

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

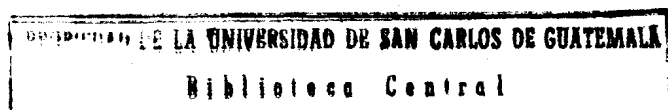
**“USO DEL *Bacillus thuringiensis*, Berliner. ASOCIADO
CON PIRETROIDES Y ENDOSULFAN EN EL CONTROL DE
Pieris monuste, *Trichoplusia ni* y *Plutella maculipennis*
EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR
(*Brassica oleracea*. Var. botritis).**



En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1980.



01
T(574)
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. LEONEL CARRILLO REEVES

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Antonio Sandoval S.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Orlando Arjona
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Salvador Castillo
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Rudy Villatoro
VOCAL CUARTO	P. A. Efraín Medina
VOCAL QUINTO	Prof. Edgar Franco Rivera
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Sánchez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Felipe Jerónimo
EXAMINADOR	Ing. Agr. Ronaldo Prado R.
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Salcedo

Guatemala, noviembre de 1980.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con las normas que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"USO DEL *Bacillus thuringiensis*, Berliner. ASOCIADO CON PIRETROIDES Y ENDOSULFAN EN EL CONTROL DE *Pieris monuste*, *Trichoplusia ni* y *Plutella maculipennis* EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR (*Brassica oleracea*. Var. *botritis*)"

Como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, ruego a vosotros aceptar las muestras de mi consideración y respeto.

NERY VELASCO CHANG

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

22 de octubre de 1980

Doctor
Antonio Sandoval
Decano Fac. Agronomía
Presente

Señor Decano:

Por medio de la presente remito a usted, la tesis elaborada por el estudiante Nery Velasco Chang, la cual se titula "USO DEL Bacillus thuringiensis, Berliner. ASOCIADO CON PIRETROIDES Y ENDOSULFAN EN EL CONTROL DE - Pieris monuste, Trichoplusia ni y Plutella maculipennis EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR (Brassica oleracea. Var. botritis), y cuyo trabajo experimental fue asesorado por mi, en cumplimiento de la designación hecha por el Decanato.

Considero que dicha tesis aporta conocimientos útiles a los productores de verduras y a los investigadores en general, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,


Dr. José de Jesús Castro U.
Asesor

JJC/nlzm

cc. archivo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA VICKY MALDONADO

A MIS FAMILIARES Y
AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
- A LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- Al GRUPO SUIZO DE SANTIAGO
SACATEPEQUEZ
- A LA COMUNIDAD DE SANTA MARIA
CAUQUE
- A MI PUEBLO MALACATAN,
SAN MARCOS
- A EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la Aldea Santa María Cauqué, Municipio de Santiago Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez, ya que dicho estudio está asociado al nivel socio-económico de los agricultores.

Tomando como objetivos del estudio, la búsqueda de insecticidas menos tóxicos a animales benéficos y al hombre, obtener una mejor calidad de la coliflor y una evaluación de los efectos de asociación entre piretroides, endosulfán y el *Bacillus thuringiensis*.

En la revisión de literatura se trata de dar una descripción general de los insectos-plaga de la coliflor y de acuerdo a la severidad de ataque. También una descripción general de las características de las bacterias formadoras de cristales, tomando en cuenta su toxicidad, modo de acción, sintomatología y otros aspectos de su reproducción, en igual forma dar una idea general de los piretroides.

Se planteó una hipótesis nula, la cual fue: No existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, en cuanto al control de las plagas de la coliflor.

Dentro de la metodología que se siguió se da una descripción general del área donde se realizó el experimento, las fechas en que se realizó (del 10-9-79 al 19-11-79), las condiciones climáticas durante el experimento (Temperatura máxima promedio 22.04°C., temperatura mínima promedio 12.57°C, humedad relativa promedio 61.40/o y la precipitación de 1294 mm.

Dicha área presentó muy buen contenido de NPK y buena relación entre el Ca y el Mg y con un PH neutro.

El semillero, trasplante, abonado y limpiezas se realizaron según las costumbres del agricultor, los conteos de larvas de las plagas predatoras, destrucción del área foliar, se realizaron un día antes de cada fumigación, muestreando 20 plantas al azar por parcela en cada repetición, el intervalo entre cada aplicación fue de 12 días.

Para determinar la residualidad de los productos aplicados sacaron muestras solo de los tratamientos donde las dosis eran las más altas. La calidad de la coliflor se determinó al final del ciclo del cultivo, seleccionando la flor (coliflor) de primera (aquella que no presentaba ningún daño), y de segunda (aquella que presentaba algún daño de alguna plaga).

Se realizaron 20 tratamientos, combinando el *Bacillus thuringiensis* en tres dosis con los piretroides (Decis y Pounce) y endosulfán, y solos en las mismas tres dosis, a excepción del endosulfán. Las dimensiones del área del experimento fue de 20 mts. de ancho por 45.6 mts. de largo; cada parcela tenía las dimensiones de 3.8 mts. de ancho por 4.0 mts. de largo; las distancias de siembra fueron de 45 cms. al cuadrado.

1. Hojas internas sanas y hojas externas sanas (0o/o de daño)
2. Hojas internas sanas y hojas externas con daño (5o/o de daño)
3. Hojas internas sanas y hojas externas ligeramente dañadas (10o/o de daño)

4. Hojas internas sanas y hojas externas severamente dañadas (25o/o de daño)
5. Hojas internas y externas severamente dañadas (50o/o de daño)
6. Planta completamente defoliada, es decir quedándole solamente las venas (100o/o de daño)

Esta fue la escala de 1 a 6 que se usó para determinar la destrucción del área foliar.

La metodología estadística utilizada, fue la de Bloques al azar, además se usó la prueba de Comparaciones Múltiples (prueba de Tukey) y se realizó un análisis de Correlación Lineal entre el tanto por ciento de plantas sanas (coliflores) de primera calidad; obteniéndose al final, que en los tratamientos 3, 6, y 9 fueron los que tuvieron el mejor control de las plagas de la coliflor y se obtuvo la mejor calidad de coliflor, pero resultaron tener una rentabilidad nula.

Los resultados de mayor rentabilidad se observa en los tratamientos 10, 11 y 12, los cuales no presentan diferencia significativa entre los mejores tratamientos.

Los productos insecticidas usados no presentan problemas de residualidad a 4 y a 6 días después de aplicado el producto, ni tampoco resultaron tóxicos para animales benéficos. En el presente estudio se detectó una plaga muy importante que daña en forma directa a la coliflor, afectando la calidad de la misma, que no fue considerada al inicio del estudio porque se desconocía su daño; dicha plaga se conoce con el nombre de *Epicaerus* sp.

El presente estudio pretende aportar una fase inicial en la posible solución de los problemas socioeconómicos del pequeño agricultor, considerando que al trabajar con insecticidas biológicos difícilmente se puede llegar a una conclusión definitiva con un primer estudio, por la serie de factores climáticos a que está sujeto el producto biológico.

CONTENIDO

- I. Introducción
- II. Revisión de Literatura
 - II.1 Descripción general de los insectos-plaga de la coliflor de acuerdo a la severidad de ataque en la evaluación de los productos.
 - II.1.1 Pieris Monuste
 - II.1.1.1 Importancia y tipo del daño.
 - II.1.1.2 Ciclo de vida, apariencia y hábitos.
 - II.1.2 Trichoplusia ni
 - II.1.2.1 Importancia y tipo del daño.
 - II.1.2.2 Ciclo de vida, apariencia y hábitos.
 - II.2 Como escogen los insectos sus plantas alimenticias.
 - II.3 Bacterias formadoras de cristales.
 - II.3.1 Características generales.
 - II.3.2 Enfermedades causadas por bacterias cristalíferas.
 - II.3.3 Componentes tóxicos del *Bacillus thuringiensis*. Berliner.
 - II.3.4 Modo de Acción.
 - II.3.5 Sintomatología.
 - II.3.6 Patogenicidad.
 - II.4 Estandarización de las preparaciones del *Bacillus thuringiensis*. Berliner
 - II.5 Producción Masiva del *Bacillus thuringiensis*. Berliner.
 - II.6 Los Piretroides.
 - II.6.1 Los piretroides Fotolábiles y Fotoestables.
 - II.6.2 Modo de Acción.
 - II.6.3 Toxicidad.
- III. Objetivos
- IV. Materiales y métodos.
 - IV.1 Localización y fechas del experimento.
 - IV.2 Condiciones del suelo.
 - IV.3 Descripción de la técnica empleada.
 - IV.4 Variedad de coliflor utilizada y su composición química.
 - IV.5 Descripción del método estadístico.
- V. Resultados
- VI. Discusión
- VII. Conclusiones
- VIII. Recomendaciones
- IX. Bibliografía

I. INTRODUCCION:

El hombre comparte el ecosistema mundial con numerosos animales y plantas, de los cuales algunos son nocivos. Esto, ha exigido esfuerzos constantes y onerosos para controlar insectos, enfermedades y malas hierbas, que perjudican la salud del hombre y menoscaban su producción alimenticia.

En los últimos tres decenios, los plaguicidas orgánicos sintéticos han sido el arma principal, que ha empleado el hombre para combatir las plagas, contribuyendo en forma importante al aumento del rendimiento de muchos de los cultivos de varias partes del mundo, especialmente de los países desarrollados. Por mala suerte, su disponibilidad, y eficacia a breve plazo han llevado a un uso excesivo, especialmente en el caso de los insecticidas de amplio espectro, para la lucha contra los insectos. La excesiva dependencia en los plaguicidas químicos:

- a. Ha creado problemas bien conocidos de contaminación.
- b. Ha provocado una mayor abundancia de algunas plagas.
- c. Ha creado nuevas plagas.
- d. Ha desarrollado en las plagas, una resistencia a los efectos de los plaguicidas.(6)

Tomando en cuenta la resistencia que se ha desarrollado y ha evolucionado en los insectos a los insecticidas químicos, los toxicólogos han pensado en evitar estas consecuencias desfavorables de los tratamientos químicos mediante el incremento de la persistencia de los pesticidas usados, o por aplicaciones más frecuentes a fin de aumentar los residuos tóxicos. Estas condiciones no siempre han proporcionado el control duradero de plagas que se esperaba, y frecuentemente han conducido al aumento en el uso de los pesticidas y al incremento de los problemas de residuos en los productos y en el suelo, a la vez constituyendo un peligro para la flora y la fauna, así como para la salud del hombre. (3 y 6).

Todos estos resultados, han estimulado el interés en el diseño de programas en los que los pesticidas trabajen en forma armónica con los agentes biológicos que intervienen en la disminución del incremento de las plagas, ya que se ha demostrado que la sanidad vegetal y el control biológico de plagas no han sido completamente efectivos en numerosos cultivos; en especial en monocultivos. (3 y 9).

El control de insectos mediante el uso de microorganismos patógenos ha sido considerado como una parte del complejo ecológico, el cual ha avanzado rápidamente, debido a la adopción de muchos de los principios y métodos tanto del control biológico como del químico. Tanada,(3) establece que, "el uso de patógenos para el control de plagas de insectos, tiene una interrelación muy estrecha con estos dos campos y que las aplicaciones más exitosas que se hagan en el futuro posiblemente se harán en conjunción con estos otros agentes de control."

Se puede decir que, para obtener una buena rentabilidad en todo tipo de explotación agrícola, hay que tener en cuenta no solo la disminución de los daños ocasionados por las

plagas, sino también la disminución de los costos de producción sin perjuicio alguno; también no interesa la aplicación de productos químicos más potentes, ni tampoco aplicar las dosis más altas, sino también tratar de reestablecer el equilibrio ecológico.

Los microorganismos que podrían utilizarse en los trabajos de control biológico por causar enfermedades en los insectos son: bacterias, hongos, virus y protozoarios. (3, 13 y 14) la mayor parte de las bacterias patógenas que se han empleado para los insectos con éxito en el control microbiano, son esporíferas y el mejor ejemplo es el *Bacillus thuringiensis* Berliner. Este bacilo es una bacteria, que parasita un gran número de especies de insectos, especialmente Lepidópteros que invaden a muchos cultivos. Esta bacteria no deja residuos químicos, no es tóxica para el hombre y ni para otros animales de sangre caliente. (1, 3, 13 y 14).

En el medio agrícola nuestro cierto, ciertos insectos como *Pieris monuste*, *Trichoplusia* ni Hubner y *Plutella maculipennis* Curtis son considerados de importancia económica en la producción hortícola, especialmente en el cultivo del coliflor, afectando su calidad lo que implica una baja en los ingresos del productor.

No está demás anotar que, dicho cultivo está tomando auge en la zona del Altiplano Central del país, no solo porque representa un mayor ingreso económico sobre otros cultivos, sino porque tiene un mercado seguro.

Previo a llevar a cabo esta investigación, se realizó un sondeo sobre la problemática de la Comunidad (Sta. María Cauqué, Municipio de Santiago Sacatepéquez) para poder determinar ¿Qué problema causaba mayor impacto socio-económico para la región? Determinándose en orden de preoridad, que se hace necesario el control de plagas en el cultivo de la coliflor.

En base a lo anterior, los objetivos de la investigación fueron:

- a) Buscar insecticidas menos tóxicos a animales benéficos y al hombre.
 - b) Obtener un producto (coliflor) de mejor calidad.
 - c) Evaluar los efectos de asociación entre piretroides y, endosulfan y el *Bacillus thuringiensis*.
1. La asociación del *Bacillus thuringiensis* Berliner con piretroides, se pensó llevar a cabo, ya que en la comunidad, el uso de estos productos se ha intensificado al comprobar que ejerce (el uso de estos productos se ha intensificado) un control efectivo de las plagas de la coliflor además menos tóxicos a los que se usaban anteriormente, tal es el caso del Tamarón.
 2. El presente estudio pretende ser una fase inicial a la solución del problema que presenta el cultivo de la coliflor en la comunidad de Sta. Ma. Cauqué, en lo que se refiere al control de plagas, dado a que estos datos servirán de base para estudios más específicos.

II. REVISION DE LITERATURA:

II.1 Descripción General de los Insectos de la Coliflor de acuerdo a la severidad de ataque en la evaluación de los productos.

Los insectos de acuerdo a su importancia y aparecimiento en el estudio efectuado en la Aldea de Santa María Cauqué Municipio de Santiago Sacatepéquez, fueron identificados por el Ingeniero Agrónomo Alfredo Galli del grupo Suizo de Santiago Sacatepéquez como *Pieris monuste*. *Trichoplusia ni* Hubner y *Plutella maculipennis* Curtis.

- II.1.1 Orden: Lepidóptero
 Familia: Pieridae
 Género: Pieris
 Especie: *Pieris monuste*
 Común: Gusano importado de la col (13)

II.1.1.1. Importancia y Tipo del Daño:

Las primeras hojas exteriores formadas en la coliflor, la col y plantas relacionadas son generalmente acribilladas con agujeros grandes de forma y tamaño irregulares por gusanos verdes aterciopelados de todos tamaños, hasta 3.5 cm. de largo. Si las hojas son separadas se encontrarán masas de perdigones desde verdoso a café (el excremento de los gusanos) sostenidas en los ángulos de las hojas. Como el tejido de la hoja es generalmente devorado por esos gusanos, el crecimiento de las plantas es interferido seriamente, y las hojas de coliflor y la col resultan pequeñas o no se forman al final.

Cuando hay una infestación muy severa en la coliflor ya formada, baja la calidad del producto. La plaga puede llegar a destruir completamente una plantación si no se toman medidas de control. (13)

Esta larva-Plaga al igual que otras tienen "enemigos naturales" principalmente la avispa braconídea, *Apanteles glomeratus* y la avispa calcidada, *Pteromalus puparum* y otros predadores (otros insectos, arañas, etc.) También sufre enfermedades por hongos, virus y bacterias, especialmente del *Bacillus thuringiensis*. Berliner (2 y 13).

Todas las hortalizas de la familia de la col o mostaza sirven de alimento a este gusano: la col, coliflor, kale, col rizada, colirrábano, coquecitas de brúselas, mostaza, rábano, nabo; también se alimentan con el berro, reseda, lechuga. (13)

Estas y otras especies de *Pieris* se encuentran ampliamente distribuidas por muchos países del mundo causando serios problemas en el cultivo de crucíferas. (13)

II.1.1.2 Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos :

Ni los gusanos verdosos, ni las mariposas blancas persisten a través de épocas muy frías, sino únicamente en estado pupal. Esta es una CRISALIDA desnuda, de color grisáceo,

verodos y ocre, con algunas proyecciones agudas angulares sobre su dorso y en la frente. Permanece suspendida en alguna parte de la planta, u otro objeto cercano a la parcela de la coliflor. El extremo anterior de la pupa es sostenido con seda para evitar que cuelgue la cabeza hacia abajo.

Según observaciones el adulto es una mariposa de color blanco amarillento con manchas negras en el extremo de sus alas, y la orilla de las mismas, que vuelan por los huertos, deteniéndose frecuentemente para pegar sus huevecillos en las hojas externas e internas de la coliflor.

En total varios cientos de HUEVECILLOS son puestos por una sola hembra.(13) Según observaciones una hembra puede llegar a poner entre 10 a 15 posturas de huevos por plantas, teniendo como promedio cada postura entre 50 a 60 huevos.

Los huevos son grandes como para ser vistos, tienen la forma de una bala corta muy ancha, son de color amarillo profundo y tienen ranuras tanto en forma longitudinal como transversal. Cada huevecillo da lugar entre 6-8 días a un gusano o LARVA muy pequeña de color verdoso la cual se alimenta vorazmente de las hojas y alcanza una longitud de 3.5 cm. o un poco más; en más o menos 3-4 semanas (según observación) los gusanos tienen una apariencia de ser de color verde pálido; pero tienen un gran número de rayas transversales de color amarillo y una raya amarilla a lo largo de cada lado del cuerpo. Los movimientos de estos gusanos son lentos y uniformes, siendo sostenido el cuerpo por tres pares de patas delgadas y cinco pares de falsas patas carnosas.(13)

II.1.2 Orden: Lepidóptero
 Familia: Noctuidae
 Género: Trichoplusia
 Especie: Trichoplusia ni
 Común: Falso Medidor (13)

II.1.2.1 Importancia y Tipo del Daño:

Esta especie se alimenta de la planta de la misma manera que *Pieris monuste* y comunmente las dos especies se encuentran en la misma planta.

Inmediatamente después de la eclosión el *Trichoplusia ni* inicia su alimentación, generalmente en el envés de las hojas y en la coliflor casi siempre la inician en las hojas exteriores.(13)

Estas larvas se alimentan inicialmente del tejido epidérmico, pudiéndose ver a trasluz este daño, tejido de color claro y muy delgado. Posteriormente se forman perforaciones. Cuando existe gran cantidad de larvas, al comer, dejan solamente las venas de las hojas externas e internas, también puede demeritar la calidad de la coliflor si ya está formada. Si no se toman las medidas necesarias puede destruir una plantación.(13) Afortunadamente ésta, como la gran mayoría de las larvas-plaga, cuenta con "enemigos naturales" como los mencionados en el *Pieris monuste*. (2, 7, 13 y 14).

II.1.2.2 Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos:

El gusano falso medidor inverna en los lugares muy fríos en estado de PUPA de color verdoso a café, pudiendo llegar a 2.5 cm. de largo, envuelta en un cocón delicado, de hilos blancos entretejidos y sostenido por uno de sus lados, generalmente a una hoja de la planta. El cocón es tan delgado que la pupa se puede ver delineada en su interior. En este estado la pupa puede tardar de 8-15 días. (7 y 13) Estas pupas se transforman en la primavera, en ADULTOS (palomillas) de un color café grisáceo general, con una extensión de más o menos de 2.5 cm. de largo y con una extensión alar de casi 3.75 cm. Las alas anteriores, de color café moteado, tienen una mancha plateada cerca de la mitad semejando un poco a la cifra ocho; las alas posteriores son de color café más claro a bronceado.

Son de hábitos nocturnos, y mucho menos notorias por los campos que las mariposas de *Pieris monuste*. La hembra puede alcanzar a depositar de 100-300 HUEVECILLOS en forma aislada en el envés de las hojas. En esto influye la succulencia, edad y tipo de planta; dependiendo de las condiciones de temperatura humedad relativa y precipitación(13).

El huevo es de color verde claro a blanco verdoso, con estrías que parten de la parte de encima desde un círculo. Su forma general es de taza boca abajo, aplanada, por la parte que está adherida a la hoja. La etapa de huevo dura de 2 a 5 días. (7) Greene citado por Barrios Alberto (2) encontró predominancia de oviposición sobre la parte basal de las hojas, en un 64o/o, a partir de 2.54 cm. del margen. Indicando además que un 39o/o del total de huevos fueron puestos sobre las hojas que se encontraban a un ángulo de 30° a 60° sobre la superficie del suelo.

Todo el daño es causado por la LARVA. Esta es de color verdoso, su cuerpo se adelgaza hacia la cabeza, tiene una línea blanca delgada pero conspicua en cada lado del cuerpo longitudinalmente, justamente abajo de los espiráculos y otras dos cerca de la línea media del dorso.

La larva tiene tres pares de patas delgadas cerca de la cabeza y tres pares de falsas patas (dos pares juntas) un par en el último segmento) después de la mitad del cuerpo.

La parte media de éste carece de patas, y generalmente, esta región se encuentra encorvada hacia arriba. De dos a cuatro semanas el pequeño gusano alcanza su tamaño completo.(13)

Puede haber de dos, tres, cuatro o más generaciones al año, el número de gusanos generalmente aumenta con cada generación. (7, y 13). Cuando ha llegado a su completo desarrollo, la larva puede llegar a medir de 2.5-3.5 cm. (13)

II.1.3	Orden:	Lepidópteros
	Familia:	Plutellidae
	Género:	Plutella
	Especie:	Plutella maculipennis curtis
	Común:	Palomilla de dorso de diamante.(13)

II.1.3.1 Importancia y Tipo del Daño:

Es uno de los gusanos menores de la coliflor, que rara vez devoran más que un pequeño porcentaje de las hojas, los gusanos muy pequeños, se alimentan sobre el envés de la hoja, y haciendo muchos agujeros pequeños, dejando un efecto de tiro de munición por todas las hojas.(13)

Las hojas tiernas de la coliflor, son su predilección para alimentarse, logrando después penetrar en la cabeza de la coliflor en donde se hace difícil controlarlo, afectando el valor comercial del producto.(13)

En las temporadas secas, pueden volverse muy abundantes como para ocasionar daño apreciable en la coliflor joven. Al igual que las dos plagas antes mencionadas, cuenta con "enemigos naturales";(13), también se alimentan de todas las crucíferas, y de algunas plantas ornamentales, etc. Se encuentra distribuida por todas partes del mundo.(13 y 14).

II.1.3.2 Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos:

Los pequeños ADULTOS (palomillas grisáceas) pasan el invierno escondidos debajo de los remanentes de la cosecha del col que pquedan en el campo. Miden más o menos 0.8 cm. de largo, las alas dobladas y se dirigen hacia afuera y para arriba hacia las puntas y en el macho forman una hilera de tres machas amarillas en forma de diamante, donde se unen en la mitad del dorso. Las alas posteriores tienen un fleco de pelos largos. Los adultos son relativamente quietos durante las horas del día aunque vuelan rápidamente si son molestados, y lo hacen en zig-zag. (13)

Los pequeños HUEVECILLOS son de color blanco amarillento, casi esféricos, teniendo 0.5 mm. de diámetro. La hembra pone sus huevos en grupos aislados en número de 2 a 4. Puede poner hasta 200, pero el número total varía de acuerdo a fluctuaciones de temperatura, humedad relativa y tipo de alimentación.(13 y 14). Los huevos regularmente son colocados por la hembra en el interior de las hojas, de preferencia en las recién formadas de la coliflor; casi nunca quedan expuestos directamente al ambiente. (13) Miner citado por Barrios (2) realizó estudios del ciclo biológico de este insecto (1939) teniendo como variables distintas temperaturas; reportando que los huevos tienen una duración máxima de 4 días a 24.4°C, y de 2 días como mínimo a 27.8°C.

Las LARVAS rara vez exceden en tamaño a 0.8 mm. de largo, son de color amarillo verdoso claro con finos pelos negros y erectos sobre el cuerpo; tienen el hábito de retorcerse activamente cuando son perturbados o dejarse caer en un hilo de seda. El grosor de la larva se reduce en sus extremos; y tienen el mayor grosor en el centro.(13)

Miner citado por Barrios (2), reporta que las larvas vivieron 23 días a 23°C. 5 días a 27.8°C.

En su estado de PUPA, el cocón dentro del cual el gusano completamente desarrollado cambia a palomilla, es un saco de gasa de 1.2 cm. de largo, pero tan delgado y tejido en forma suelta, que casi no exconde a la pupa. La pequeña palomilla emerge del cocón, en el término de una semana, e inmediatamente inicia otra generación, de las cuales puede haber de 2 a 5, o más, al año en las regiones templadas.(13 y 14).

Miner citado por Barrios (2) establece que la etapa de pupa puede tardar de 8 días a 18.9°C; 3 días a 28.9°C.

II.2 Como Escogen los Insectos sus Plantas Alimenticias:

Tal es el caso de asociación de insectos con plantas hospederas de clases específicas, tenemos el caso de la coliflor, la col, el rábano, el colirabano la col de bruselas, las nabos; estas plantas tienen un olor y sabor penetrante, debido a la presencia de compuestos químicos conocidos como aceites de mostaza, que secretan los tejidos de las plantas. Estos compuestos químicos atraen hacia las plantas a una serie de insectos que no tienen ningún parentesco entre sí y que quizá ovipositan.(14)

Así, las mariposas de lepidópteros buscan campos de coles para depositar sus huevos en ellas, de modo que después las orugas se alimentan sobre las plantas seleccionadas por las mariposas progenitoras. Si se les pone en plantas extrañas, las larvas no se alimentan y perecen en medio de la abundancia. Solo si se unta el follaje de la planta extraña con savia de la planta acostumbrada o con aceite de mostaza se empiezan a alimentar. En ciertos insectos, las etapas adultas y larvarias se alimentan con la misma planta, pero la mariposa adulta de la col; como otras mariposas y palomillas, chupan el néctar de diferentes flors. (14). Hasta hace una década era admisible atribuir la selección de alimentos, a un "sexto sentido" botánico, sin necesidad de recurrir a tratados botánicos sistemáticos.

Esta suposición aclara la conducta de algunos insectos que se han mencionado, pero tiene sus fallas. Un ejemplo es la mariposa de la col, por general restringe su alimentación a plantas de Familia de las coles, aunque sus orugas aparezcan en ocasiones en otras plantas disímiles y sin ningún parentesco entre ellas. Una es la capuchina, que sus hojas tienen el olor y gusto penetrante, similar al aceite de mostaza de la col. (14)

E. Verschaffelt, citado por Meza Nieto (14), dedujo que la presencia de estos compuestos químicos era el factor que determinaba su elección. Otros entomólogos como Vicent G. citado por Meza Nieto (14), han ampliado esos estudios, determinando que algún compuesto químico específico (o más de uno en combinación), forman el lazo que los vincula a una dieta constante e invariable.

Este conocimiento es aún muy fragmentario para permitir una amplia generalización.(14).

II.3 Bacterias Formadoras de Cristales:

II.3.1 Características Generales:

Estas bacterias se incluyen en el orden Eubacteriales, Familia Bacillaceae, Género Bacillus. La Familia Bacillaceae incluye bacilos, esporógenos gram-positivos, células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas largas. (1, 11 y 16).

El *Bacillus thuringiensis* Berliner, es un microorganismo semejante al *Bacillus cereus*, se halla ampliamente distribuido por el mundo, tiene forma de bastón, produce esporas, es aerobio y gram-positivo. El *Bacillus thuringiensis* Berliner, es único en su caracterización por

la producción de uno o más cristales parasporales proteínicos durante su ciclo de esporulación; por su acción patógena en larvas de Lepidópteros, por su habilidad para usar citrato de carbono como única fuente de carbono y por el alto contenido de fosfato en su espora. La célula vegetativa tiene un tamaño de uno por cinco micrones y la espora y la partícula de proteína cristalizada tiene cada una un diámetro de 0.5 a 1.0 micrón. El sistema de clasificación para las sub-especies de *Bacillus thuringiensis*, Berliner, se basa en las propiedades de las proteínas flagelares. Se han identificado por lo menos doce serotipos. (1 y 3).

Tanto *Bacillus cereus* como *Bacillus thuringiensis* Berliner, son habitantes comunes del ambiente y crecen en ciertos tipos de suelos.(1). El cristal o cuerpo parasporal es formado por el bacilo al mismo tiempo que forma la espora. Generalmente tiene forma de diamante, pero en algunas especies tiene forma de romboide o cubo mide. (3 y 11). Es de naturaleza protéica, tiene más de un 17o/o de nitrógeno y cuando menos 17 aminoácidos, pero no tiene fósforo.

Se tiñe fácilmente con colorantes biológicos y con facilidad se observa con tinciones negativas o por medio del microscopio de fase. (2 y 3).

Tanto Berliner (1915) como Mattes (1927), citados por De Bach (3) observaron el cristal en *Bacillus thuringiensis* Var. *thuringiensis*, pero no lo asociaron con la toxicidad o patogenicidad del bacilo. Hannay (1953-1955), Tovamanoff y Vago (1951-1953) citados por Bach (3) reportaron la acción tóxica de *Bacillus thuringiensis* Var. *alesti*. Angus (1954-1956) estableció una relación entre la toxina cristalizada de sotto y la parálisis que ocurre en el insecto después de la ingestión del cristal.

También encontró que mientras la proteína tóxica causa la parálisis por ingestión, ésta no tenía efecto cuando se inyectaba dentro del cuerpo. (3)

El cristal es soluble en soluciones alcalinas; hay alguna indicación de una correlación entre el pH del intestino y su susceptibilidad a la toxicidad del cristal.

Como sugirió Hannay (1956) citado por De Bach (3) existe un triángulo de variables (insectos-hospedero, bacilo y cristal). La durabilidad del cristal está indicada por el hecho de que preparaciones de esporas que sacan de *Bacillus thuringiensis* Var. *thuringiensis* puede retener su habilidad para matar insectos susceptibles por cerca de 10 años(3).

Debe hacerse notar que *Bacillus thuringiensis*, Berliner, también produce una sustancia soluble en agua y establece al calor, diferentes al cristal y a la lecitinasa, la cual es tóxica para los insectos cuando se les inyecta.(3)

II.3.2 Enfermedades Causadas por Bacterias Cristalíferas:

La especie mejor conocida como *Bacillus thuringiensis* Berliner, fue aislada en 1911 por Berliner de larvas de la palomilla de la harina del mediterraneo, *Anagasta Kuhnella* (zell) (3).

Ishiwata (1905) citado por De Bach (3), aisló de larvas enfermas del gusano de seda en Japón un bacilo Cristalífero conocido como *Bacillus Sotto* Ishiwata.

Toumanoff y Vago (1951) citado por De Bach (3), reportaron, como la causa de la flechería del gusano de seda a una bacteria que nombraron *Bacillus cereus* var. *alesti*.

Estas tres formadoras de esporas están relacionadas entre sí y sólo se distinguen de la bacteria común del suelo *Bacillus cereus*, en que ésta no contiene la inclusión cristalina en su esporangio(3).

En 1959, la taxonomía y nomenclatura de los patógenos de insectos relacionadas con *Bacillus cereus* fueron estudiadas por Heimpel y Angus, quienes propusieron que estas tres bacterias cristalíferas se designaran como variedades de *Bacillus thuringiensis*.(3).

En 1949, Steinhaus, citado por De Bach (3), aisló de *Aphomia gularis* (zell) una bacteria cristalífera la que Heimpel y Angus consideraron como una especie de *Bacillus entomocidus* var. *entomocidus*.

En 1945 Steinhaus, citado por de Bach (3), aisló una nueva especie semejante a la palomilla India de la harina, *Plodia interpunctella* (Hbn), y Heimpel y Angus decidieron que era una variedad de *Bacillus entomocidus* var. *subtoxicus*.

Otra especie en que los cristales no son tóxicos a Lepidopteros fue llamada por Heimpel y Angus como *Bacillus finitimus*. (3).

En Rusia Talalaev (1956) citado por De Bach (3) aisló del gusano de seda siberiano, *Dendrolimus sibericus* Tshetv. una bacteria formada de espora a la que llamó *Bacillus dendrolimus*.

Ishiwata, Aoki y Chigasaki (1906 y 1915) observaron que cultivos viejos (esporulados y habiendo formado cristales) de *Bacillus thuringiensis* var. *sotto* contenían una sustancia tóxica para el gusano de seda.

En resumen se presenta las variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner, actualmente aisladas, según Heimpel citado por De Bach (3) y Barrios Alberto (2):

A. Variedades con cuerpo parasporal presente:

A.1 Los que producen Fosfolipasa C.

—	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>
—	" " " <i>amuscatoxicus</i>
—	" " " <i>aiszawai</i>
—	" " " <i>pacificus</i>
—	" " " <i>sotto</i>
—	" " " <i>dendrolimus</i>
—	" " " <i>alesti</i>

A.2 Los que no producen fosfolipasa C

—	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>gallerias</i>
—	" " " <i>anagastas</i>
—	" " " <i>entomocidus</i>
—	" " " <i>subtoxicus</i>

II.3.3 Componentes Tóxicos del *Bacillus thuringiensis*, Berliner.

En varias pruebas realizadas por Steinhilber (1960) citado por De Bach (3), con el gusano de seda, el y/o la variedad *Bacillus thuringiensis* var. *alesti*, fue la más virulenta, una variedad de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, fue ligeramente virulenta. Le sigue en virulencia de las variedades anteriores *Bacillus thuringiensis* var. *sotto*, *Bacillus thuringiensis* var. *entomocidus* y la variedad original de Mattes, *Bacillus thuringiensis* variedad *thuringiensis*. Existe por lo menos tres formas diferentes de acción por la cual la bacteria puede matar al insecto. Estas fueron aclaradas por Heimpel y Angus (1959) que las designaron como tipos I, II, III, (3).

Tipo I. A los cinco o veinte minutos después de la ingestión del bacilo esporulado, hay una parálisis del intestino medio después de una a siete horas, sucede una parálisis general de todo el insecto, la cual va acompañada por un incremento en el pH de la sangre de uno a uno punto cinco, lo que indica que hay una filtración de material alcalino del intestino a la sangre. Este modo de acción se ha visto como ejemplo en *Bombyx*, *Protoparce* y *Anterea* (3).

Tipo II., Los insectos por ejemplo *Malacosoma*, *Anisota* y *Nymphalis*, no sufren incremento en el pH, pero hay parálisis del intestino y muere a los dos o cuatro días con una parálisis general. No muere por la toxina en ausencia de esporas como el caso de los tipos anteriores.

Parece ser, que la espора debe germinar (en presencia de las toxinas) y crecer en el intestino medio. La mayoría de especies susceptibles son lepidópteros, pero ciertos dípteros, himenópteros y coleópteros, pueden ser susceptibles cuando reciben grandes dosis de esporas.(3).

Heimpel citado por Barrios (2) y Jiménez (11), dicen que actualmente se han encontrado cuatro entidades tóxicas en cultivos de *Bacillus thuringiensis* y denominadas Exotoxina alpha, Exotoxina betha, Exotoxina gamma y Endotoxina deltha. Las más conocidas son la Exotoxina betha y la Endotoxina deltha. La Exotoxina betha es un nucleótido de bajo peso molecular, estable al calor y soluble en agua, se reporta que es una toxina mortal para dípteros, y algunas veces es activa aún por contacto superficial. (11 y 16).

La endotoxina deltha, ha sido conocida como un cristal protéico. Es insoluble en agua o solventes orgánicos, pierde su actividad biológica con compuestos desnaturizantes de proteínas. Es quizá una de las más estudiadas, y con el cual se ha encontrado mucha aplicación en el control de los insectos, especialmente de lepidópteros. (11 y 16).

La Exotoxina alpha, conocida como fosfolipasa C, una enzima que produce la célula en desarrollo y que destruye los fosfolípidos esenciales en la celdilla del insecto. (16). La Exotoxina gamma, otro fosfolipasa no identificada que afecta los fosfolípidos, tal vez liberando los ácidos grasos de la molécula.(16).

II.3.4 Modo de Acción de *Bacillus thuringiensis*. Berliner.

La bacteria penetra al insecto principalmente por ingestión y ocasionalmente por heridas en la cutícula. (1, 3 y 16). Las larvas susceptibles poseen en el sistema digestivo una

combinación de pH, sales, y enzimas, necesarias para descomponer y activar los cristales altamente insolubles del bacilo, al pH alcalino del intestino (mayor de 7.0), causa la disolución de los cristales en componentes tóxicos. (1, 3 y 16).

El cristal es descompuesto (digerido) en sub-unidades de menor peso molecular que atacan las paredes del intestino medio de la larva, causando disrupción en el balance osmótico y abrasión en la pared estomacal, permitiendo escape del contenido alcalino del intestino hacia el hemocelo del insecto.(1).

Las lesiones causadas en la pared intestinal pueden ser lo suficientemente graves como para causar la muerte de la larva, o pueden dar origen a cambios internos que permiten el crecimiento del bacilo y otros organismos, produciendo una septicemia. Los daños en el sistema digestivo de la larva impiden que ésta siga alimentándose, y la combinación del escape intestinal, la falta de alimentación y la septicemia generalmente causan la muerte a la larva, dentro de uno a cuatro días dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales. (1, 3, 14 y 16).

II.3.5 Sintomatología del *Bacillus thuringiensis* Berliner.

Steinhaus (1960-1962) citado por De Bach (3) dice que para obtener un diagnóstico adecuado, el mejor procedimiento es remitir insectos afectados a un laboratorio de patología de insectos. Sin embargo como un procedimiento práctico en el campo, se puede obtener idea bastante acertada de la naturaleza de la enfermedad observando los síntomas, características y los cambios después de la muerte.(3).

El primer signo, es generalmente una actividad reducida y una pérdida de apetito seguida por la descarga de flúidos por la boca y el ano. La infección puede comenzar con diarrea, y por último causar una septicemia y causar la muerte del hospedero. Después de la muerte, la larva se oscurece, con un color café o negro. Generalmente los insectos muertos están blandos y, al perder su forma, los tejidos internos pueden desintegrarse, o tomar una consistencia viscosa, olorosa, pero normalmente no se derriten o licúan como los insectos muertos por ciertas infecciones virales. El cadáver del insecto generalmente se seca y se encoge, el integumento permanece intacto. (1, 3, 14 y 16).

Examinando al microscopio secciones histológicas de un insecto muerto o seco, normalmente se ve un gran número de bacterias.(3 y 14). Si el examen bacteriológico se retarda pueden entonces estar presentes bacterias similares al verdadero patógeno;(3), en estos casos hay que tener cuidado en diferenciar los verdaderos patógenos de los saprófitos de apariencia análoga, que pueden florecer en los tejidos del insecto muerto.(14)

II.3.6 Patogenicidad:

Steinhaus 1957, Heimpel y Angus 1958 y otros investigadores citados por De Bach (3), han encontrado susceptibles a una gran cantidad de especies de insectos principalmente lepidópteros que son susceptibles.(1)

La variación en patogenicidad del *Bacillus thuringiensis* no solo se encuentra entre variedades, sino también entre los serotipos de una misma variedad (1, 3 y 11), tal es el caso

de variedades de *Bacillus Cereus* han demostrado diferencias en su virulencia para los insectos.(3)

La patogenicidad de *Bacillus cereus* está asociada con la producción de una enzima tóxica, la lecitinasa, mientras que *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* y otras especies relativas cristalíferas producen un compuesto proteínico cristalino tóxico para los insectos (3).

Mc.Conell y Richard (1959) citados por De Bach (3) han detectado otro componente tóxico en cultivos de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* y en variedades no patógenas de *Bacillus cereus*, el cual no lo menciona el autor.

Stern, Hall y Peterson (1959) citados por De Bach (3) dicen que el número de esporas en dos preparaciones de *Bacillus thuringiensis*, pueden ser idénticas, pero, la actividad insecticida de las dos, puede variar considerablemente debido a diferencias en tamaño o composición de las inclusiones tóxicas en la preparación. Tal es el caso de emulsiones estabilizadas líquidas de espora-cristal que resultan ser efectivas, no obstante, no resultan ser tan estables como las preparaciones en polvo seco, las cuales pueden ser almacenadas durante 10 años sin perder su virulencia.(14)

Heimpel y Angus (1960) citado por De Bach (3) reportan que en cultivos experimentales de inóculos mezclados de variedades de *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus Cereus*, algunas veces esta última especie crece más que los patógenos formadores de cristales.

Metalnikov metalnikov (1935) citado por De Bach (3), dice que el *Bacillus Thuringiensis* pierde parte de su virulencia después de pasados en medios ácidos; Taumanoff y Vago (1952) citados por De Bach (3) dicen que *Bacillus thuringiensis* pierde parte de su virulencia después de pasados en medios básicos. La reacción neutra del medio, es considerada como la más satisfactoria para la preservación de las variedades virulentas de este patógeno.(3)

Varios investigadores dicen que la efectividad del *Bacillus thuringiensis* se ve reducida por factores tales como: la humedad relativa, edad y vigor del insecto; exposiciones prolongadas al sol directo; irradiación de esporas y cuerpos parasporales con luz ultravioleta; temperaturas altas; existiendo por c/u de ellos un decrecimiento de viabilidad (1, 2, 3 y 16). También la lluvia y en algunos casos el tipo de follaje pueden ocasionar la pérdida de viabilidad de las esporas y cristales del *Bacillus thuringiensis* (3). En tales casos la célula vegetativa puede permanecer efectiva hasta 22 días o puede inactivarse en 24 horas dependiendo de las condiciones. (1)

Además de la diferenciación de las variedades entomógenas por medio de su patogenicidad, tales variedades también pueden ser diferentes con el uso de antibióticos y bacteriófagos.(3)

Toamanoff y Lapied (1954) citados por De Bach (3) han observado que el *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* y sus variedades relativas, son resistentes a la penicilina y de tolerancia variable a la terramicina, cloromicetina, aureomicina y estreptomycin.

Steinhaus (1959) citado por De Bach (3), dice que cuando se mezcla *Serratia marcescens* y *Bacillus thuringiensis* var, *thuringiensis* Berl. y es dada como alimento a una

larva de palomilla, *Galleria Mellonella*, la primera inhibe el desarrollo del *Bacillus thuringiensis* pero la última, sin embargo, capacita a *Serratia marcescens* para desarrollarse más libremente.

Métalnikov, Toumanoff y otros investigadores (1959) citados por De Bach (3) dicen que los parásitos himenópteros, *Dibrachy* sp. y *Apanteles glomeratus*, pueden actuar como vectores mecánicos de *Bacillus cazaubon* y *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berl.

El conteo de esporas viables de un organismo que también produce un producto tóxico no es un índice adecuado de la patogenicidad de las especies.(3)

II.3.7 Compatibilidad del *Bacillus thuringiensis* Berliner con otros productos.

El *Bacillus thuringiensis* es física y biológicamente compatible con insecticidas, fungicidas, acaricidas, herbicidas reguladores de crecimiento, adherentes y con los poliedros y gránulos de los virus, siempre y cuando se usen en pocas horas para su aplicación (1, 16). Heimpel citado por Barrios (2) y (1) citan algunos insecticidas que son incompatibles con el *Bacillus thuringiensis*, los cuales provocan una disminución de su actividad tales como: Malathion, urea y derivados, hexacloruro de benceno, difolatán, karathane y otros materiales con un pH elevado, como el caldo bordelés. Únicamente el Malathion que es considerado como incompatible por Heimpel, otros lo consideran como compatible.(1).

Sutter et al, citado por Barrios (2), en una evaluación, con algunos insecticidas órgano-clorados, carbonatos y órgano-fosforados, en cuanto a compatibilidad del *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berl., los resultados fueron que el diazinón y el malathion en la proporción de 500 ppm. dieron un aumento de la población después de 24 horas de incubación, de 1×10^5 esporas, hasta 1×10^7 colonias/ml. El autor surigió que la bacteria metabolizó estos insecticidas, como consecuencia debe tomarse cuidado en condiciones de campo, pues esta bacteria puede acortar la vida residual de estos dos insecticidas estudiados.

II.4 Estandarización de las Preparaciones del *Bacillus thuringiensis* Berliner.

Anteriormente se utilizó el método de conteo de esporas viables para comparar diferentes lotes de producción de *Bacillus thuringiensis*. Este índice no era representativo de la actividad de una muestra; ya que la patogenicidad se debe a la acción conjunta de las esporas y los cristales protéicos. (1 y 16). Debido a los problemas mencionados anteriormente, muchos patólogos de insectos desaprobaron este método y confirmaron que el bioensayo es mejor indicativo de actividad, que el conteo de esporas. Preparaciones de *Bacillus thuringiensis* es estandarizado por medio de bioensayo con larvas de lepidópteros para asegurar una actividad uniforme en los resultados de campo.(1). El método utilizado se basa en el sistema de Unidades Internacionales (U.I.), que mide la actividad o el potencial insecticida del *Bacillus thuringiensis* y no el número de esporas.(1)

El bioensayo se basa en la asignación de una actividad específica a una preparación estandar escogida arbitrariamente, esta es la preparación francesa "E-61" de *Bacillus thuringiensis* a la cual se le asignó una actividad de 1000 unidades Internacionales por miligramo (UI/mg'), para ser usada como un Estandar Internacional.(1)

La potencia de las diferentes formulaciones de *Bacillus thuringiensis* se mide utilizando la cepa E-61 como patrón, obteniendo así ensayos directos de toxicidad y expresando sus potencias en U.I./mg.(1)

II.5 Producción Masiva de *Bacillus thuringiensis*, Berliner.

El *Bacillus thuringiensis* es producido por fermentación con equipos, tecnología y patrones de control de calidad similares a los usados en la producción de antibióticos.(1)

Los pasos en este proceso incluyen concentración, formulación, y terminación. Cada lote de fermentación tiene origen en la misma cepa de esporas del *Bacillus thuringiensis*; después de germinadas las esporas el crecimiento y la reproducción de las bacterias ocurre en un medio nutritivo bien definido, controlándose cuidadosamente las condiciones de esterilidad, temperatura pH y aireación.(1)

Casi al final de su fermentación la bacteria produce una spora latente y cristales de deltha endotoxina. Las esporas y los cristales se separan del caldo por centrifugación y por evaporación a temperaturas bajas, se elimina el exceso de agua. La suspensión de esporas y cristales resultante sirve como materia prima para todas las formulaciones en este caso para el Dipel (producto Comercial); esta suspensión es secada para formular el polvo mojable.(1).

Mátalnikov y Métalnikov (1935) citados por De Bach (3), recomendaron el caldo de papa y medio de gelatina y papa, cantidades de esporas de *Bacillus thuringiensis* y otras bacterias fueron producidas en esos medios.

Un medio sólido y métodos estándar fueron usados por Husz (1931) citado por De Bach (3) que mezcló esporas de *Bacillus thuringiensis* de 224 cajas de petrí, con 6 kg. de talco para la producción de polvos. Steinhaus (1951) y Hall (1954) citados por De Bach (3) produjeron el *Bacillus thuringiensis* en mayor escala en un nutriente a base de agar, al cual algunas veces se adiciona un uno por ciento de dextrosa. Sin embargo, la destrona al parecer no incrementó la cantidad final de esporas producidas.

La Corporación Bioferm (Comunicación personal de De Bach, 1959) (3), propaga la bacteria en recipiente de alrededor de 1500 lts., en un medio que contiene melazas de remolacha y un licor de maíz macerado.

Briggs (1963) citado por De Bach (3) dice que la esporulación del *Bacillus thuringiensis* ocurre rápido y uniformemente (90o/o en menos de dos días) en un medio de esporulación.

Wiken y Wille (1953, 1955) citados por De Bach (3), hicieron una gran cantidad de investigaciones cuantitativas sobre el metabolismo de un *Bacillus* sp. (patógeno para *Melolontha melolontha*) durante el crecimiento y esporulación. El medio utilizado por los investigadores fue: Glucosa, L(+), ácido glutámico, dl-cistina, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 7H₂O, NaCl, Mn SO₄, Fe SO₄, 7H₂O, Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O, tiamina, (x) biotina y agua destilada.

El pH de la solución de 6.5 a 7.3, usando NaCH₃, con aereación suficiente, después de 8-14 días, se obtuvo una esporulación del 50 al 60o/o. La producción de esporas alcanzó 10⁹

por milímetro de sustrato. La cantidad de esporulación disminuyó rápidamente cuando la bacteria se cultivó sobre un nutriente de agar común.

Wile. (1954) citado por De Bach (3), dice que en cultivos sumergidos no aireados, la cantidad de esporas formadas no excedió al 20o/o de la población de células. Pero la adición de más oxígeno y el suministro de trazos de elementos, puede aumentar la esporulación hasta en un 80o/o y disminuir el período de incubación por cerca de cinco días.

Básicamente ha sido usado por Krieg (1957) citado por De Bach (3) el mismo medio usado por Wiken y Wille, observando que la esporulación principio dentro de las 48 horas y fue completada en 96 horas en cultivos muy aireados.

Jiménez L. Francisco (II), en un estudio realizado, dice que en los medios de papa-zanahoria, zanahoria-dextrosa y solo zanahoria, no observó crecimiento del *Bacillus thuringiensis*, sugiere que inhiben su crecimiento, pero cuando usó el medio de papa-caseína-sales, observó muy buen crecimiento de la bacteria. Investigaciones realizadas por Pitz-James (1957), citados por De Beach (3) sobre la esporulación de las especies: *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* y *Bacillus thuringiensis* var. *sotto*, demostraron que la composición del medio tiene una influencia sobre el tamaño y composición de las esporas de las variedades estudiadas.

Wolf y Mahmond (1957) citados por De Bach (3) dicen que la germinación de esporas de *Bacillus thuringiensis* no es inhibida por d-alanina (destrogira), a pesar de los efectos inhibitorios reportados de esta forma en algunas bacterias. La germinación anterior ocurrió también en la presencia de L-alanina (levogira) pero a una dosis menor. La inhibición en variedades debido a d-alanina(destrogira) en relación con l-alanina (levogira) ha sido demostrada que solamente es de carácter temporal para el *Bacillus thuringiensis*.(3)

Para la producción de *Bacillus thuringiensis* han usado como agentes antiespumosos la manteca de cerdo y las siliconas.(3) Con *Bacillus thuringiensis* y otros cristalíferos formadores de spora, el cristal parasporal debe estar completamente formado antes de la cosecha.(3)

II.6 Los Piretroides

Pese a que los piretroides fueron conocidos desde por lo menos el siglo primero, como lo testifica el famoso chino Chuli, es recién a comienzos del siglo XIX que los insecticidas a base de piretrinas son introducidos en Europa Occidental. Traído por unos mercaderes del Cáucaso y regiones vecinas, el entonces llamado polvo de Persia, era desde unos 400 años atrás, utilizado para destruir los piojos y las pulgas.(13, 15, 18).

Existen numerosas especies de piretro, pero solamente dos tienen interés industrial: El piretro de Persia (*Chrysanthemum roseum*) y el Piretro de Dalmacia (*Chrysanthemum cinerariaefolium*)(18).

Investigaciones de Staudinger y Ruzicka (1924), citados por Metcalf y Flint (13) obtuvieron la identificación parcial de los constituyentes químicos activos del piretro.

La Forge y Barthel (1947), citados por Metcalf y Flint (13) fueron los que descubrieron los componentes exactos, los venenos activos que son 4 ésteres: piretrinas I y II

y cinerinas I y II, formadas de los alcoholes, piretrolona y cinerolona, y el ácido monocarboxílico del crisantemo y el éster monometílico del ácido dicarboxílico del crisantemo. (13, 14, 15 y 16).

Las cinerinas son más estables que las piretrinas, y la piretrina I y la cinerina I parecen ser un tanto más tóxicas, que la piretrina II y la cinerina II. (13 y 16).

Compuestos de acción mimética a la de las piretrinas naturales han sido sintetizados; los Piretroides. Químicamente, los piretroides se definen como, ésteres compuestos por un radical ácido de 1 ó 2 carbonos asimétricos y un radical alcohol con o sin carbonos asimétricos. Históricamente se pueden clasificar en dos grandes categorías: Los piretroides Fotolábiles (se degradan con luz), normalmente limitados al uso doméstico, y los Piretroides Fotoestables, que abrieron el campo a las aplicaciones agrícolas.(18).

Los piretroides no provocan resistencia en los insectos, prueba de ello es que en los últimos 30 años, no se ha informado de ningún caso de resistencia del efecto de estos en los insectos.(15).

II.6.1 Los Piretroides Fotolábiles y Fotoestables:

Existen dos grupos de productos: el grupo de la aletrina y el de la resmetrina. El grupo de la ALETRINA: La Forge y asociados (1948), citados por Metcalf y Flint (13), sintetizaron la aletrina y difiere de la cinerina I, en la reposición de una cadena lateral 2-butenil, por un grupo alil en la carencia de actividad óptica. El producto comercial es un líquido viscoso de color café claro; P.e. 1.005 a 1.015, conteniendo de 75 a 95o/o de una mezcla de 8 isómeros de aletrina ópticos y geométricos. El uso especial de la aletrina es en asperciones y aerosoles para plagas caseras; es menos efectiva contra plagas agrícolas y es activada o sinergizada por los activadores comunes en forma menos efectiva. (13 y 18).

Tiene un LD50 oral para la rata, de 920 mg/mg. (13)

El grupo de la RESMETRINA: Elliot y colaboradores (1967) descubren el nuevo éster, la resmetrina. Su acción de volteo de los nuevos compuestos de este grupo es menor que la de la aletrina, pero no son metabolizados lo suficientemente rápido, por lo que el insecto no puede sobrevivir. (13 y 18).

Los Piretroides Fotoestables de uso agrícola fueron sintetizados por Elliot y colaboradores (1973), poseen una degradación suficientemente lenta. Estos productos son ésteres halogenados, colorados y bromados; una misma molécula piretroide puede constar de varios principios químicos distintos; a esto los químicos le llaman estero-isómeros, poseen los mismos átomos, la organización de estos átomos en el espacio, es distinta. (18). La aletrina por ejemplo, trae consigo 8, y la permetrina 4. La actividad biológica es muy variable de uno a otro dentro de una misma molécula, algunos son prácticamente inactivos. Resulta evidente, que para obtener la potencia insecticida máxima, es necesario sintetizar únicamente, el isómero más activo. De aquí se deduce la existencia piretroides compuestos, en realidad, mezcla de varios isómeros de los cuales sólo una parte es activa. (18).

II.6.2 Modo de Acción:

La acción es entendida en forma muy imperfecta. Se ha demostrado, que la cutícula del insecto posee propiedades de absorción eficiente para la mayoría de los insecticidas de contacto, por lo que la dosis letal aplicada externamente, es casi equivalente a la que se inyecta dentro de la cavidad del cuerpo. (13). La penetración, a través de la cutícula del insecto, es aparentemente regulada en gran parte por las propiedades de los lipoides, que comprenden la epicutícula; éste puede ser un factor en la explicación de la resistencia de ciertos insectos a varios insecticidas.(13)

Tal es el caso de los piretroides, que la lipofilidad elevada, le permite un contacto íntimo con la cutícula de los insectos, rica en moléculas lípidas. Además existe una afinidad entre la piretrina y la cutícula de las plantas que fijan el producto por absorción,(18). Los piretroides afectan a los insectos por medio de una acción paralítica muy rápida. Es afectado el sistema nervioso del insecto y ocurren convulsiones violentas antes de la muerte, la cual puede llegar después de varios días de parálisis. La vacuolización y degeneración características del sistema nervioso central, son encontradas en insectos muertos por envenenamiento con piretroides.(13).

II.6.3 Toxicidad:

La toxicidad de piretroide para el hombre y animales es muy baja debido a la rapidez con que se metaboliza en compuestos no tóxicos. (13, 15 y 18).

No son tóxicos por contacto e ingestión para los mamíferos, pero cuando son aplicados por vía intravenosa poseen un pronunciado efecto tóxico. (13).

Las personas que manejan piretroides son ocasionalmente objeto de dermatitis, (13, 18). Una vez ingerido por el organismo, los residuos son rápidamente metabolizados y eliminados, objetiva y plenamente probado en col, y repollo a los 5-10 días son eliminados dichos residuos (18); según estudios realizados en los E.E.U.U. y Francia, sobre la persistencia en el suelo, han concluido que el efecto sobre la fauna y la flora microbiológica del suelo es muy limitada.(18)

El nivel de toxicidad aguda (oral) en el pato, equivale a una DL_{50} mayor de 10,000 mg/kg. (18).

Todos los piretroides, son sumamente tóxicos no solamente para los artrópodos acuáticos, sino también para los peces (a dosis alrededor de ppb) y todos los animales de sangre fría en general. (15, 18). Igualmente que para la fauna acuática, por ejemplo el producto comercial Decis, reveló en laboratorio, ser tóxico para las abejas y otros polinizadores.(18).

M. G. Ford (17), dice que la relación toxicidad con posición de los isómeros y efectos eléctricos, es muy discutido. Las diferencias entre las polaridades requeridas para abatimiento y toxicidad son atribuidas a variaciones en las afinidades de enlace (unión) de las moléculas piretroides en los sitios de acción.

Los requerimientos estructurales para la actividad piretrínica han sido discutidos por Elliot y colaboradores, citados por Ford M. (17) quienes recalcaron que la estereoquímica y una forma molecular particular son factores importantes para una actividad elevada.

Debido a que se han considerado ampliamente que los insecticidas piretroides actúan en las membranas nerviosas, gran parte del trabajo de investigación neurofisiológico se ha enfocado al general de dichos insecticidas sobre el axón (cilindro eje) del insecto.(17) Burt y colaboradores citados por Ford M. (17) han observado, sin embargo, que los síntomas toxicológicos que conducen a la muerte, ocurren in vivo en concentraciones hemolinfáticas menores, que las necesarias para actuar sobre las membranas axonales.

Recientemente Clements y Leake citados por Ford M. (17), obtuvieron evidencias, independientemente, para demostrar que las concentraciones de piretroides apropiadas para intoxicación IN VIVO, pueden actuar en la membrana post-sináptica. De esta suerte, aunque el sitio de acción de los piretroides es desconocido, se sugiere tentativamente que el sitio principal en el cual actúa el agente tóxico para provocar la muerte está situado sobre la membrana post-sináptica y puede estar asociada con receptores de los neurotransmisores naturales, un agente altamente lipofílico necesario para crear energía de enlace comparables al enlace iónico de los transmisores naturales. Los mejores agentes paralizantes, no son altamente tóxicos y viceversa, estas diferencias no son alteradas por sinergismo de otro compuesto; los compuestos más lipofílicos son los más paralizantes, penetran más rápidamente, porque se disocian con más facilidad, llegando al sitio de acción y estimulan el sistema nervioso, provocando desarreglos del mismo, se necesitan dosis más altas con este tipo de compuestos y se tiene un bajo porcentaje de matanza. Los compuestos menos lipofílicos son los más tóxicos, éstos se disocian más lentamente, siendo la penetración el factor limitante.(17)

Los piretroides son sumamente inestables a la presencia de luz, humedad y aire, (13, 15 y 18). La estructura del piretroide compatible con una serie de pesticidas, a excepción de el arseniato del calcio, polisulfuro de calcio y cal hidratada, es de compatibilidad dudosa con los dinitrofenoles y el pirofosfato de tetraetilo.(13)

III. HIPOTESIS:

No existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, en cuanto al control de las plagas de la coliflor.

IV. MATERIALES Y METODOS:

IV.1 Localización y fechas del experimento:

Dicho experimento se realizó en la aldea de Santa María Cauqué municipio de Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez; la que cuenta con una altitud de 1,700 metros.

Las condiciones climáticas durante el experimento fueron:

Temperatura máxima promedio:	22.04° C
Temperatura mínima promedio:	12.57° C
Humedad relativa promedio:	61.4 o/o
Precipitación:	1294.0 mm (10)

El experimento se realizó durante el período comprendido entre el 10/9/79 al 19/11/79.

La fecha del trasplante fue el 10/9/79.

La fecha del primer recuento de las plagas, predadores y destrucción del área foliar apreciada visualmente por índices se realizó el 19/9/79, al siguiente día, se hizo la primera aspersión, siendo el 3/11/79 la última aspersión.

El primer conteo de coliflor se llevó a cabo el 2/11/79 y el último se realizó el 19/11/79; las fechas en que se sacaron muestras de coliflor para determinar la residualidad fueron: el 7/11/79 y el 9/11/79.

IV.2 Condiciones del suelo:

Textura: Franco arenoso.

Fertilidad: Según análisis del suelo, (ICTA) se obtuvo el siguiente resultado:

Ph	P Microgramos/ml.	K	Ca Meg/100	Mg ml. de suelo
6.6	50.0	330.0	9.2	2.3

Topografía: 10-12o/o de pendiente.

IV.3 Descripción de la técnica que se siguió:

El semillero se hizo de acuerdo a lo acostumbrado por el agricultor (no hubo desinfección del semillero), procediendo en igual forma en el trasplante y forma de fertilización, (fertilización moteada al momento del trasplante). Se realizaron dos limpiezas, de acuerdo a criterio sostenido por el agricultor.

Los recuentos de plagas, predadores así como la destrucción del área foliar (daño visual), se realizaron un día antes de la aspersión, se muestrearon 20 plantas por cada parcela tomándolas al azar. Las 20 plantas muestreadas se escogieron al AZAR en cruz, observando 10 plantas por cada lado, observando únicamente en la planta de coliflor, en las hojas externas e internas la presencia de alguna plaga existente en ella.

Con respecto a la plaga de *Pieris monuste*, se tomaron datos de larvas pequeñas, medianas y grandes, ya que por su tamaño se puede realizar, también se tomaron datos del número de posturas de huevos por planta; en cuanto a la plaga de *Plutella maculipennis* y *Trichoplusia* ni sólo se tomaron datos de larvas grandes, debido a su tamaño.

Para determinar la destrucción del área foliar (daño visual) se usó la escala numérica del 1 al 6 que nos determinaba el tipo de daño que causaba la plaga a la coliflor tanto en sus hojas externas, como internas, con el fin de llegar a determinar el o/o de plantas sanas, y poder relacionarla con el resultado del producto final (coliflor), de primera calidad. A continuación se enumera la escala para determinar la destrucción del área foliar.

1. Hojas internas sanas y hojas externas sanas. (0o/o de daño)
2. Hojas internas sanas y hojas externas con daño. (5o/o de daño)
3. Hojas internas sanas y hojas externas ligeramente dañadas. (10o/o de daño)
4. Hojas internas sanas y hojas externas severamente dañadas. (25o/o de daño)
5. Hojas internas y externas severamente dañadas. (50o/o de daño)
6. Planta completamente defoliada, es decir quedándole solo las venas. (100o/o de daño).

El recuento de predadores se realizó únicamente en toda la planta, es decir sólo los que se encontraban en la planta de coliflor. Las aspersiones se hicieron con un intervalo de 12 días, y variando la cantidad de insecticidas de acuerdo a la cantidad real necesaria para mojar bien las plantas (según tamaño).

Debido a las excesivas lluvias se hizo necesario usar adherente, empleando en la primera fumigación Tenac, pero en las demás aspersiones se usó Tritón A.E.

Al momento de cosechar se sostuvo el siguiente criterio de acuerdo a normas de calidad Coliflor de Primera y coliflor de segunda, pasando a ser de segunda las coliflores que estaban dañadas por alguna plaga y de primera las que estaban limpias o libres de daños.

Para la determinación de la residualidad de los productos aplicados, según recomendaciones de la Lic. Alicia de Zeissig del ICAITI, se sacó al azar una coliflor por cada repetición de los tratamientos que tenían las dosis más altas. (Tratamientos Nos. 3, 6, 9, 12, 15 y 18).

A continuación se describen los tratamientos realizados.

<u>Tratamientos</u>	<u>Dosis por Mz.</u>
1. Decis más thuricide	0.21 lt. más 0.65 kg.
2. Decis más thuricide	0.26 lt. más 0.85 kg.
3. Decis más thuricide	0.39 lt. más 1.1 kg.
4. Decis	0.21 lt = 5.0 g. m. a./mz.
5. Decis	0.26 lt. = 6.5 g.m.a./Mz.
6. Decis	0.39 lt. = 10.0 g.m.a./Mz.
7. Pounce más thuricide	0.52 lt. más 0.65 kg.
8. Pounce más thuricide	0.65 lt. más 0.85 kg.
9. Pounce más thuricide	0.78 lt. más 1.1 kg.
10. Pounce	0.52 lt. = 39.0 g.m.a./Mz.
11. Pounce	0.65 lt. = 49.0 g.m.a./Mz.
12. Pounce	0.78 lt = 58.0 g.m.a./Mz.
13. Thiodan más thuricide (217 g.m.a./Mz = 1.3 lt. más 0.65 kg.	
14. Thiodan más thuricide (260 g.m.a./Mz = 1.56 lt. más 0.85 kg.	
15. Thiodan más thuricide (303 g.m.a./Mz = 1.82 lt. más 1.1 kg.	
16. Thuricide	0.65 kg. = 1.95×10^{12} esporas variables/Mz.
17. Thuricide	0.85 kg. = 2.55×10^{12} esporas variables/Mz.
18. Thuricide	1.1 kg. = 3.3×10^{12} esporas variables/Mz.
19. Testigo	
20. Testigo	

Dimensiones del Area de Experimento:

Area Total: 20.0 mts. de ancho
45.6 mts. de largo

Area de cada Parcela:
3.8 mts. de ancho
4.0 mts. de largo

Distancia de siembra: a 45 cms. al cuadro. (más o menos 75 plantas por parcela)
Se dejó un surco por cada lado de cada parcela para el efecto de borde.

IV.4 Variedad de Coliflor Utilizada en el Experimento y su Composición Química:

La variedad usada fue la bola de nieve: es una variedad temprana, de tronco corto y follaje abundante. La pella es grande, uniforme, muy apretada, blanca y en su mayor parte cubierta por las hojas. Se siembra todo el año, en tiempo de verano bajo riego, en regiones templadas y frías. (8 y 12).

Análisis Bromatológico: (en 100 gramos)

Agua	91.0	grs.
Proteína	2.2	"
Grasa	0.1	"
Azúcar total	2.3	"
Carbohidratos	0.9	"

Vitaminas:

A	40.0	U.I.
Tiamina	0.09	miligramos
Riboflavina	0.02	"
Niacina	0.6	"
C	71.0	"

Minerales:

Calcio	30.0	miligramos
Hierro	0.5	"
Magnesio	12.0	"
Fósforo	45.0	"
Potasio	230.0	"
Sodio	20.0	"

(8 y 12)

IV.5 Descripción del Método Estadístico:

En base a las condiciones del terreno y los tratamientos descritos con anterioridad se decidió el Diseño:

Bloques al azar (Tratamientos 20 y repeticiones 3).

En los casos que mostraron significancia se usó la prueba de comparaciones múltiples (prueba de Tukey), utilizando la fórmula siguiente:

$$W: q(\text{No. tratamiento, GLE}) \quad S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} : \frac{CME}{r}$$

W: comprador

q: se encuentra en la tabla de Tukey

$S_{\bar{x}}$: Varianza de la media.

α : 0.05

Nota: Como la variable conteos no cumple la suposición de normalidad, entonces se hizo antes de hacer el Andeva, una transformación que fue: $\sqrt{X}$

X : la variable.

Además se utilizó el Análisis de Correlación Lineal: para ver si existe correlación entre el o/o de plantas sanas y la calidad de la coliflor. Utilizando las siguientes fórmulas:

$$\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}$$

$$b_1 : \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

$$b_0 : \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

$$\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}$$

$$r: \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \cdot \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{\sqrt{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \cdot \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}}$$

b_1 : Coeficiente de regresión

r : Coeficiente de correlación

X : Coliflores (calidad)

Y : Plantas sanas

b_0 : Punto de intersección en el origen.

V. RESULTADOS:

Tabla No. 1: Análisis de varianza de los valores transformados con $\sqrt{x}$, de los conteos de larvas de Pieris monuste (pequeñas, medianas y grandes), en los 5 conteos .

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t 0.05
Repeticiones	2	14.08			
Tratamientos	19	3035.86	159.78	19.9	1.87
Error	38	305.21	8.03		
Total	59	3355.15			

$$C.V.: \frac{\sqrt{8.03}}{11.23} \times 100$$

C.V.: 25o/o

Tabla No.2: Análisis de la prueba de comparaciones múltiples (Prueba de Tukey), de las medias de los conteos de larvas de Pieris monuste (Pequeñas, medianas y grandes). Resultado final de la prueba.

Tratamientos:

3	a				
6	a	b			
9	a	b			
12	a	b			
1	a	b			
7	a	b	c		
2	a	b	c		
11	a	b	c		
15	a	b	c		
10	a	b	c		
8		b	c		
4		b	c		
5		b	c		
13		b	c	d	
14		b	c	d	
16			c	d	e
17				d	e
20				d	e
18					e
19					

NOTA: Entre tratamientos con igual letra no existe diferencia significativa a 0.05.

Tabla No. 3: Conteo de Larvas de *Pieris monuste* (pequeñas, medianas y grandes), durante el Estudio.

Tratamientos.	Repeticiones (1er. conteo 19/9/79)												Repeticiones (2o. conteo (30/9/79)											
	I				II				III				I				II				III			
	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos
1				2								1				6				6				8
2	1	1	2	8			1	1				4				12				7				7
3				2								4				13				4				11
4				2								2				9				6				4
5				2				2				1				12				20				10
6				2				2				4				4				5				10
7				8		1		2	16		1	3				10				11				10
8				6		4	1	3	8							21				20				5
9				3				1				2				12				4				7
10	1							1				4				16				18				8
11				4	6	2	1									7				1				2
12	8			4				2				3				14				9				8
13				4								1	30			19				4	20			8
14				10	2			1	1			3	47			13				11				5
15								2				2				25				9				7
16				3					3			1	22			7				6				2
17				7	22			1					16			5	17			9				6
18				3	26			2				3	20			27				17	22			6
19				3	21	10		4					20	1		8	29		1	11	24	14		21
20								2				4	13			4	25			8	70			11

Repeticiones (3er. conteo 11/10/79)												Repeticiones (4to. conteo 22/10/79)															
I				II				III				I				II				III				I			
P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos
			8				8				2	58			16				4	35			10	40			11
			14			1	6	21			5	84			26				13	35			3	10			13
			10				10				8				8				11				9				7
			15			1	11				5	31			13	51			9	43			9	71			12
			10	9			12				13	34			22	72			16	28			12	62			18
			7				10				8				14				9	25			5	9			6
			12				8				6	63			19	45			17	11			7				8
			15				7				8	99			21	29			11	23			18	48			11
			4				11				16	23			11	28			10	33			9	11			6
			17				14				7	63			17	45			19	10			13	62			12
20			9				7				8	131			21	12			9	8			9				10
30			12				3				38	51			22	24			19	16			9				15
14			4				4	60			8	106			20	9			14				14	44			6
15			21				6				8	105			16	29			11	54			18	75			15
			11				6	8			16	4			10	38			13	65			14	63			9
39			4	63			9	117			8	224			9	53			15	121	1		13	90		2	12
36			9	120			11	50			12	146	1		13	272	6		13	147			11	38			14
89			14	57			15	142			14	112			26	288	39		15	201			14	162			11
90			6	3	1	1	6		258	22	15	150	86	84	14	445	54	2	7	253	140	73	6	155	85	76	20
34			7	43			6	80	64		8	110			7	109	7		17	95	61	31	3	78		30	8

Repeticiones 5o. conteo 2/11/79)

II				III			
P	M	G	Huevos	P	M	G	Huevos
20			9	20			8
19			15	20			6
			9				12
60			9	38			10
60			13	41			11
			5				9
35			11	15			7
25			9	21			16
			10	24			8
52			12	16			7
35			16	17			9
27			17				11
55			13	21			9
31			13	45			8
16			12	35			13
40			6	80	1		11
132			16	135		1	15
154	25		14	140	5		9
480	60		22	281	55	95	8
115	12	8	12	67	45	40	6

Tabla No. 4: Número de posturas de huevecillos de *Pieris monuste* observados en los 60 tratamientos durante los 5 conteos.

Tratamientos	I	Repeticiones		X
		II	II	
1	43	27	29	33.0
2	73	42	25	47
3	40	34	44	39
4	51	35	30	39
5	64	63	47	58
6	33	31	36	33
7	57	49	33	46
8	74	50	47	57
9	36	36	42	38
10	62	64	39	55
11	51	33	28	37
12	67	50	69	62
13	53	35	40	43
14	65	42	42	50
15	55	42	52	50
16	35	36	35	35
17	48	50	44	47
18	81	61	46	63
19	51	44	50	48
20	26	43	32	34

NOTA: Una mariposa de *Pieris monuste* puede llegar a poner entre 10-15 posturas de huevos por planta, teniendo como promedio de huevos por postura entre 50-60 huevos, según observaciones.

Tabla No. 5: Total de larvas de Trichoplusia ni de los 5 conteos que se realizaron durante el experimento.

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	I	II	III
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16	2	2	3
17	10	2	3
18	6	3	3
19	5	4	3
20	1	5	10

Tabla No. 6: Total de Adulto de Epitragus en los 5 conteos que se realizaron durante el experimento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8		2	2
9			2
10			1
11			
12		1	
13		1	
14	4		1
15	2		1
16	5		1
17	2		1
18	1	1	5
19	2		2
20			4

Tabla No. 7: Análisis de varianza de la destrucción del área foliar apreciada visualmente por índices (o/o de plantas sanas) de los 5 conteos que se realizaron.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t 0.05
Repeticiones	2	0.054			
Tratamientos	19	7.99	0.42	21*	1.87
Error	38	0.77	0.02		
Total	59	8.81			

$$\text{C.V.} : \frac{\sqrt{0.02}}{9.6} \times 100$$

$$\text{C.V.} : 2.0 \text{ o/o}$$

Tabla No. 8: Análisis de la prueba de comparaciones múltiples (Prueba de Tukey), de las medias de los conteos del o/o de plantas sanas. (Resultado final de la prueba).

<u>Tratamientos</u>			
3	a		
6	a		
9	a		
1	a		
7	a		
11	a		
15	a		
4	a	b	
10	a	b	
12	a	b	
8	a	b	
2	a	b	
13	a	b	
14	a	b	
5	a	b	
16		b	c
17			c
18			c
20			c
19			

NOTA: Entre tratamientos con igual letra no existe diferencia significativa a 0.05.

Tabla No. 9: Observaciones de la destrucción del área foliar durante la realización del estudio. (Totales de los 5 conteos) Se examinó 20 plantas/parcela en cada repetición/conteo.

Tratamientos	0o/o de daño			5o/o de daño			10o/o de daño			25o/o de daño			50o/o de daño			100o/o de daño		
	Repeticiones			Repeticiones			Repeticiones			Repeticiones			Repeticiones			Repeticiones		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	95	99	96	5	1	4												
2	92	94	97	6	3	2	1	1	1				1	2				
3	100	100	100															
4	95	96	97	3	4	3	2											
5	91	92	96	6	6	4	3	2										
6	99	99	95	1	1	3												
7	96	96	96	4	3	2												
8	92	95	97	8	3	3		1						1				
9	98	97	96	2	2	3		1							1			
10	93	95	98	7	5	2												
11	95	96	98	5	2	2		1						1				
12	90	96	99	5	2	1	3						2	2				
13	89	97	97	11	3	2			1									
14	89	97	95	7	3	5	4											
15	96	96	97	3	3	3							1	1				
16	87	91	86	9	2	10	4	5	3		1	1		1				
17	85	82	85	10	4	11	4	6	1	1	6	3		2				
18	77	85	83	15	11	5	7	3	12	1	1							
19	80	70	69	3	1	1	4	10	5	8	11	16	5	6	6		2	3
20	88	82	74	5	9	3	7	9	10			8			5			

Tabla No. 10: Análisis de varianza del predator del Orden Araneida, (arañas), de los 5 conteos realizados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t 0.05	F _t 0.01
Repeticiones	2	0.7265				
Tratamientos	19	8.2169	0.43246	1.94*	1.87	2.436 N.S.
Error	38	8.4566	0.223			
Total	59	17.4				

$$\text{C.V.} : \frac{\sqrt{0.223}}{2.215} \times 100$$

C.V. : 21.0 o/o

Tabla No. 11: Total de Arañas (predator) de los 5 conteos que se realizaron durante el experimento.

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	I	II	III
1	8	2	3
2	6	5	5
3	7	2	4
4	8	6	5
5	8	6	8
6	1	2	3
7	2	4	4
8	6	2	4
9	2	4	2
10	9	4	9
11	5	4	5
12	6	1	4
13	11	2	6
14	5	5	5
15	4	10	5
16	6	6	5
17	8	7	5
18	10	7	7
19	3	7	4
20	4	9	5

Tabla No.12: Análisis de varianza del predator de la Familia Hymenóptera (Avispita), de los 5 conteos realizados.

F.V.	G.L.	S.C.	CM.	F _c	F _t 0.05
Repeticiones	2	0.22			
Tratamientos	19	9.64	0.51	0.81	1.87 N.S.
Error	38	23.86	0.627		
Total	59	33.72			

$$C.V. : \frac{\sqrt{0.627}}{1.68} \times 100$$

$$C.V. : 47.0 \text{ o/o}$$

Tabla No. 13: Resultados de la residualidad de los insecticidas usados, en los tratamientos con las dosis más altas. (Resultados en ppm).

TRATAMIENTOS	TIEMPO DE CORTE DE LA MUESTRA A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE REALIZO LA ASPERSION	
	4 DIAS	6 DIAS
3	0	0
6	0	0
12	0	0
15	0	0
18	0	0

Tabla No. 14: Total de avispidas (Predator Fam. Hymenóptero) de los 5 conteos que se realizaron durante el experimento.

TRATAMIENTO	RECOMENDACIONES		
	I	II	III
1	8	3	0
2	4	4	5
3	1	2	3
4	3	0	5
5	5	4	3
6	0	4	0
7	5	2	1
8	12	4	7
9	2	8	3
10	5	4	4
11	1	5	4
12	1	3	2
13	6	4	2
14	2	5	3
15	0	2	7
16	4	1	3
17	3	2	3
18	6	1	2
19	2	4	4
20	7	0	3

Tabla No. 15: Resultados del análisis de correlación lineal entre el o/o de plantas sanas y el producto final (flor) de la coliflor de primera calidad.

$$b_1 : \frac{55234.633 - \frac{(1844.67 \times 594.67)}{20}}{171057.22 - \frac{(1844.67)^2}{20}}$$

$$\underline{\underline{b_1 : 0.42 \text{ (Coeficiente de regresión)}}}$$

$$r : \frac{386.553}{\sqrt{(171057.22 - \frac{(1844.67)^2}{20})(17970.204 - \frac{(594.67)^2}{20})}}$$

$$r : 0.75 \text{ (Coeficiente de correlación)}$$

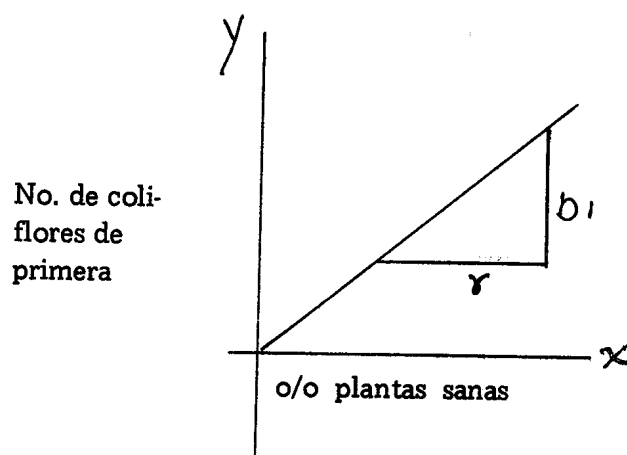


Tabla No. 16: Total de flores (coliflor) de Primera y Segunda calidad (Producto final de la coliflor), cortadas durante el estudio, realizándose 6 cortes en total.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	Primera calidad			Segunda calidad		
	I	II	III	I	II	III
1	33	29	29		1	
2	28	31	28	3		
3	36	30	36			
4	28	33	33	2	1	
5	30	29	36	1		
6	35	27	27	0	1	0
7	35	35	35	1	1	
8	28	33	36			
9	33	36	31			1
10	20	32	32	1	1	
11	25	30	36			
12	27	35	36			
13	25	32	30	1	2	
14	27	32	21		2	1
15	32	26	33	4	1	3
16	32	29	35	4	4	1
17	33	30	32	3	3	1
18	25	32	22		3	
19	22	26	10	4	3	12
20	15	21	29	1	1	4

Tabla No. 17: Análisis de la rentabilidad de los mejores tratamientos entre los cuales no existió diferencia significativa a 0.05.

TRATAMIENTOS	RENTABILIDAD	
3	0	o/o
6	8	o/o
9	0	o/o
12	21	o/o
1	0.05	o/o
7	5	o/o
2	0	o/o
11	25	o/o
15	0	o/o
10	28	o/o

VI. DISCUSION DE RESULTADOS:

- a. Como se puede observar en la tabla No. 1 de resultados, en el análisis de varianza de las larvas de *Pieris monuste*, resultó haber significancia entre tratamientos; realizando posteriormente la prueba de Comparaciones Múltiples, donde se ve, que los mejores resultados fueron los tratamientos que tienen la letra "a" o sea las combinaciones del *Bacillus thuringiensis* con los piretroides y los piretroides solos; y los peores tratamientos fueron los que tienen la letra "c", o sea los tratamientos donde se usó *Bacillus thuringiensis* sólo y los testigos, como puede observarse en la tabla No. 2 de resultados.

Los piretroides bajo las condiciones del experimento, resultaron ser efectivos al control de *Pieris monuste*, no siendo así para los tratamientos con *Bacillus thuringiensis*, solo.

Según observaciones la efectividad de *Bacillus thuringiensis* está entre 4-6 días, considerando que las poblaciones de *Pieris Monuste* durante ese período, se mantienen bajas, y aumentado a los 11 días, por lógica cuando se realizaba el recuento de larvas la población era mucho mayor; como se puede observar en la tabla No.3 de resultados.

En la tabla No. 4 de resultados, se observa la gran cantidad de huevos que depositó el adulto de *Pieris monuste*, existiendo durante casi todo el experimento una gran infestación de esta plaga. Al inicio del experimento, la infestación fue poca, aumentando al final del mismo como se observa en la tabla No. 3 de resultados esto hace pensar que la plaga es de importancia en el cultivo de la coliflor.

- b. En cuanto a la plaga de *trichoplusia ni*, bajo las condiciones del experimento, fue controlada por los tratamientos donde se combinó el *Bacillus thuringiensis* con los piretroides y el piretroide solo. En donde se aplicó solo el *Bacillus thuringiensis*, las poblaciones de la plaga se mantuvieron bajas, al igual que los testigos, como se puede observar en la tabla No.5 de resultados.

La plaga *plutella macullipennis*, bajo las condiciones del experimento, fue controlada en todos los tratamientos, observándose únicamente en los testigos, una población sumamente baja.

- c. En tabla No. 6 de resultados, se puede observar la incidencia de otra plaga, importante en el cultivo de la coliflor, que no fue considerado en el estudio, por desconocerse en daño, dicha plaga es *Epicaerus Sp.* la misma fue controlada por los tratamientos donde se combinó el *Bacillus thuringiensis* con los piretroides y los piretroides solos, no así donde se trató con *Bacillus thuringiensis* solo, como se observa en la tabla No. 6 según observaciones, esta plaga afecta seriamente la calidad y el precio de la flor (coliflor) deja a la flor expuesta a otros patógenos.
- d. Concluido el análisis de varianza de la destrucción del área foliar apreciada visualmente, en la tabla No. 7 de resultados, observamos que existe significancia entre tratamientos; ahora si observamos la tabla No. 8 de la prueba de comparaciones múltiples tenemos los siguientes resultados: Entre los tratamientos del 3 al 5, es decir aquellos tratamientos que tienen la letra "a", no existió diferencia significativa entre ellos; siendo el mejor de estos tratamientos el No.3 (dosis mas elevada del piretroide + dosis más elevada de *Bacillus thuringiensis*).

Según la tabla No. 8 de resultados, los tratamientos que tienen la letra "c", o sea los tratamientos Nos. 16, 17 y 18, en donde se usó solo el *Bacillus thuringiensis*, se obtuvieron los peores resultados encunto a la destrucción del área foliar, es decir hojas externas e internas, al igual que el tratamiento No.18. (testigo), hubo igual destrucción del área foliar.

En los tratamientos que tienen la letra "a" es decir los números que van desde el tratamiento No.3 al tratamiento No.5 son las combinaciones del *Bacillus thuringiensis* con los piretroides, Endosulfan y los piretroides solos.

El tratamiento No. 9 de la tabla No.8 de los resultados resultó ser el peor de todos, siendo el testigo, en donde la destrucción del área foliar fue muy grande siendo de mayor importancia *Pieris monuste* y en menor escala *Trichoplusia ni*. *Pieris monuste* principiaba con un daño indirecto y terminaba con un daño directo según observaciones, es decir que cuando la población de *Pieris monuste* era baja efectuaba un daño a las hojas, pero cuando su población aumentaba, por la cantidad enorme de sus excrementos, manchaba la flor (coliflor), bajando de esta forma su calidad. En forma general, para el control de las plagas de la coliflor, resultó ser mejor las combinaciones del *Bacillus thuringiensis* con los piretroides que los piretroides solos (según observaciones y resultados).

- e. Como se puede observar en la tabla No.10 de resultados, si existe diferencia significativa de la población de arañas en los tratamientos, pero realizando la prueba de comparaciones múltiples (Tukey), resultó que no hay diferencia significativa. Si observamos las tablas No.11 y 14, de las poblaciones de los predadores (araña, avispidas), el nivel de su población se mantuvo igual durante el experimento.
- f. Si observamos la tabla No. 13 de los resultados de la residualidad de los insecticidas usados (dosis más altas) (bajo las condiciones del experimento), no se tuvieron residuos de insecticidas en la flor (coliflor) a los 4 y 6 días de haber hecho la aspersión.
- g. En la tabla No. 15 de resultados de la correlación lineal, entre el o/o de plantas sanas y el producto final de la coliflor de primera y segunda calidad, cortadas durante el experimento, se interpretó estadísticamente en forma general, deduciendo que de cada 100 plantas o sea del 100o/o, el 50o/o van hacer flores (coliflor) de primera calidad.

Ahora si observamos en forma individual, hay tratamientos que tienen el 100o/o de flores (coliflor) de primera calidad, tal es el caso del tratamiento No.3 (dosis más elevada de piretroides + Dosis más elevada del *Bacillus thuringiensis*) y otros que están muy por debajo del 100o/o. Como se puede observar si existe una correlación entre el o/o de plantas sanas y la calidad de coliflor.

El número de plantas por parcela se vió mermada por problemas del ataque de la taltuza, que es muy común en esta zona, y por la semilla, porque hubieron algunas plantas muy precoces que su flor creció muy poco y luego se puso amarilla; perdiéndose estas plantas.

- h. En la tabla No.17 de los resultados del análisis de rentabilidad de los mejores tratamientos entre los cuales no existe diferencia significativa. Los tratamientos Nos. 3, 6 y 9 (combinaciones del *Bacillus thuringiensis* y piretroides), fueron los mejores en el

control de la plaga de la coliflor, pero surentabilidad fue nula. Los tratamientos Nos. 10, 11 y 12 presentaron la mejor rentabilidad, siendo los tratamientos donde se usó solo los piretroires (pounce), no se logró una rentabilidad mayor, ya que la siembra fue de época de segunda y no de época de primera, que se efectúa en los meses de junio-septiembre, obteniéndose para esta época de 20-25 qq/cda., si lo comparamos con el rendimiento promedio que se obtuvo en el experimento durante la época del 10/9/79 al 19/11/79, que fue de 13 qq/cda.

VII. CONCLUSIONES:

1. Los mejores tratamientos en el control de las plagas de la coliflor (consideradas en el estudio) y su mejor calidad fueron los Nos. 3, 6 y 9; pero su rentabilidad fue nula.
2. Los tratamientos que mejor rentabilidad presentaron fueron los Nos. 10, 11 y 12, los cuales no tienen diferencia significativa con los mejores tratamientos.
3. La mejor efectividad del *Bacillus thuringiensis* está entre un rango de 4 a 6 días y no así a 12 o más días entre aspersión, que resultaron nulas; a diferencia de los piretroides que resultaron tener control de las plagas a 12 días de intervalo, actuando solos y combinados con el *Bacillus thuringiensis*.
4. La plaga que se detectó de mayor importancia económica, como resultado del estudio, fue la de *Pieris monuste*.
5. La plaga *Plutella maculipennis*, fue controlada en todos los tratamientos, observándose solo en los testigos; la plaga *Trichoplusia* ni fue controlada en todos los tratamientos a excepción de los tratamientos, donde se usó solo el *Bacillus thuringiensis*.
6. Los productos usados en este estudio (insecticidas), no presentaron problemas de residualidad a 4 y a 6 días después de aplicado; bajo las condiciones del experimento no disminuyeron las poblaciones de los predadores, se mantuvieron más o menos uniformes.
7. Como interpretación general del análisis de correlación lineal entre el o/o de plantas sanas y flores (coliflor) de primera calidad, podemos decir que del 100o/o de plantas sanas de un área determinada el 50o/o de éstas, va a tener un producto final (coliflor) de primera calidad.
8. La Plaga *Epicaerus* sp.) cuyo daño se desconocía en la coliflor resultó hacer un daño directo a la flor (coliflor) por su alimentación causando una baja en la calidad y el precio. Esta plaga no se consideró en el presente estudio.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En nuevas investigaciones se puede experimentar dosis más bajas con el *Bacillus thuringiensis* combinado con los Piretroides, evaluar los intervalos de aplicación, y el efecto de asociación del *Bacillus thuringiensis* y los Piretroides.
2. Realizar estudios específicos a largo plazo sobre el incremento de la población de predadores en evaluaciones, del *Bacillus thuringiensis*.
3. Realizar investigaciones con barreras en el control de las plagas de crucíferas.

I X. BIBLIOGRAFIA:

1. Abbott Laboratories. Manual técnico. North Chicago, Illinois, 1978. pp. 4-29.
2. BARRIOS GARCIA, E.A. Ensayos biológicos en *Bacillus thuringiensis* Berliner y Galecron en el control de los gusanos de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976 pp. 12-32.
3. BOLETIN TECNICO DESIS. París, Roussel UCLAF, s.f. pp. 3-18.
4. DE BACH, P. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. México, Continental, 1968 pp. 582-721.
5. FERNANDEZ, R. y SMOLIKOWSKI, S. Guía Roussel de las principales plagas del algodón. Guatemala, CARUSA, s. f. pp. 14-15.
6. FORD, M.G. Quantitative structure - activity relationship of pyrethroid insecticides. Pestic. sci. no. 10:39-49 1979.
7. GONZALES, R. H. La protección de las plantas en América Latina, con especial referencia al control integrado de las plagas. Boletín Fitosanitario 24 (3): 65-75. 1976.
8. GUDIEL, V. M. Manual agrícola SUPERB. 5a. ed. Guatemala, Productos Superb, 1980 pp. 75-76 (no. 5 1979-1980).
9. HUTTENBACH, H. Insecticidas selectivos en el control integrado de plagas tomando como ejemplo Thiodan (Endosulfan). In. Seminario Internacional sobre Control Integrado de Plagas I.A.R.I. Nueva Delhí, India 20-24 enero 1969. Conferencia. Nueva Delhí, 1969 pp. 1-12.
10. INFORME DE registros climáticos tomados por INCAP en la aldea de Santa María Cauqué, municipio de Santiago Sacatepéquez, Depto. de Sacatepéquez.
11. JIMENEZ LACHARME, F. Estudio comparativo de patogenicidad de diferentes variedades de *Bacillus thuringiensis* en larvas de primer Instar de *Hypsipyla grandella* (Zeller) Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Depto. de Fitotecnia, 1973.
12. LERENA GABARRET, A. Enciclopedia de la Huerta, 5a. ed. Buenos Aires, Mundo Técnico, 1978. p. 230.
13. MC CORMICK NAVAS y PEREZ ANGEL, G. Estudio técnico económico sobre la posibilidad de producción de piretro en Colombia. Bogotá, Colombia, 1964. pp. 36-51 (PIRETRO estudios aagronómicos).
14. MEZA NIETO, J. y MARTINEZ TORNER, F. Plagas de la agricultura y sistemas para combatirlas. México, Herrero, 1963. pp. 6-30; 148-251; 437-450.

15. METCALF, C. L. y FLINT, W. P. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. México, Continental, 1965. pp. 152-397; 749-752.
16. SUDDERUDDIN, K. I. y POOI – FONG, K. Resistencia a los insecticidas de *plutella xylostella* recogida en los Cameron Highlands de Malasia, Boletín Fitosanitario 26 (2) : pp. 53-57, 1978.

(f) Olga Marina Ramírez C.
Bibliotecaria

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

IMPRESA CENTRAL-1254
DEPOSITO LEGAL
"IMPRESA CENTRAL-1254"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O