimentan de larvas infectadas con *B. thuringiensis*. Pruebas de campo indican una persistencia de *B. thuringiensis*, de 5 a 7 días, pudiendose alargar hasta 10 o 14 días, variando de acuerdo a las condiciones climáticas, crecimiento del cultivo, estadio larvario y el nivel de susceptibilidad de la plaga a atacar.

Lynch (1980), encuentra que *B. thuringiensis* tiene una mejor eficiencia cuando su formulación es granulada contra *Ostrinia nubilalis*, ya que tiene una mejor cobertura que en las formulaciones en spray. Lynch encuentra también que hay una persistencia mayor en granulo ya que estas alcanzan las partes bajas de las hojas (axila) protegiendo las esporas de la radiación solar. Sin embargo la acumulación de agua en estas áreas puede ser un factor adverso para la supervivencia de las esporas.

En México *B. thuringiensis* se encuentra en el mercado con los nombres comerciales y presentación como se muestra en el cuadro 4

Cuadro No. 4. Productos comerciales a base de *Bacillus thuringiensis*

Nombre Comercial	Empresa	Presentación	Concentración. %
Dipel técnico	ABBOTT Laboratorios de Méx. S.A. de C.V.	Polvo	100
Dipel	ABBOTT Laboratorios de Méx. S.A. de C.V.	Polvo Humectable	3.2
Thuricide P.H.	Sandoz Agrícola, S.A. de C.V.	Polvo Humectable	3.2
Dipel	Laboratorio Helios	Polvo Humectable	3.2
Dipel 2x	ABBOTT Laboratorios de Méx. S.A. de C.V.	Polvo	6.4
Dipel 10 G	ABBOTT Laboratorios de Méx. S.A. de C.V.	Granulado	0.32
Biovit P.H.	Agricultura Tecnificada	Polvo Humectable	29
Biovit S.A.	Agricultura Tecnificada	Suspensión Acuosa	15
Dipel 8L	ABBOTT Laboratorios de Méx. S.A. de C.V.	Suspensión Acuosa	3.5
Baxil BT	Agroforma Mexicana	Suspensión Acuosa	26.4
Javelin WG	Sandoz Agrícola, S.A. de C.V.	Granulo Dispersable	6.4

Fuente: Dirección General de Sanidad Vegetal.  
 Depto. Control Biológico, 1990.

Evaluación potencial. Inicialmente se estimaba que la actividad insecticida de *Bacillus thuringiensis* dependía del número de esporas presentes en la formulación, en virtud de que se asumía que la cantidad de  $\delta$ -endotoxina producida por *Bacillus* era directamente proporcional al número de esporas producidas; por lo tanto, el método usado para evaluar el potencial insecticida de esta bacteria, se sustentaba en el conteo de las esporas (Andrews et. al., 1980).

Por otra parte Heimpel y Angus (1960), creían que tanto los cristales proteicos al igual que las esporas podían tener efectos sobre el huésped susceptible, por lo tanto sugerían la necesidad de una medida directa más confiable que aquella dada por conteo de esporas. En 1958, Bonnefoi y Burgerjon propusieron el uso de un bioensayo para la estandarización de formulaciones, usando follaje de plantas como sustrato para alimentar a las larvas, sobre el cual era asperjada la formulación en estudio para su evaluación. En 1961, Splittstoesser y McEwen sugirieron que los ensayos podían ser practicados con exactitud, incorporando la muestra a ensayar en un dieta sintética, usando al gusano falso medidor como insecto testigo.

Posteriormente se propuso el uso de *Trichoplusia ni* en el desarrollo de bioensayos y se acordó que las potencias de productos comerciales serían expresadas en Unidades Internacionales (UI/mg).



Esta metodología fue aceptada oficialmente por la División de Regulación de Plaguicidas de la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA), como un requisito para la estandarización de formulaciones comerciales, estableciendo de esta manera las bases para el control de calidad de tales formulaciones (Valenzuela, 1987).

La eficacia del microorganismo entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* ha sido aprobado y aceptado por países de gran trascendencia en la agricultura como son: Estados Unidos, Francia, U.R.S.S., Checoslovaquia, Yugoslavia, etc. para controlar algunos insectos nocivos, como se muestra a continuación (Bulla, et al. 1980).

A continuación se dan algunos reportes sobre el uso de *Bacillus thuringiensis* en el control de insectos nocivos.

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	CULTIVO
Gusano de la alfalfa	<i>Colias eurytheme</i> (Boisd.)	Alfalfa
Gusano medidor	<i>Autographa californica</i>	Alfalfa
Mariposa de la alcachofa	<i>Platyptilia cardoidactyla</i> (Riky)	Alcachofa
Falso medidor	<i>Trichoplusia ni</i>	Frijol, Brócoli, col, col rizada, algodón, apio, pepino, papa, lechuga, melón, fresa, espinaca, tabaco, nabo, cacahuete, cartamo, chicharo, sandía, perejil
Medidor del apio	<i>Anagrapha ralcifera</i>	Apio
Gusano bellotero	<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	Algodonero
Enrollador de la hoja	<i>Eudamus proteus</i>	Papa
Gusano verde	<i>Plathypena scabra</i>	Soya
Falso medidor	<i>Pseudoplusia includens</i>	Soya
Oruga del frijol terciopelado	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Soya
Enrollador de la hoja	<i>Eudamus proteus</i>	Soya
Mariposa dorso de diamante	<i>Plutella maculipennis</i>	Col
Mariposa blanca de la col	<i>Pieris rapae</i> (L.)	Brócoli, coliflor, col, y col rizada

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	CULTIVO
Barrenador europeo del maiz	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Hubner)	Maiz
Gusano del cuerno del tomate	<i>Handuca quinquemaculata</i> (Hawort)	Tomate
Gusano de la yema del tabaco	<i>Heliothis virescens</i> F.	Tabaco, soya, tomate, cártamo y garbanzo
Gusano del cuerno del tabaco	<i>Handuca sexta</i> (Jonson)	Tabaco
Gusano joroba roja	<i>Paranyelosis transitella</i>	Nopal
PLAGAS FRUTICOLAS		
Gusano listado cabezon	<i>Brassolis sophoraelurida</i>	Vid
Esqueletonizador de la vid	<i>Harrisina americana</i>	Vid
Enrollador de la hoja	<i>Tortrix pilleriana</i>	Vid
Doblador de las hojas	<i>Desmia funeralis</i> (Hobner)	Vid y naranjo
Enrollador de la hoja	<i>Archips argyrospilus</i> (Walker)	Naranjo
Gusano perro del naranjo	<i>Papilio cresphontes</i> (Cramer)	Naranjo
Gusano barrenador	<i>Anarsia lineatella</i>	Almendro
Gusano saltarin del cáncar	<i>Palaecrita vernata</i> (Peck)	Ciruelo y mango

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	CULTIVO
PLAGAS FORESTALES, DE ARBOLES DE SOMBRA Y ORNAMENTALES		
Gusano telarañoso	<i>Disstria forestales</i>	Forestales
Gusano telarañoso	<i>Malacosoma californicum</i>	Forestales y ornamentales
Gusano de bolsa del sauce	<i>Malacosoma azteca</i> (Neum)	Ahuejote
Gusano del cáncer del otoño	<i>Alsophila pometaria</i>	Forestales y ornamentales
Gusano del roble de California	<i>Phryganidia californica</i> (Pack)	Forestales
Gusano telarañoso	<i>Hyphantria cunea</i> (Druri)	Forestales
Gusano de dorso grande	<i>Malacosoma fragile</i> (Stretch)	Forestales
Gusano listado cabezón	<i>Brassolis sophoraelurida</i>	Palma africana
Gusano de cartucho	<i>Thyridopterys ephemeræformis</i>	Ornamentales
Palomilla gitana	<i>Porthetria dispar</i> (L.)	Forestales

(Valenzuela, 1987).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en la parcela No. 9 del área agrícola del Centro de Producción Agropecuaria de la F.E.S.- C. localizada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Este Municipio se extiende entre los  $19^{\circ} 37'$  y los  $19^{\circ} 45'$  de latitud norte y entre los  $99^{\circ} 07'$  y los  $99^{\circ} 14'$  de longitud oeste. La altitud de la zona es de 2,250 msnm. (Reyna, 1978; De la Teja, 1982).

De acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García, el sistema para la Región de Cuautitlán, corresponde  $C(w_0)$  (w) b(1') templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano e invierno seco y respecto a la oscilación de la temperatura, éste tiende a ser extremosa.

Al año se recibe una precipitación aproximada de 605 mm. Julio es el mes más lluvioso, con 128.9 mm. y Febrero el más seco con 3.8 mm.

La temperatura media anual es de  $15.7^{\circ} C$  aproximadamente, siendo Enero el mes más frío, con promedio de  $11.8^{\circ} C$ . y Junio el mes más caliente con  $18.3^{\circ} C$ . (Reyna, 1978).

Dentro del área, predominan los suelos del tipo Vertisoles pélicos (Vp), los cuales son de formación aluvial, que se originaron a partir de depósitos de material ígneo.

Estos suelos son de textura arcillosa y difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y formando grietas cuando están secos. Son suelos jóvenes, no presentan fenómenos de iluviación, eluviación o intemperismo muy marcado; presenta un pH mayor de 6 (de la Teja, 1982).

## 6.2. METODOLOGIA DEL EXPERIMENTO

### 6.2.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó conforme al sistema rutinario del Centro de Producción Agrícola del Rancho Almaraz. Constó de barbecho y dos pasos de rastra, se surcó a 85 cm.

### 6.2.2. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la presente investigación fue un arreglo en bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones (figura 5). Cada unidad experimental constó de 6 surcos de 5 m. de largo, haciendo un total de 25.5 m<sup>2</sup>. por tratamiento. Para evitar el efecto de traslape se dejaron calles de 1 m. entre bloques y un surco sin sembrar entre tratamientos. La superficie total del experimento fue de 968 m<sup>2</sup>.

Figura 5.- Croquis de la parcela, mostrando la colocación de los tratamientos y sus repeticiones.

Bloques :	I	II	III	IV	
T r a t a m i e n t o	A	Testigo	Th-1000	Ja-750	Testigo
	B	Ja-500	Ja-1000	Th-750	Th-750
	C	Ja-750	Ja-500	Th-1000	Ja-350
	D	Ja-1000	Testigo	Ja-350	Th-1000
	E	Th-1000	Ja-750	Ja-1000	Ja-500
	F	Th-750	Ja-350	Testigo	Ja-1000
	G	Ja-350	Th-750	Ja-500	Ja-750

22 m.

Los insecticidas biológicos y las dosis que se utilizaron, son las siguientes:

Thuricide H.P. Polvo humectable, formulado con la cepa HD-1 *Bacillus thuringiensis* Berliner, variedad kurstaki (serotipo 3a y 3b). Potencia 16,000 UI por mg.

Javelin WG. Granulo dispersable, formulado con la cepa SA-11 de *Bacillus thuringiensis* Berliner, variedad kurstaki (serotipo 3a y 3b). Potencia 53,000 UI por mg.

#### TRATAMIENTOS.

1. Testigo	0	Kg/ha
2. Thuricide	0.750	Kg/ha
3. Thuricide	1.000	Kg/ha
4. Javelin	0.350	Kg/ha
5. Javelin	0.500	Kg/ha
6. Javelin	0.750	Kg/ha
7. Javelin	1.000	Kg/ha

Las dosis de los tratamientos es la recomendada por el laboratorio que produce estos bioinsecticidas, Sandoz Agrícola, S.A. de C.V. (basados en resultados de laboratorio y campo para control de otras plagas de lepidópteros).



### 6.2.3. Establecimiento del experimento

La variedad del col utilizada en el experimento fue Copenhagen market. El cultivo se estableció bajo condiciones de temporal el día 3 de julio de 1989. Se sembraron de 6 a 8 semillas por golpe a una distancia de 50 cm., utilizando un total de 60 gr. de semillas.

Conjuntamente con la siembra se realizó la primera fertilización utilizando, Superfosfato de Calcio Simple y Urea. la segunda aplicación de fertilizante se efectuó en forma foliar los días 17 de Agosto y 18 de Septiembre.

El aclareo se realizó el 24 de Julio, efectuandose al mismo tiempo un aporque y un riego de auxilio. En total, se dieron 3 riegos de auxilio al cultivo y se realizaron de acuerdo a la sintomatología visual que presentaba la planta.

El control de malezas se llevó a cabo en forma manual con auxilio del azadón.

No fue necesario realizar control de enfermedades, ya que no se dieron las condiciones necesarias para que éstas aparecieran en el cultivo.

El pesaje de semilla, fertilizante e insecticida, se realizó con una balanza granataria.

Para la aplicación de los bioinsecticidas, se efectuaron revisiones periódicas con el objeto de identificar las plagas que se presentaron y en especial, la aparición de larvas de *Leptophobia* *aripa*. Las fechas de muestreo y aplicaciones de los insecticidas aparecen en el cuadro 6.

Para la preparación del caldo, se hizo una premezcla de los bioinsecticidas en un litro de agua, revolviendo bien para eliminar los grumos y luego se vertió en la mochila, que contenía 2.5 litros de agua y adherente. En total se utilizaron 3.5 litros de caldo para las cuatro repeticiones.

Las aplicaciones se hicieron con una mochila manual de 20 litros y con una boquilla de cono. Se realizaron por la mañana, para evitar evaporación y arrastre de producto por el viento. Se procuró una buena cobertura de follaje a proteger. Después de cada aplicación por tratamiento, la mochila se lavó.

#### 6.2.4. Observaciones de campo y registro de datos.

Para observar el efecto de los diferentes tratamientos se efectuaron revisiones periódicas del desarrollo de las plantas y de las plagas; estas observaciones tenían la finalidad de determinar la necesidad de aplicar algún riego, verificar la presencia y/o enfermedades.

Durante el tiempo que perduró el ciclo de cultivo, se tomó el registro de los siguientes datos:

- Larvas de *Leptophobia aripa* vivas antes de la aplicación.
- Larvas de *Leptophobia aripa*, vivas después de la aplicación.
- Larvas de otros lepidopteros vivas antes y después de la aplicación.
- Otros insectos plaga asociados al cultivo.
- Insectos benéficos.

Los muestreos se hicieron en 10 plantas escogidas al azar de los 3 surcos centrales.

Cuadro No 6. Calendarización de los muestreos y aplicaciones de los bioinsecticidas, del 19 de Septiembre al 20 de Octubre, de 1989.

A C T I V I D A D

Muestreo	Aplicación	Muestreo	Aplicación
19/ Sep		06/ Sep	
	20/Sep	09/ Sep	
22/ Sep			11/ Oct
25/ Sep		13/ Oct	
	27/ Sep	16/ Oct	
29/ Sep			18/ Oct
02/ Oct		20/ Oct	
	04/ Oct		

### 6.2.5. Análisis estadístico.

Los datos registrados se sometieron a un análisis estadístico, que serviría para la discusión de resultados. El análisis estadístico consto de un análisis de varianza.

Análisis de varianza.- El análisis de varianza para cada variable se utilizó para determinar las diferencias entre tratamientos y entre bloques, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor de la variable estudiada.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\beta_i$  = Efecto del i-esimo bloque.

$\tau_j$  = Efecto del j-esimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Efecto del error.

$i$  = 1,2,3,4. repeticiones.

$j$  = 1,2,3,4,5,6,7, tratamientos.

La hipótesis a probar fue:  $H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_7$ . Como se rechaza la hipótesis ya que se encontró diferencia significativa entre tratamientos, se efectuó la prueba de la diferencia mínima significativa, DMS, para comparación simple entre medias, a un nivel de significancia del 5 %.

$$DMS = t_{\alpha; \eta} \sqrt{\frac{2s^2}{r}}$$

Donde:

$t_{\alpha; \eta}$  = La t de Student ( $\alpha$  = nivel de significancia y  $\eta$  = fuente de variación del error).

$s^2$  = Cuadrado medio del error.

$r$  = Número de repeticiones.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en el experimento se muestran en los cuadros 7, 8, 9 y 10. Los cuales concuerdan con la literatura, en la cual se encontró que a mayores dosis de bioinsecticida se tendrá un mayor número de larvas de lepidópteros muertos, ya que a mayor cantidad de esporas bacteriales y cristales asperjados en la planta, las larvas al ingerirlas, hacen que los cristales con el pH alto y las enzimas del tracto digestivo, se disuelvan y se rompan en unidades de proteínas menores, las cuales son tóxicas. Estas toxinas atacan el intestino, desintegrando las células epiteliales y finalmente la pared del intestino.

Mediante las aplicaciones de Javelin y Thuricide en la planta, las larvas de lepidópteros se alimentan del follaje contaminado con esporas bacteriales y cristales, dependiendo de la cantidad ingerida, las larvas de lepidópteros susceptibles dejan de alimentarse y mueren. Como se puede ver en el cuadro 7, en el tratamiento testigo, es donde se cuantifico el mayor número de larvas vivas de *Leptophobia aripa*, esto se debe a que no se aplicó insecticida.

Comparando el tratamiento testigo entre bloques del cuadro 7, los bloques II y III presentan menor número de larvas vivas de *L. aripa*, esto se pudiera explicar que a pesar de que las aplicaciones fueron dirigidas, al encontrarse dichas

Cuadro No 7.- Promedio de larvas vivas de *Leptophobia arisa* cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1987, en el cultivo de la col, en el rancho Almiraz de la FES-Cuautitán.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	SUM	PROM
TESTIGO	286.3	89.9	22.1	160.3	558.6	139.65
THURICIDE 750	15.4	56.3	14.9	8.9	95.5	23.87
THURICIDE 1000	26.5	50.0	11.8	5.4	93.7	23.42
JAVELIN 350	51.2	13.3	13.4	24.4	102.3	25.57
JAVELIN 500	7.4	10.1	24.6	23.1	65.2	16.30
JAVELIN 750	16.2	8.4	13.3	16.3	54.2	13.55
JAVELIN 1000	1.4	7.9	7.9	5.8	29.0	7.25

Cuadro No 8.- Promedio de larvas vivas de *Copitarsia spp* cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de la col, en el rancho Almaráz de la FES-Cuautitlán.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	SUM	PROM
TESTIGO	2.3	1.2	1.7	2.4	7.76	1.91
THURICIDE 750	0.7	0.6	0.4	1.5	3.42	0.82
THURICIDE 1000	0.2	0.7	0.6	0.7	2.42	0.59
JAVELIN 350	0.5	0.3	0.0	0.8	1.76	0.42
JAVELIN 500	0.1	0.6	0.2	0.1	1.10	0.27
JAVELIN 750	0.7	0.3	0.2	0.0	1.32	0.31
JAVELIN 1000	0.1	0.6	0.0	0.1	0.88	0.20



Cuadro No 9.- Promedio de larvas vivas de *Heliothis spp* cuantificadas durante los muestreos realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre, en el cultivo de la col, en el rancho Almaráz de la FES-Cuautitlán.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	SUM	PROM
TESTIGO	1.2	1.5	1.7	2.3	6.7	1.60
THURICIDE 750	0.3	0.6	0.4	1.1	2.4	0.60
THURICIDE 1000	0.6	0.4	0.3	0.6	1.9	0.47
JAVELIN 350	0.5	0.4	0.2	1.1	2.2	0.55
JAVELIN 500	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	0.25
JAVELIN 750	0.3	0.2	0.3	0.4	1.2	0.30
JAVELIN 1000	0.0	0.2	0.4	0.2	0.8	0.20

Cuadro No.10. Promedio de larvas vivas de *Thichoplusia* ni cuantificadas durante los muestreos, realizados del 19 de Septiembre al 20 de Octubre de 1989, en el cultivo de col, en el rancho Almaráz de la FES-Cuautitlán.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	SUM	PROM
TESTIGO	4.4	1.5	1.7	5.3	19.33	3.22
THURICIDE 750	0.8	1.7	0.6	2.0	5.31	1.27
THURICIDE 1000	0.8	1.7	1.8	1.5	6.08	1.45
JAVELIN 350	2.4	0.7	2.0	1.6	6.87	1.67
JAVELIN 500	1.8	1.5	2.1	1.5	7.09	1.72
JAVELIN 750	2.4	1.1	1.1	0.7	5.43	1.34
JAVELIN 1000	1.5	0.4	0.7	0.3	3.09	0.74

repeticiones rodeadas de tratamientos con aplicaciones de *B. thuringiensis*, (figura 5) se puede pensar que hubo acarreo de producto hacia los testigos de los bloques II y III.

Cuadro No. 11. Análisis de varianza para *Lectophobia aripa*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas, Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlan.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.5	F.T. 0.01
TTOS.	6	51428.51	8571.48	4.36	3.16	5.09
BLOQUES	3	6882.63	2294.21	1.17	2.60	4.01
ERROR	18	35412.86	1967.38			
TOTAL	27	93724.00				

Cuadro No. 12. Análisis de varianza para *Copitarsia spp.*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.5	F.T. 0.01
TTOS.	6	8.53	1.42	10.23	3.16	5.09
BLOQUES	3	0.52	0.17	1.25	2.60	4.01
ERROR	18	2.50	0.139			
TOTAL	27	11.55				

Cuadro No. 13. Análisis de varianza para *Heliothis spp.*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.5	F.T. 0.01
TTOS.	6	6.172	1.03	18.91	3.16	5.09
BLOQUES	3	0.670	0.22	4.14	2.60	4.01
ERROR	18	0.979	0.054			
TOTAL	27	7.821				

Cuadro No. 14. Análisis de varianza para *Trichoplusia ni*, en el estudio de comparación de los bioinsecticidas Thuricide y Javelin, en el Centro de Producción Agropecuaria de la FES-Cuautitlán.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.5	F.T. 0.01
TTOS.	6	14.33	2.38 <sup>o</sup>	2.96	3.16	5.09
BLOQUES	3	2.76	0.920	1.14	2.60	4.01
ERROR	18	14.51	0.806			
TOTAL	27	31.60				

Cuadro No. 15. Comparación de medias de larvas vivas de  
*Leptophobia aripa*. (DMS)

Tratamiento	Medias	
Testigo	139.65	A
Javelin 350	25.57	B
Thuricide 1000	24.17	B
Thuricide 750	23.87	B
Javelin 500	16.30	B
Javelin 750	13.55	B
Javelin 1000	7.25	B
	DMS 0.53	65.89

Nota. Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza para larvas vivas de *Leptophobia aripa*, en el cual se encontró que existe una diferencia significativa del 5%. La diferencia significativa, observada para los tratamientos de bioinsecticidas se corrobora con la prueba DMS cuadro 15, en la que se encontró que hay una diferencia entre el testigo con los demás tratamientos.

En el cuadro 15 se puede observar que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, se puede decir que esto es debido a la gran diferencia que existe entre el testigo y los demás tratamientos, ya que el testigo tiene una gran densidad de larvas vivas, que comparado con el tratamiento Javelin 350 gr/Ha. que le sigue en densidad, equivale a más de 5 veces (figura 6).

Se esperaba que el tratamiento Thuricide 750 gr/Ha. se comportara de manera similar a Javelin 350 gr/Ha. ya que éste contiene más del doble de ingrediente activo que Thuricide.

Lynch 1980, encuentra que *Bacillus thuringiensis*, tiene una mejor eficiencia cuando su formulación es granulada, ya que tiene una mejor cobertura que en las formulaciones en aspersión. También encuentra que hay mejor persistencia en gránulo ya que estos alcanzan las partes más bajas de las hojas (axilas), protegiendo las esporas de la radiación solar.

Por este motivo Javelin 350 gr/Ha. que fué la dosis más baja, que comparada con los tratamientos Thuricide 750 y Thuricide 1000 gr/Ha. se comportaron de manera semejante, como se puede observar en la figura 6, ya que hay que tomar

en cuenta que Javelin viene en la presentación de gránulo y Thuricide en polvo humectable.

Estadísticamente no hay diferencia en aplicar cualquier dosis de *Bacillus thuringiensis* evaluada en este trabajo, pero aunque no se cuantificó daño ni se cosecho, se pudo observar que los tratamientos Thuricide 750, Thuricide 1000 y Javelkin 350 gr/Ha., había coles dañadas, principalmente las hojas exteriores y aunque estas no son el producto comercial tienen mayor cantidad de clorofila la cual utiliza la energía luminosa del sol para sintetizar carbohidratos que se traduce en un mayor desarrollo vegetativo de la planta; lo que pudiera indicar que si hubo una diferencia entre las dosis utilizadas, puesto que Javelin 1000 gr/Ha. presentó menos hojas dañadas y del tratamiento testigo no quedó ninguna col, puesto que las larvas de *Leptophobia arifa* que son muy voraces comieron toda la lámina foliar incluyendo las nervaduras, excepto las centrales.



Cuadro No. 16. Comparación de medias de larvas vivas de  
*Copitarsia spp* (DMS).

Tratamiento	Medias	
Testigo	1.91	A
Thuricide 750	0.82	B
Thuricide 1000	0.59	B
Javelin 350	0.42	B
Javelin 750	0.31	B
Javelin 500	0.27	C
Javelin 1000	0.20	C
	DNS .05	0.55

Nota. Las medias con las misma letra no son significativamente diferentes.

El análisis de varianza, cuadro 12, muestra que hay significancia entre tratamientos pero no entre bloques. En el cuadro 16, se presenta la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS), para larvas de *Copitarsia spp*, como se puede ver se definieron tres grupos de significancia: A. El tratamiento testigo, fue diferente a los tratamientos con aplicaciones de *B. thuringiensis*. B. Los tratamientos con las dosis de Thuricide 750 y 1000 gr/Ha., y Javelin 350 y 750 gr/Ha. son estadísticamente iguales entre si pero

diferentes a los demás tratamientos. C. Se puede observar que Javelin 500 y Javelin 1000 controlaron mejor las larvas de *Copitarsia spp.*

De acuerdo con los resultados obtenidos en el cuadro 16 en función de las dosis utilizadas, no sería económicamente recomendable la aplicación de Javelin en la dosis de 1000 gr/Ha. si aplicando 500 gr/Ha. estadísticamente da los mismos resultados. Este resultado parece ilógico, si se considera que también se aplicó 750 gr/Ha. de Javelin y no controló mejor que Javelin 500.

Esto se pudiera explicar a que el gusano del corazón de la col, como su nombre lo indica se alimenta de las hojas centrales y se encuentra dentro de la cabeza de la col y esto hace difícil su control, ya que los cristales tóxicos no penetran hacia el centro de la planta, puesto que las aplicaciones se hicieron sobre el follaje, pero no lo suficiente como para penetrar hacia las hojas centrales porque están compactas y poder evitar así el ataque de esta plaga

Aunque en los muestreos *Copitarsia spp.*, en comparación con *L. aripa*, como se puede ver en los cuadros 7 y 8 no es tan numerosa, se pudo observar a través de los 10 muestreos, que en los tratamientos con aplicación de *B. thuringiensis* esta larva causó más daño ya que una sola larva puede dañar completamente una planta, porque perfora la cabeza de la

col, en cambio las larvas de *L. aripa*, se alimentan de las hojas exteriores de la col y se necesita mas de una larva para causar dafío considerable a la planta.

Como se puede observar en el cuadro 14, el analisis de varianza, para larvas vivas de *Trichoplusia ni*, nos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques.

En otras investigaciones realizadas, utilizando *B. thuringiensis*, pero con diferentes cultivos, López en 1981, no encontró diferencia significativa al controlar *Hyphantria cunea* al aplicar dosis de 0.250 y 0.500 Kg/Ha. Flores 1981, reportó que en *Pieris rapae*, no hubo diferencia entre tratamientos de 250, 500 y 750 gr/Ha. de *Bacillus thuringiensis*.

Por esta información y los resultados observados en la figura 7, en donde los tratamientos no siguen un orden lógico de acuerdo a las dosificaciones ya que la literatura menciona que a mayor concentración de *B. thuringiensis*, mayor porcentaje de mortalidad, se comprueba que la susceptibilidad a *Bacillus thuringiensis*, varia de acuerdo a la especie y tambien esta influenciada por la humedad, temperatura, concurrencia de la infección con otros microorganismos, por el método de dosificación y presentación del insecticida, entre otros.

En el cuadro 13, se muestra el análisis de varianza para larvas de *Heliothis spp.*, se puede ver que estadísticamente hay significancia entre tratamientos como entre bloques. Como se puede observar en la figura 7, para el caso de *Heliothis spp.*, los tratamientos de Thuricide 750 y 100 gr/Ha. y Javelin 350 gr/Ha. presentaron una mayor población siendo Javelin 500, 750 y 1000 gr/Ha. los que presentaron menor número de larvas vivas, pudiendo decir que Javelin 1000 fué el que mejor controló esta larva; y que en comparación con *Trichoplusia ni* y *Copitarsia spp* la población fue menor, esta baja puede deberse a que esta larva se encontraba sobre la cabeza de la col, por lo cual al alimentarse tuvieron más posibilidad de ingerir al bioinsecticida.

Otra razón que se le atribuye es que ésta no es una plaga común ni tampoco de importancia económica de la col, atribuyendosele su incidencia a que en el Centro de Producción Agropecuaria se cultiva maíz.

En otra investigación realizada por Cisneros en 1980, durante el experimento la población de *Heliothis zea* fué baja y encontró que no existe diferencia entre usar 250 y 500 gr/Ha. de *Bacillus thuringiensis* para el control de ésta plaga.

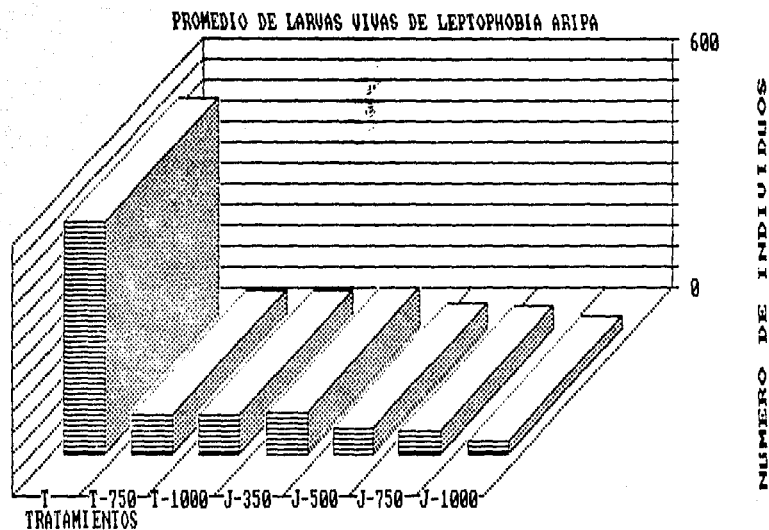


FIGURA 6.- Promedio de larvas vivas de *L. aripa*, en el cultivo de la col.

En el eje de la "x" se muestran los tratamientos y en el "y" el número de individuos.

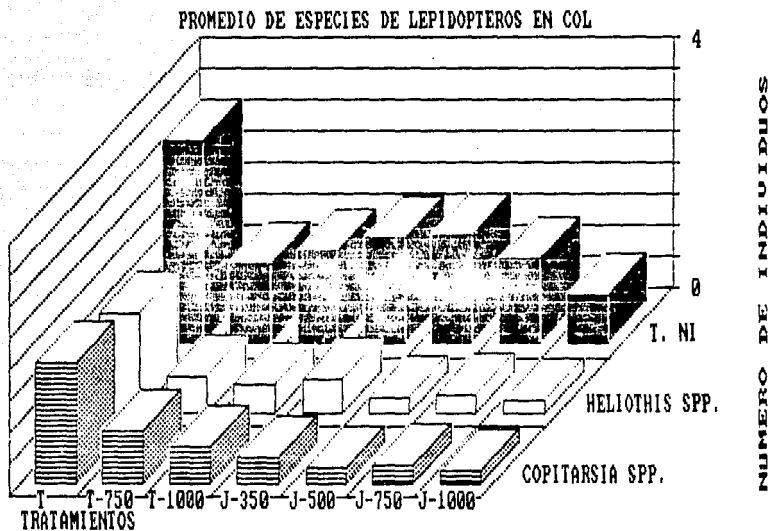


FIGURA 7.- Comportamiento de tres especies, de lepidopteros en el cultivo de la col. En el eje de las "X" se indican los tratamientos y en el "Y" el número de individuos. Las barras "rayadas" muestran el comportamiento de Copitarsia spp., las "blancas" Heliothis spp. y las "oscuras" - a Trichoplusia ni.

Cuadro No. 17. Temperatura y precipitación durante el ciclo de cultivo del estudio de comparación de Thuricide y Javelin en el Rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán 1989.

Mes	Temperatura x C	Precipitación mm
Junio	17.7	98.7
Julio	16.4	38.7
Agosto	16.7	123.1
Septiembre	15.6	83.2

Los resultados obtenidos en esta investigación cuadros 11, 12, 13, y 14 se pudieran deber tambien a las malas condiciones climáticas que prevalecieron a traves del experimento cuadro 17, ya que se tuvo un descenso de la temperatura cuando se hicieron las aplicaciones de *B. thuringiensis*, tambien estuvo lloviendo casi todos los dias del mes de Agosto y aunque en la preparacion del caldo se mezcio con un adherente por las condiciones lluviosas y las hojas cerosas de la col; las lluvias lavaror parte de los cristales y bacterias, esto con la baja de temperatura no dejaron actuar el producto y por lo tanto se tuvo una baja de eficiencia.

También la temperatura actuó sobre las larvas de lepidópteros, estas se alimentan con mayor intensidad en un clima caliente, y las temperaturas registradas durante el experimento corresponden a un clima templado, por esta razón se cree que las larvas de lepidópteros ingirieron una baja concentración de *B. thuringiensis*.

En la revisión de literatura se menciona que cuando las larvas ingieren poco producto solo sufren una parálisis de las piezas bucales, impidiendo así cualquier daño al cultivo y aunque se recuperen van a ser particularmente susceptibles a los factores naturales tales como stress por cambios ambientales, los predadores y los parasitoides.

En el cultivo también tuvimos la presencia del pulgón de la col y chinche arlequin, estas dos plagas no provocaron daño económico al cultivo, gracias a que también se presentó la catarinita *Hippodamia convergens* que es un predador muy voraz tanto en su fase adulta como ninfa, se alimenta principalmente de pulgones y huevecillos de insectos. Otro insecto benéfico que se presentó fue mosca *Tachinidae*, que pone sus huevecillos en la piel del hospedero (chinchas, pulgones, medidores, etc.), cuando completan su desarrollo de ninfa abandonan al hospedero mortalmente dañado.



## VII. CONCLUSIONES

1. Se considera improbable que *Bacillus thuringiensis* pueda sustituir por completo a los insecticidas químicos, pero promete ser utilísimo dentro de un programa de control integrado contra determinadas plagas.

2. *Bacillus thuringiensis* combate selectivamente las larvas de lepidópteros.

3. En términos generales el tratamiento de Javelin 1000 gr/Ha presentó el menor porcentaje de larvas vivas de lepidópteros, lo cual lo ubicó como el mejor tratamiento de los utilizados en el experimento.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Alcocer, G.L. 1968. El combate microbiológico de algunas plagas por medio de agentes patógenos para insectos. *Fitófilo*. XXI. No. 60. México.
- 2.- Alcocer, G.L. y Gottwald, C. 1980. Posibilidades de producción en México de *B. thuringiensis* a nivel de planta piloto. VIII Reunión Nacional de Control Biológico. Manzanillo. Colima, México.
- 3.- Andrews, R.E., et. al., 1980. Rocket Immuno-electrophoresis of the entomocidal parasporal crystal of *Bacillus thuringiensis*, subsp. Kurstaki. *Applied and environmental Microbiology*. Vol. 40. No.5.
- 4.- Beutelspacher, C.R. 1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Ediciones científicas. L.F.M.M. México.
- 5.- Bolea, L.J. 1982. Cultivo de Coles, Coliflores y Brocolis. Edit. Síntesis. Barcelona, España.
- 6.- Bryan, H.A., A.Ch.B. and G.Ch.B. 1976. *Bacteriología* Tercera edición C.E.C.S.A. México.

- 7.- Bulla Jr, L.A., D.B.B., K.J.K. and Y.I.S. 1980.  
Ultrastructure, Physiology and Biochemistry of  
*Bacillus thuringiensis*.
- 8.- Burges, H. D. and N. W. Hussey. 1973. Microbial control of  
insects and mites. Second printing. Academic Press.  
London, N.Y.
- 9.- Castillo, S.M. 1977. Fertilización óptima para col *Brassica*  
*oleraceae* var. capitata. En la región de General  
Escobedo. Nvo. León.
- 10.- Cisneros, F.B.A. 1980. Evaluación de un insecticida biológico  
a base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner), en maíz  
dulce, para el control del gusano elotero *Heliothis*  
*zea*. Tesis. ITESM, Monterrey, N.L. México.
- 11.- De Bach, P. 1969. Control Biológico de las plagas de insectos y  
malas hierbas. Segunda edición. Edit. C.E.C.S.A.  
México.
- 12.- De la Teja, A.C. 1982. Estudio de las características edáficas de  
los suelos de la Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán. Departamento de Ciencias Agrícolas.  
F.E.S.-C., U.N.A.M. (folleto) Cuautitlán México.

- 13.- FAO.1974. El empleo de virus para combatir plagas de insectos y vectores de enfermedades. Estudios Agropecuarios. Roma.
- 14.- FAO.1983. Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas . Tomo II. Informe de la tercera reunión del cuadro de expertos de la FAO. Estudio, Producción y Protección vegetal. Roma.
- 15.- Faust,R.M. s/a. Nature of Pathogenic Process of *Bacillus thuringiensis*.
- 16.- Fernández, D.y Alvarado, H. 1987 Determinación de las principales especies de insectos que atacan el cultivo de la col *Brassica oleracea* var. capitata L., Calabacita *Cucurbita pepo* L. y frijol ajotero *Phaseolus vulgaris* L.Durante el ciclo primavera - verano 1985 en la FES-Cuautitlán Edo. de México. Tesis.
- 17.- Flores,L.G. 1981. Evaluación del *Bacillus thuringiensis* Berliner en el control del gusano rayado de la col (*Pieris rapae* L.) en Apodaca N.L. México. Tesis

- 18.- Franco, G.A., Llorete, B. y Shapiro, A.M. 1988. Abundancia relativa de *Artogeria rapae* (L.), *Pontia protodice* y *Leptophobia arisa elodia* (Boisd) Lepidóptera: Pieridae en folia Entomológica Mexicana No 76. México, D.F.
- 19.- Galán-Wong, L. y Rodríguez, P.C. 1989. Bioinsecticidas. Microbiología industrial para su producción, ICYT Vol. 11. Num. 154. México, D.F.
- 20.- Garcia A.M. 1984. Patología Vegetal practica. Edit. Limusa. Seg. Edición. México.
- 21.- Guenkov, G. 1989. Fundamentos de Horticultura Cubana. Ediciones de Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba.
- 22.- Hoffmann, C.C. 1940. Catálogo Sistemático y Zoográfico de los lepidópteros Mexicanos. Instituto de Biología. Tomo XI, No 2. México.
- 23.- Hornby, J.A. and Gardner, W.A. 1987. Desagel Mortality Response of *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuide) and other Noctuidol larve to Beta -ex toxin of *Bacillus thuringiensis*. en Abstract. Vol. 86. No.4

- 24.- King, A.B.S.y Saunders, U.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticias en América Central. Overseas development Administration (ODA).Londres.
- 25.- Lagunes, T.A. 1988. Combate químico de plagas agrícolas en México.Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- 26.- Limongelli, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Hemisferio Sur Buenos Aires.
- 27.- Lynch, R.E., LewisL.C. and Berry B.C. 1980. Application Efficacy and Field. Persistence of *Bacillus thuringiensis* when applied to corn for European corn Borer. Control on Abstract. Vol. 73 No 1.
- 28.- Murillo, B.J.1988.Apuntes de Horticultura. FES-Cuautitlán. UNAM. México.
- 29.- Niwa, C.G., Stelser M. J. and Beckwith R. C. 1987. Effects of *Bacillus thuringiensis* on parasites of western spruce Budworm (Lepidóptera: Tortricidae). Abstract Vol. 80 No. 4.

- 30.- Ochoa, G.C. 1983. Actividad de la cepa GM-1 de *Bacillus thuringiensis* Berliner en *Spodoptera frugiperda*  
Tesis profesional. Universidad Autonoma de Nvo.  
León. México.
- 31.- Ramírez, A.B. 1988. Respuesta en la producción de siete  
cultivares de col *Brassica oleracea* var. capitata L.  
en San Miguel Regla, Municipio de Huasca  
Hidalgo. México.
- 32.- Reyna, T. T. 1978. Características climáticas-frutícolas en  
Cuautitlán, Estado de México. Boletín del  
Instituto de Geografía. Vol. 8. U.N.A.M., México.
- 33.- Salinas, P.J. y Briseño, A. 1981. Descripción de instares y  
observaciones sobre la biología del gusano verde  
del repollo. *Pieris arpa* Boisduval. Turrialba  
Vol.31 No. 3.
- 34.- Sánchez, S.O. 1980. La flora del Valle de México. Sexta edición  
Edit. Herrero, México.
- 35.- Todorov, A.V. 1985. Compendio de apuntes de Meteorología de  
la clase IV. O.M.M. No. 593. Ginebra Suiza.

36.-Torrez, M.O. y Marquez, H.D. 1985. Actividad de *Bacillus thuringiensis* Berliner GM-1; GM-2; GM-7 - GM-19 sobre *Heliothis virescens* (Fabricius) Tesis profesional Universidad Autónoma de N.L. Marín N.L. México.

37.- Torrez, V.G. 1984. Toxicidad de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) en larvas de *Heliothis virescens*, *spodoptera frugiperda*, *Spodoptera exigua* y *C. quinquefasciatus*. Tesis de Maestría en Ciencias . Colegio de Postgraduados, Chapingo México.

38.- Valdez, T. 1988. Seminario sobre col.Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

39.- Valenzuela, L.E. 1987. Microorganismos entomopatógenos.Su aprovechamiento en el control de insectos plaga. Primera edición Edit. U.A.CH. Chapingo, México.