

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**ENSAYOS BIOLOGICOS CON *Bacillus thuringiensis*
Berliner Y GALECRON EN EL CONTROL DE
GUSANOS DEL REPOLLO (*Brassica oleracea*
var. capitata)**

TESIS

Presentada a la

Honorable Junta Directiva de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

ESTEBAN ALBERTO BARRIOS GARCIA

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero de 1976.

II

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agron. Carlos F. Estrada Castillo
Vocal 1o.	Ing. Agron. Salvador Castillo Orellana
Vocal 2o.	Ing. Agron. Mario Molina Llardén
Vocal 3o.	Ing. Agron. Carlos Guillermo Aldana G.
Vocal 4o.	Br. Julio Romeo Alvarez Morales
Vocal 5o.	P. Agron. Víctor Manuel de León
Secretario	Ing. Agron. Oswaldo Porres Grajeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agron. Edgar Leonel Ibarra Arriola
Examinador	Ing. Agron. Jorge A. Carranza
Examinador	Ing. Agron. Otto Slowing
Examinador	Ing. Agron. Ronaldo Prado Ramírez
Secretario	Ing. Agron. Oswaldo Porres Grajeda

Guatemala, 3 de febrero de 1976

Ing. Agron. Carlos F. Estrada C.
Decano de la Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

En cumplimiento de la designación que se sirviera hacer para asesora al P.A. Esteban Alberto Barrios García en la elaboración de su trabajo de tesis titulada: ENSAYOS BIOLOGICOS CON *Bacillus thuringiensis* Berliner Y GALECRON EN EL CONTROL DE GUSANOS DEL REPOLLO (*Brassica oleracea* var. *capitata*), teniendo el agrado de comunicarle que he cumplido con ese mandato.

Considero que dicho trabajo de tesis constituye un valioso aporte a la tecnología de la producción agrícola.

Sin otro particular me suscribo de usted muy atentamente.

Dr. José J. Castro Umaña
Asesor

III

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mi padre

NICOLAS BARRIOS R.

A mi madre

VIRGILIA GARCIA

A mis hijos

BAYRON ALBERTO

HENRY EDUARDO

A mi esposa

AMANDA VIOLETA

**A mis familiares,
en especial a**

MERCEDES BARRIOS

ROSARIO BARRIOS

MARIO MEDINA

A mis hermanos

A la memoria de mi abuelita

A la familia Urizar-Estrada

A mi asesor

JOSE DE JESUS CASTRO

A mis compañeros de trabajo

IV

TESIS QUE DEDICO

- A mi patria, un grano de arena en nuestra agricultura
- A la Facultad de Agronomía
- AL Instituto Técnico de Agricultura
- AL Ing. Agron. Armando Fletes
- AL Ing. Agron. Mario Molina Llardén
- A Emilio Samayoa
- AL Ing. Agron. Rubén Emilio Gonzalez

V

AGRADECIMIENTOS

Deseo patentizar y dejar constancia de mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que en una forma material o intelectual contribuyeron a la realización de los presentes estudios, los cuales le llevaron a feliz término. Y de manera especial a las personas, entidades e instituciones que en forma directa proporcionaron su colaboración desinteresada.

Al Dr. José de Jesús Castro Umaña, por sus valiosas sugerencias, orientación y asesoramiento.

Al Personal del Departamento de Sanidad Vegetal y Cuarentena, y de manera muy especial al Departamento de Parasitología Vegetal.

A la licenciada Shryll de Cabrera, Jefe de los laboratorios de microbiología del ICAITI.

Al Personal de los laboratorios de análisis de fertilidad suelos del ICTA.

Al Personal de la biblioteca de la Facultad de Agronomía e Instituto Técnico de Agricultura.

Al Señor Hugo Taitus.

A los representantes de las casas comerciales: Abbott, SEMECA, Fertica, y Ciba Geygy.

VI

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Es un significativo honor para mí, someter a vuestra consideración, mi trabajo de tesis titulado:

**ENSAYOS BIOLOGICOS CON *Bacillus thuringiensis*
Berliner Y GALECPON EN EL CONTROL DE
GUSANOS DEL REPOLLO (*Brassica oleracea*
var. capitata)**

Si el presente trabajo investigativo, merece vuestra aprobación, habré concluido con todos los requisitos establecidos con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar el título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado de licenciado en Ciencias Agrícolas.

Con las muestras de mi consideración, me es grato suscribirme de vosotros, muy atentamente.

(f) Esteban Alberto Barrios G.

VII

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	i
II. REVISION DE LITERATURA	5
II.1 Clasificación taxonomica de los insectos-plagas del repollo de acuerdo a la severidad de ataque en la evaluación de los productos.	5
II.2 Descripción de los ciclos biológicos de la polilla diamante, y del falso medidor.	6
II.2.1 Polilla diamante.	6
II.2.2 Falso medidor del repollo.	8
II.3 Cuadro de daños e importancia económica de Plutella maculipennis Curtis.	10
II.4 Cuadro de daños e importancia económica de Trichoplusia ni Hübner.	11
II.5 Composición química del cristal de Bacillus thuringiensis Berliner.	12
II.6. Toxinas aisladas de Bacillus thuringiensis Berliner.	13
II.7 Algunas variedades de Bacillus thuringiensis Berliner que han sido aisladas.	14
II.8 Estandarización de medidas para Bacillus thuringiensis Berliner.	15
II.9 Factores que pueden afectar la viabilidad y virulencia de Bacillus thuringiensis Berliner.	16
II.10 Compatibilidad de Bacillus thuringiensis Berliner con insecticidas químicos.	19
II.11 Ensayos biológicos de campo usando Bacillus thuringiensis Berliner y otros plaguicidas en el control de plagas de crucíferas.	20
II.12 Evaluación visual de productos usando escalas numéricas.	26

	Página
III. MATERIALES Y METODOS	29
III.1 Localización de los ensayos.	29
III.1.2 Condiciones del suelo.	29
III.2 Variedad de repollo utilizada.	30
III.4 Diseño experimental usado en la evaluación.	30
III.5 Estudios efectuados con Bacillus thuringiensis Berliner y galecrón 50 EC.	31
III.5.1 Estudio número uno. Recuento de esporas viables de Bacillus thuringiensis Berliner en los productos comerciales.	32
III.5.2 Estudio número dos. Evaluación de campo de: dipel, turibac, thuricide HP y galecrón 50 EC, en el control de Plutella maculipennis Curtis del repollo.	32
III.5.3 Estudio número tres. Intervalos de aplicación de Bacillus thuringiensis y galecrón en el control de: Plutella maculipennis ; Trichoplusia ni ; y Spodoptera spp.	37
III.5.4 Estudio número cuatro. Días de viabilidad de esporas de Bacillus thuringiensis Berliner bajo condiciones no lluviosas.	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	43
IV.1 Estudio número uno.	43
IV.2 Estudio número dos.	43
IV.3 Estudio número tres.	49
IV.4 Estudio número cuatro.	55

	Página
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. RESUMEN	65
VIII. BIBLIOGRAFIA	67
IX. APENDICE	75

I. INTRODUCCION

Las nuevas técnicas de producción de fibras, así como de producción y conservación de alimentos, hacen uso de una gran variedad de productos químicos, entre ellos los pesticidas, los cuales son aplicados en la generalidad de los casos sin tomar en cuenta las condiciones ecológicas de los campos de cultivo. Debemos estar conscientes que el mal uso de los productos químicos en la agricultura, puede destruir la flora y fauna de un lugar, poniendo por consiguiente en peligro la salud del hombre.

Asimismo los plaguicidas, principalmente con los productos organo clorados, en estos últimos años en nuestro país han registrado trazas en los productos de exportación, especialmente la carne y ciertos tipos de hortalizas; de tal manera que dichos productos de consumo diario constituyen un peligro para la salud humana (1, 29, 38, 42).

El uso inadecuado y desmedido de los plaguicidas en nuestra agricultura, ha traído además otras consecuencias:

- a) mayor número de aplicaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo;
- b) aumento de las dosis comerciales recomendadas;
- c) mezcla de insecticidas compatibles para aumentar su rango de efectividad;
- d) surgimiento de nuevas plagas que se mantenían potencialmente como tales;
- e) resistencia cruzada o múltiple de los insectos a los insecticidas;
- f) residuos en los productos de consumo diario;
- g) mortalidad para la vida silvestre, acuática, explotaciones ganaderas, y humana;
- h) introducción de nuevos productos de mayor efectividad;
- i) aumento en los costos por concepto de aplicación y manejo de plagas;

- j) especialidad en los equipos de aspersión y espolvoreo;
- k) quiebra económica de algunos agricultores.

Se ha llegado a la conclusión que para obtener beneficios rentables en cualquier explotación agrícola, no precisa la introducción y aplicación de productos químicos más potentes, ni mucho menos aplicar más volúmenes de éstos, sino mas bien tratar de reestablecer el equilibrio biológico en las zonas de producción.

Resulta obvio que ninguna técnica, principalmente el uso de insecticidas o la introducción de un control biológico, sería capaz de resolver por sí solo los problemas que ocasionan las plagas. Se requiere por el contrario un sistema que haga uso de todas las nuevas técnicas, no solo para disminuir los daños ocasionados por las plagas sino también para disminuir los costos de producción sin perjuicio de la salud del hombre.

Recientemente se ha introducido el "control integrado", el cual combina o hace uso de tres alternativas: uso moderado de insecticidas; control biológico; prácticas culturales; y de otros sistemas que puedan usarse para mantener a los insectos potencialmente dañinos a un nivel de población inferior al nivel de daño económico para el agricultor. El control biológico es parte muy importante de un control integrado. Muchos países están haciendo uso del control biológico, no solo con parásitos y predadores, sino también con hongos, bacterias y virus (8, 12, 20, 30, 34, 39, 40, 45, 47, 49).

Dentro de los recursos con que cuenta actualmente el control biológico en forma comercial, además de aciertos parásitos y predadores, puede mencionarse el *Bacillus thuringiensis* Berliner, una bacteria aislada en 1915 de larvas de *Ephesia kuehniella* Zeller (8, 20, 32, 47). Este bacilo, es una bacteria que controla gran número de larvas, especialmente lepidópteros que atacan muchos cultivos. Además presenta importantes ventajas, sobre todo no deja residuos químicos, no es tóxico para el hombre y animales de sangre caliente

Muchos investigadores están de acuerdo que para evaluar en forma efectiva el *Bacillus thuringiensis* Berliner, puede usarse los insectos que atacan la gran mayoría de crucíferas, especialmente: *Trichoplusia ni* (Hübner); *Pieris brassicae*; *Pieris rapae*; *Plutella maculipennis* Curtis; y otros como *Spodoptera* spp.

En nuestro medio agrícola ciertos insectos plagas, como *Plutella maculipennis* Curtis, *Pieris* spp., *Trichoplusia ni* Hübner, han sido considerados en estos últimos años como de cierta importancia económica en la producción de algunas hortalizas, especialmente en el cultivo del repollo, en el cual las perforaciones hechas a las hojas exteriores y a la cabeza ya formada, hacen al producto poco aceptable al consumidor, por lo que los ingresos del productor son bastante bajos, manteniendo una economía de subsistencia.

La presencia y poblaciones de dichas plagas, varían de acuerdo a las condiciones climáticas, situaciones de lluvia, temperatura y humedad relativa durante el año; además de otros factores tales como sistema de cultivo y control de las mismas.

Todas las especies de plagas mencionadas que atacan las crucíferas y otras hortalizas de consumo diario, pueden ser controladas con cualquier insecticida, pero cuando los insecticidas son aplicados a estos vegetales, muchos de ellos dejan residuos, o son de alta penetración, con lo cual puede ser perjudicial a las personas que lo consumen. De algunos insecticidas de prolongado poder residual: DDT, BHC, aldrín, dieldrín; se ha demostrado su acumulación en la grasa, y la presencia en la leche humana (1, 38, 40). El problema de residuos principia a ser importante especialmente en hojas y otras partes de las hortalizas cuando no puede ser fácilmente lavado o removido el residuo tóxico.

Bacillus thuringiensis Berliner es un insecticida biológico microbioal que presenta ciertas ventajas actualizadas sobre la problemática del complejo plaguicidas; todos los productos

comerciales a base de este bacilo no son tóxicos para el hombre, sus animales y vida silvestre, sobre todo no dañan a los parásitos y predadores de otros insectos, y según lo reportado por la literatura, es eficaz para la gran mayoría de larvas de lepidópteros que constituyen serias plagas en las plantas cultivadas, especialmente de hortalizas de consumo diario.

Con el presente estudio se pretende aportar una fase inicial en la posible solución de los problemas antes mencionados. Los objetivos de este estudio fueron determinar la practicabilidad de usar el *Bacillus thuringiensis* Berliner y el ovicida larvicida galecrón 50 EC (N-{2-metil-4-clorofenil}-N', N'-dimetilformamidina), en el control de las principales plagas del repollo en el municipio de San Lucas Sacatepéquez; con miras a proporcionar el grado máximo de protección con la aplicación de los productos a intervalos cortos, relacionándolos también con la cantidad de esporas por gramo del producto, y la viabilidad de estas en condiciones no lluviosas.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 Clasificación taxonómica de los insectos plagas del repollo de acuerdo a la severidad de ataque en la evaluación de los productos.

Los insectos de acuerdo a su importancia y apareamiento en los estudios efectuados en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, fueron los conocidos con los nombres comunes de: polilla diamante (o también como barrenador de la cabeza); y el gusano medidor del repollo, otros lo conocen como falso medidor. Estos dos insectos fueron identificados por el Dr. en entomología José de Jesús Castro Umaña, catedrático de la Facultad de Agronomía de Guatemala. Los dos insectos corresponden a la siguiente posición taxonómica (6).

	Polilla diamante	Medidor o falso medidor
Reino:	Animal	Animal
Phylum:	Artropoda	Artropoda
Sub-phylum:	Mandibulata	Mandibulata
Clase:	Insecta	Insecta
Sub-clase:	Pterygota	Pterygota
División:	Endopterygota	Endopterygota
Orden:	Lepidoptera	Lepidoptera
Sub-orden:	Ditrysia	Ditrysia
Super familia	Tinaeoidea	Noctuoidea
Familia	Plutellidae	Noctuidae
Género	Plutella	Trichoplusia
Especie	maculipennis Curtis 1839	ni Hübner

Los nombres comunes en inglés de cabbage looper y de diamond back moth (gusano medidor y polilla diamante), fueron aceptados y publicados como nombres comunes por la Asociación Americana de Entomólogos en el año 1946 (36).

II.2 Descripción de los ciclos biológicos de la polilla diamante, y del medidor del repollo

Nombres comunes:

polilla diamante
gusano perforador
gusano del corazón del repollo
polilla o palomilla de la col.

Nombre científico:

***Plutella maculipennis* Curtis, 1839 (6, 36)**

EL HUEVO

Los huevos son de color blanco amarillentos, casi esféricos, teniendo 0.5 mm. de diámetro. La hembra pone sus huevos en grupos aislados 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 (16, 23, 27, 35, 44).

Los huevos regularmente son colocados por la hembra en el interior de las hojas, de preferencia en las recién formadas (cabeza inicial del repollo); casi nunca quedan expuestos directamente al ambiente, sino más bien protegidos por las hojas exteriores del repollo (44).

Miner (35) realizó estudios del ciclo biológico de este insecto (en 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.

LA LARVA U ORUGA

Las larvas recién eclosionadas son de color crema, mostrando un punto negro que corresponde a la cabeza. Conforme avanzan los estadios, su coloración se va tornando

verde, del verde claro a un verde pálido, hasta un acua, ya próximo a empupar aumenta su tonalidad. Los extremos de la larva son ligeramente ahusados. Sus segmentos estan bien diferenciados, y cubiertos de pequeñas vellosidades de color negro. La larva se reduce en sus extremos y tienen el mayor grosor en el centro. El tamaño de la larva completamente desarrollada puede variar de 8 a 10 mm.

Las larvas tienen las características de ir dejando un hilo sedoso, de modo que al ser molestadas se dejan caer, quedando suspendidas de éste; además, estas larvas al ser removidas de las hojas, saltan, teniendo un movimiento bruzco, se retuercen, y finalmente quedan inmóviles en una posición en forma de herraje (cola con cabeza).

Miner (35) reporta que las larvas vivieron 23 días a 23.3°C, 5 días a 27.8°C. Este autor (35) reporta 4 estadios para larvas de *Plutella maculipennis* Curtis.

LA CRISALIDA O PUPA

Este insecto como algunos otros microlepidópteros, tienen la característica que al iniciar la fase de crisalida, se envuelven en un capullo de tejido sedoso y suelto, similar a una red muy fina; está siempre sujeta a la superficie de las hojas (35, 44). Nuestras observaciones indicaron que con frecuencia empupan sobre las hojas más grandes y exteriores del repollo, aunque también lo hacen en el interior de la cabeza bien formada, pero con menos regularidad. Este tipo de crisalida (capullo) es de color blanco y sedoso.

De acuerdo a miner (35), el estadio de larva puparia puede tardar de 8 días a 18.9°C, 3 días a 28.9°C.

EL ADULTO

Este insecto es un microlepidoptero, cuya longitud puede variar de 8 a 12 mm. Los machos tienen las características al

tener las alas cerradas, de presentar sobre el dorso y al centro de las mismas, tres marcos amarillos en forma de rombo (en otros son de color gris claro) o diamantes, con dos puntos bien diferenciados en cada uno. El color del resto de las alas varían del gris oscuro al café.

Los adultos son relativamente quietos durante las horas del día, aunque vuelan rápidamente si son molestados, y lo hacen en zig zag. Un típico lugar de reposo para los adultos, es debajo del follaje de la planta de repollo. La actividad de vuelo es intensa en el crepúsculo. La mayor parte de los huevos son ovipositados en los primeros días, declinando posteriormente (35).

II.2.2 Medidor o falso medidor del repollo

Nombres comunes:

Falso medidor del repollo
 medidor del repollo
 perforador de la hoja
 "cabbage looper", en inglés.

Nombre científico:

Trichoplusia ni Hübner

EL HUEVO

Los huevos son depositados por la hembra de uno en uno y no en grupos. Son estriados, casi esféricos, y varían del color blanquecino al verde claro, dependiendo del desarrollo embrional en que se le encuentre (34, 44). La hembra puede poner de 100 a 300 huevecillos en forma aislada, aunque algunos reportan hasta 1200. En esto influye la succulencia, edad y tipo de la planta. Dependiendo de las condiciones de temperatura, humedad relativa y precipitación, los huevos pueden eclosionar de los 2 a 5 días

Greene (16), encontró predominancia de oviposición sobre la parte basal de las hojas, en un 64o/o, a partir de 2.54 cms. 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.

LA LARVA U ORUGA

Recien eclosionada, la parte abdominal de la larva es de color blanco-crema y la cabeza como un puntito es de color negro. Al desarrollarse, su color varía del color verde amarillento al verde claro. El extremo anterior (cabeza) de la larva desarrollada, es más delgado que el posterior. Tiene como característica la de poseer dos líneas blancas en ambos lados, que se oscurecen a medida que el insecto-larva alcanza su desarrollo normal. Después del tercer estadio larvario las patas torácicas son de color blanco. En cada segmento del cuerpo posee cuatro puntos negros colocados en cuadro. Tienen la cualidad de caminar en forma similar a las larvas de los geométridos. Las larvas al desplazarse se doblan hacia arriba, formando una curvatura, en forma de asa, luego impulsan hacia adelante la parte anterior del cuerpo, y esto es debido a que solo tiene tres pares de falsas patas. La larva bien desarrollada alcanza de 3.5 a 4.0 cms. de largo.

LA CRISALIDA O PUPA

Las crisálidas recien formadas son de color verde, posteriormente cobrizo, encontrándose en el interior de un capullo de tejido sedoso, suelto a manera de una red muy fina, la larva regularmente empupa sobre el follaje o en hojas caídas. El tamaño no pasa regularmente de 2.5 cms. En este estado puede tardar de 10 a 15 días.

EL ADULTO

Las palomillas de hábitos nocturnos, de fototropismo positivo (34). Son de color grisáceo, a casi negro, con manchas claras e irregulares en las alas. Las alas anteriores presentan casi

en el centro, una figura de color plateado, dando la apariencia de un ocho. Las alas posteriores son de color gris claro. Las alas anteriores presentan marcas blancas por encima de las manchas plateadas (en forma de 8). En la unión de los segmentos tarsales presenta anillos de color blanco. Las alas miden de punta a punta de 3 a 3.5 cms. El ciclo biológico puede variar de 20 a 45 días, disminuyendo con la temperatura (34, 44).

II.3 Cuadro de daños e importancia económica de Plutella maculipennis Curtis

Los adultos hembras inician su oviposición en el repollo de 15 a 20 días después del trasplante, cuando están recién formadas dos o tres hojitas de la cabeza (yemas de 1 cms. de largo), teniendo de 5 a 8 hojas grandes exteriores toda la planta. Las larvas tienen predilección para alimentarse de las partes tiernas, próximas a la yema en crecimiento de las plantas recién trasplantadas. Los huevos son colocados en el interior de las hendiduras de las hojas recién formadas de la cabeza pequeña del repollo, es decir, en las primeras hojitas de la cabeza en vías de formación, y/o sobre la parte inferior de las hojas más sueltas.

Cuando el número de larvas persisten en una cabeza ya formada de repollo, se observa más tarde galerías, minas o perforaciones, que dan origen a pudriciones secundarias causadas por hongos y bacterias. En consecuencia alteran su valor comercial o comestible, o al menos que se utilice para alimentación de animales (cerdos).

Las altas poblaciones de este microlepidóptero se manifiesta en los meses no lluviosos y de poca precipitación, aunque se ha observado que su presencia depende más que todo de si hay o no cultivo de repollo. En el presente año 1975, se encontró alta densidad aún en los meses más lluviosos como lo fueron septiembre, octubre y noviembre en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, Depto. de Sacatepéquez.

Este insecto es un microlepidóptero cosmopolita que varios investigadores la reportan (4, 6, 7, 22, 27, 35) causando

serios daños en Europa, Asia, Australia, E.U.A., América del Sur, y en los últimos años en Centro América.

En climas muy fríos, especialmente en Europa, este insecto tiene de 3 a 4 generaciones al año. En climas como el nuestro y países tropicales, se han registrado hasta 11 generaciones. Miner (35) indica que 30 días puede ser suficiente para 2 ó 3 generaciones, dependiendo de las altas temperaturas.

II.4 Cuadro de daños e importancia económica de *Trichoplusia ni* Hübner

Las larvas de *Trichoplusia ni* (Hbn) son polífagas, alimentándose de casi todas las plantas cultivadas: hortalizas, algodón, tabaco, ajonjolí, etc. Inmediatamente después de la eclosión, inician su alimentación, generalmente en el envés de las hojas, y en el repollo casi siempre lo inician en las primeras hojas exteriores. Estas pequeñas larvitas se alimentan inicialmente del tejido epidérmico, pudiéndose ver claramente atrás luz este daño, tejido de color claro, muy delgado, contrastando con el resto de color verde.

La larva inicia el daño en las hojas exteriores y luego se alimenta de las internas. Una sola larva de *T. ni* puede hacer muchas perforaciones en las hojas, que pueden variar de tamaño según el estadio larvario. Cuando el ataque es severo, solo dejan las venas de las hojas, destruyendo completamente la cabeza del repollo; en tales casos si no se toman las medidas necesarias de control, puede destruir completamente una plantación.

Resumiendo puede decirse que los daños se presentan en tres etapas. Hojas con tejidos superficiales roídos o carcomidos; hojas con tejidos agujereados, o solo con el sistema de venas, sin los tejidos interiores, o con los bordes comidos irregularmente; hojas interiores perforadas o con la cabeza del repollo con pequeñas galerías o totalmente destruidas, sin ningún valor comercial o alimenticio.

Por ser una larva mas grande que *Plutella maculipennis*, *T. ni* puede causar el daño de 10 a 15 de aquellas. Afortunadamente esta como la gran mayoría de larvas-plagas, cuenta con enemigos naturales, entre ellos ciertos Hymenópteros (6), hongos, bacterias y virus.

En el lugar donde se efectuó el estudio, este insecto-plaga no constituyó un serio problema, comprobándose que a solo 11 Kmts., en Bárcena, Villa Nueva, sí estaba causando serios daños en las plantaciones de repollo; y a 29 kilómetros, en Chimaltenango, a fines de octubre de este mismo año/75, la plaga principal era *Pieris spp.*, sin la presencia de *Plutella maculipennis*, ni *T. ni*. Ciertos insecticidas fosforados como dipterex y malathion, en la escuela de agricultura estaban dando bajo control.

Este insecto se encuentra distribuido por casi todos los países del mundo, y en muchos lugares constituye una de las principales plagas en el cultivo de crucíferas (16, 19, 22, 23, 33, 43, 44, 46, 53), y que con el uso constante de insecticidas químicos, está adquiriendo por selección poblaciones resistentes. Esto ha sido reportado por varios investigadores y está siendo observado en nuestro medio hortícola.

II.5 Composición química del cristal de *Bacillus thuringiensis* Berliner

Heimpel (20) en su amplia revisión bibliográfica, asevera que el cristal formado por *B. thuringiensis* Berliner, ha sido objeto de muchas investigaciones durante la última década, persistiendo el uso de estos organismos en el control microbiológico de insectos (2, 4, 5, 8, 9, 10, 18, 19, 27, 31, 32, 46, 48, 56).

Heimpel (20) indica que el cristal protéico formado está compuesto de una serie de amino-ácidos, entre los más recientes encontrados pueden mencionarse: ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutámico, prolina, glicina, alanina, cistina, valina,

meteonina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, lisina, histidina, arginina y triptofano. Las cantidades de cada amino-ácido en porcentaje, varía de acuerdo a la variedad de **Bacillus thuringiensis**. El mismo autor indica que es importante notar que el ácido aspártico y ácido glutámico constituyen cerca del 25o/o de los amino-ácidos presentes, es decir la mayor cantidad en relación a los otros.

Este cuerpo parasporal producido por el cristal, según análisis realizados y mencionados por Heimpel (20), pierde su poder virulento original, cuando es mantenido en medios de cultivo por mucho tiempo.

II.6 Toxinas aisladas de *Bacillus thuringiensis* Berliner

Actualmente se han encontrado 4 toxinas, denominadas con el alfabeto griego. Si aparecieran más toxinas se seguirá con la siguiente letra que le corresponde. En forma resumida citamos las siguientes reportadas por Heimpel (20).

- B.t.alpha - exotoxin. Referida en la literatura como lecitina C: fosfolipasa. Después de las publicaciones en 1959 ningún estudio ha sido realizado en relación con insectos.
- B.t.betha- exotoxin. Toxina termoestable activa. Estudios efectuados por Hall y Arkawa, reportan que es una toxina mortal para dípteros.
- B.t.gamma- exotoxin. Enzima no identificada, responsable del aclaramiento de la yema de huevo en cultivos de agar (*var. entomocidus*).
- B.t.deltha- endotoxin. Referido como un cristal protéico. Es quizá uno de los más estudiados, y con el cual se ha encontrado mucha aplicación en el control de insectos, especialmente larvas de lepidópteros.

II.7 Algunas variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner que han sido aisladas

En forma resumida presentamos algunas de las variedades de *Bacillus thuringiensis* Berliner actualmente aisladas, pudiéndose consultar con mayor amplitud a Heimpel (20) en "A critical review of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* and other crystalliferous bacteria", y otros más (9, 10, 11, 27, 31, 47, 56).

***Bacillus thuringiensis* Berliner**

Mesófilo. Buen crecimiento entre 28 y 35°C. Aeróbico (generalmente facultativo). Forma de la espora: elipsoidal a cilíndrica; parenteral o sub-terminal, de paredes delgadas. Esporangio acuoso, no distinguible. Gram positivo.

1. Variedades con cuerpo parasporal presente:

A. Los que producen fosfolipasa C.

- a) *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*
- b) *Bacillus thuringiensis* var. *amuscatoxicus*
- c) *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai*
- d) *Bacillus thuringiensis* var. *pacificus*
- e) *Bacillus thuringiensis* var. *sotto*
- f) *Bacillus thuringiensis* var. *dendrolimus*
- g) *Bacillus thuringiensis* var. *alesti*

B. Los que no producen fosfolipasa C

- a) *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae*
- b) *Bacillus thuringiensis* var. *anagastae*
- c) *Bacillus thuringiensis* var. *entomocidus*
- d) *Bacillus thuringiensis* var. *subtoxicus*.

Estandarización de medidas para *Bacillus thuringiensis* Berliner

Una de las técnicas para determinar la viabilidad de esporas de *B. thuringiensis*, es el conteo de colonias individuales que crecen en un medio de cultivo, los cuales han sido inoculados con preparaciones comerciales o experimentales. Este método ha sido sugerido por varios investigadores (8, 18, 20, 46, 47)

A partir de 1915, en que Berliner reporta el aislamiento de *Bacillus thuringiensis* de la polilla del mediterráneo, *Anagasta kuehniella* Zeller, se ha venido trabajando intensamente sobre este insecticida bacteriológico; siendo lógico que se pensara inicialmente que las formulaciones de *B.thuringiensis* pudieran mejor ser estandarizadas por medio del recuento de esporas viables.

Cuando se encontró y analizó el cuerpo cristalino del cuerpo parasporal de *B.thuringiensis* hubo complicaciones en las normas de medición, ya que muchos investigadores están de acuerdo en que la efectividad de las muchas formulaciones, depende de la presencia de las toxinas, y que las esporas contadas no son un real índice de la potencia (20, 31, 49, 50). Por consiguiente, la espora fue inicialmente la unidad útil de estandarización, pero que realmente no da una estimación exacta del contenido de cristales, ni de la actividad biológica que pueda tener en un insecto.

Por las razones muy resumidas dadas anteriormente, ha sido indispensable, además de conteo de esporas, realizar ensayos biológicos tanto de campo como de laboratorio.

El Instituto Pasteur de Francia, citado por Dulmage (8, 9, 10, 11) en sus ensayos biológicos, usó el *Pieris brassicae*, gusano del repollo. Dichos estudios y ensayos se basaron en 5 años de experimentación. Otros insectos han sido usados en los ensayos biológicos con miras a dar una estandarización que sea aceptada universalmente. Entre los insectos reportados se encuentran: *Estigmene acrea*; *Nomophila noctuella*; *Plutella maculipennis*;

Bombyx mori; Anagasta kuehniella; Pieris rapae; Pieris brassicae; Manduca protoparse. Incluso han sido agrupados de acuerdo a la respuesta a una o más toxinas de *B.thuringiensis*. El insecto debe ser universal, que llene los requisitos mínimos para una estandarización también universal.

En 1966, los participantes en un simposium del coloquio internacional sobre patología de los insectos y control microbial en Wageningen, de los Países Bajos, recomendó que E-61, del Instituto Pasteur, puede ser adoptado como el estandar internacional, asignándole una potencia de 1000 Unidades Internacionales, UI/mg.

De acuerdo a la revisión de la literatura, muchos investigadores han presentado varios trabajos relacionados sobre la estandarización del *Bacillus thuringiensis* Berliner, sin que hasta el momento se llegue a algún entendido para que sea universalmente aceptada.

II.9 Factores que pueden afectar la viabilidad y virulencia de *Bacillus thuringiensis* Berliner

Metelnikow, citado por Ignoffo (26), notó un progresivo decrecimiento en viabilidad y virulencia, después de prolongadas exposiciones de *Bacillus thuringiensis* sobre hojas de algodón expuestas a la luz del sol directo en Egipto, a temperaturas de 14 a 56°C. Burgerjon y Yamvrias, referidos por el mismo autor, reportan que aproximadamente el 95o/o de esporas de *B.thuringiensis* son destruidas después de 18 horas de continua exposición de una lámpara ultravioleta.

Ignoffo (26) llevó un estudio para determinar los efectos de la temperatura y humedad, sobre la viabilidad y virulencia de esporas de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner. Respecto a la viabilidad indica que a temperaturas de 10 a 30°C, no hubo decrecimiento significativo por un período de 200 días con un incremento de temperatura a 50°C, hubo un correspondiente decrecimiento de viabilidad para dos

preparaciones comerciales. Indica el mismo autor que inyecciones sub-cutáneas a larvas del gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* Saund, en el cuarto estadio, con suspensiones acuosas a 10°C, de exposición, la mortalidad fue del 100o/o; y con exposiciones a temperaturas de 50°C, hubo reducción de la mortalidad.

Dulmage et al (10), mencionan que la efectividad del *Bacillus*, depende en muchos casos de su dispersión de esporas. Agrega que la toxicidad de las formulaciones, depende de un cristal tóxico reportado por Hannay en 1933, y Heimpel en 1967 lo nombró deltha endotoxin. La respuesta de un insecto a un material insecticida depende no solamente del agente, sino también de varios factores tales como: humedad relativa, oscilaciones de temperatura, edad y vigor del insecto.

La efectividad de las preparaciones comerciales de *B.thuringiensis* también es un factor que hay que tomar en cuenta para el control de las plagas. Las emulsiones estabilizadas líquidas de espóra-cristal de este *Bacillus* son preparaciones muy efectivas, no obstante no son tan estables como las preparaciones en polvo seco, las cuales pueden ser almacenadas por 10 años sin reducir su virulencia (20). Hall et al, citados por MacBain (30) encontraron que los materiales de diferentes manufacturas difieren en su efectividad. Hall y Dunn (18), además de esto encontraron que algunos insectos mostraron poca susceptibilidad a los productos; *Trichoplusia* ni requirió de 4 gramos/litro de agua para dar el 100o/o de mortalidad.

McConnell y Cutkomp (32), en 1954 realizaron trabajos relacionados con el *B.thuringiensis* Berliner, y el barrenador del maíz *Pyrausta* (= *Ostrinia*) *nubilalis*. Concluyendo que la susceptibilidad de la infección decrece con la edad de la larva, ya que estas toleran altas concentraciones del *Bacillus*, hasta 50,000 esporas/ml; 200 esporas fue suficiente para los primeros estadios. La temperatura tuvo un efecto sobre la infección en los primeros estadios, ya que al aumentar ésta, aumentó la mortalidad a un 100o/o a 35°C, y con una concentración de 5 millones de esporas/ml. Los resultados de laboratorio no coincidieron con los

de campo; la razón fundamental fue lo relacionado con los hábitos de alimentación de la larva y el crecimiento de la planta de maíz. Los autores aseveran que se necesita un gran número de esporas para causar infección en las larvas.

Algunos investigadores reportan que la efectividad de *B.thuringiensis* ha sido muy baja contra los gusanos del repollo; y a criterio de Tanada (50) se debe a que posiblemente las dosis esporales son muy bajas. Hall y Andres (19), usando químicos y también *B.thuringiensis* contra *Plutella maculipennis* y *Trichoplusia ni*, reportan que el número de esporas viables por gramo de los productos les sirvió hasta cierto punto como una guía para determinar la virulencia de cada producto. Indicando además que la comparación de efectividad basado solamente sobre el número de esporas viables es dificultoso, ya que materiales con el mismo número de esporas pueden variar grandemente en el contenido de cristalis proteínicos portados, y esto hace que varíen en su patogenisidad.

Hall y Andres (19) y la gran mayoría de investigadores indican que la estandarización de dosis es más dificultoso con materiales como *B.thuringiensis*, ya que este material microbial contiene dos ingredientes a estudiar: esporas viables e inclusiones cristalinas protéicas.

Una vez ingeridas las bacterias, ciertas condiciones son necesarias para ocasionar la muerte de larvas de lepidópteros; entre ellas puede mencionarse el pH del intestino. Angus, citado por Heimpel (20), demostró que los cristales de los cuerpos parasporales de la bacteria son verdaderamente sustancias tóxicas protéicas alcalino-solubles. Heimpel (20), menciona que los estudios de Lhoste et al, y de Martouret, tienen una consecuencia concerniente al dato de pH reportado, cuyos investigadores forzaron larvas de *Pieris brassicae* a alimentarse con un LD-100 de cristales (0.5 mg. de cristales/gramo de *P. brassicae*) protéicos, el pH bajó en el intestino medio en 24 horas de 9.0 a 6.62.

Como lo puntualiza MacBain Cameron (30), es esta toxina protéica alcalina soluble la que actúa como insecticida, y no la bacteria en sí, como la causante de infección, la que provoca la muerte, haciéndolo inicialmente por desgarramiento del epitelio del intestino.

Tanada agrega, que los insectos susceptibles a los no portadores de cristales (*Bacillus cereus*) tienen el pH del intestino medio entre 6.6 a 7.4, apto para la acción de la lecitinasa producida por estas bacterias. Y que aquellas susceptibles a los portadores de cristales (*Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*; *Bacillus thuringiensis* var. *sotto*; y otros similares) tienen el pH del intestino de 9.0 a 10.5, lo que permite que disuelvan los cristales tóxicos.

Se puede concluir con la revisión que muchos son los factores que deben de tomarse en cuenta para determinar la efectividad de un producto comercial a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, entre los más importantes: número de cuerpos de cristales protéicos por espora; variedad, tiempo de almacenamiento y condiciones donde estuvo el material; tipo de material inerte; cantidad de horas luz; temperatura; distribución y cantidad de lluvia durante el año; tipo de insecto; estadios larvarios (se ha demostrado que próximos a empupar son menos susceptibles); rentabilidad de aplicación; etc.

II.10 Compatibilidad de *Bacillus thuringiensis* Berliner con insecticidas químicos

Los estudios han sido extensivos en cuanto a compatibilidad de químicos se refiere, según lo reportado por Heimpel y por otros (19, 20, 30, 33, 46, 48), entre ellos los fungicidas, insecticidas herbicidas y adherentes. *Bacillus thuringiensis* es compatible con casi todos los pesticidas, siempre y cuando se usen en pocas horas para su aplicación. En la tabla de productos compatibles, indicada por Heimpel (20), es de notarse que: malathion, urea y derivados, caldo bordeles, y hexacloruro

de benceno, no son compatibles, ya que el efecto microbial es reducido.

Algunos insecticidas organo clorados, carbamatos y organo fosforados, fueron evaluados en cuanto a compatibilidad de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner por Sutter et al (48). Los resultados son de interés, ya que diazinón y 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 sugiere que la bacteria metabolizó estos insecticidas, y como consecuencia debe de tomarse en cuenta que bajo ciertas condiciones de campo, esta bacteria puede acortar la vida residual de estos dos insecticidas estudiados.

Todos los insecticidas usados por Sutter (48) son compatibles, excepto el DDT, aldrín y heptacloro para todas las dosis probadas, los cuales redujeron la población bacteriana, y este decrecimiento fue notorio al aumentar la dosis de los insecticidas. Los resultados no dejan de ser contradictorios con los efectuados por Hers, citado por Sutter (48). Dicho investigador reporta compatibilidad con DDT, excepto malathion. Como quiera que sea hubo diferencia en la metodología usada.

II.11 Ensayos biológicos de campo usando *Bacillus thuringiensis* Berliner y otros plaguicidas en el control de plagas de Crucíferas

Tattersfield et al en 1948, citados por Beroza y Bottger (3), mencionan haber realizado ensayos de la acción insecticida con los polvos de la raíz de *Tripterygium wilfordii* Hook, en el control de larvas de la polilla diamante (*Plutella maculipennis* Curtis). Relatan los investigadores, que la planta ha sido usada por siglos por los mercaderes chinos de flores para proteger sus cultivos contra las principales plagas. Las raíces de estas plantas tienen alcaloides que son venenosos a ciertos insectos.

Basu y Chatterjee (2) en la India, realizaron una evaluación de insecticidas en el control de las plagas del repollo y otras hortalizas, especialmente de **Plusia orichalcea**. Usaron: thuricide, sevin 85o/o, malatión 50o/o; cada uno en dos dosis y dos aplicaciones durante el ciclo vegetativo. Thuricide en la dosis más alta de 3.75 Kgs/Ha., dió un control de 71.6o/o, siguiéndole sevin con 63.8o/o de control en la dosis de 2.5 Kgs/Ha.

Ramírez et al (43), efectuaron un estudio de 8 insecticidas incluyendo **Bacillus thuringiensis**, usado a razón de 0.30 Kgs/Ha., con 50 millones de esporas viables/gramo del producto conocido como thuricide HP. La evaluación fue realizada por conteo de las larvas vivas presentes antes y después de cada aplicación de los productos. La evaluación se hizo en el control del medidor del repollo, **Trichoplusia ni** Hubner. Los autores concluyen que los mejores controles se obtuvieron con thuricide HP y clorofenamidina (comercialmente conocido como fundal 800 SP), seguido de lannate. Recomiendan finalmente hacer otros estudios para reducir las dosis del material biológico usado.

Carrillo (5) en Chapingo, México, indica que en 1968 y 1969, se realizaron pruebas de thuricide 90 T y 90 TS, en formulaciones líquidas de **B.thuringiensis**, aplicados a los gusanos del repollo, cuyos resultados no fueron satisfactorios, pues se requería de un número excesivo de aplicaciones (no indica cuantos). En 1970, realizaron nuevos ensayos biológicos con nuevas formulaciones de **B.thuringiensis**: thuricide 90 TS y thuricide H-PSC, en dos dosis, y sevin 80o/o en polvo humectable. Los insectos identificados fueron: **Copitarsia spp.**; **Trichoplusia ni** Hubner; y **Plutella maculipennis** Curtis. Concluyéndose de dicha investigación que las dosificaciones de 4.68 y 2.34 Kgs/Ha. de thuricide H-PSC, fueron las más efectivas para controlar las larvas de lepidópteros antes mencionadas, aunque también thuricide 90 TS y sevin mantuvieron poblaciones bajas de larvas en comparación con el testigo el que no recibió ningún tratamiento.

Hall y Andres (19) realizaron cuatro estudios, usando productos comerciales a base de *B.thuringiensis* Berliner en el control de *Laphygma exigua* (Hbn); *Trichoplusia ni* (Hbn); y *Pieris rapae* (L); las cuales atacan severamente al repollo. El primer estudio fue el de probar la efectividad del insecticida biológico en forma de polvo y de aspersión; resultando más efectivo en forma de polvo, y esto se debió a una mejor cobertura del follaje de las plantas tratadas. A partir de esto se hizo una dosificación más apropiada en forma de polvo; concluyendo que fue necesario 2.5×10^{12} esporas/acre para dar el 80% de las muertes de *Trichoplusia ni* y que en algunas situaciones especiales fue necesario 6.8×10^{12} esporas por acre. Las combinaciones de *Bacillus thuringiensis* con DDT-toxafeno dieron una alta mortandad de los insectos mencionados.

Tanada (50) realizó en los años 1953 y 1954, investigaciones en el control de cuatro plagas de las crucíferas, usando *B. thuringiensis* Berliner y el virus granulosis. *Bergoldia virulenta* Tanada *Pieris rapae* fue controlado en el campo efectivamente por el virus granulosis y por el *Bacillus thuringiensis* en la dosis de 0.25 gramos de esporas/galón de agua, pero el virus fue superior. El *Bacillus* no fue efectivo en el control de *Plutella maculipennis*; *T.ni*; y *Hellula undalis*. En el laboratorio, según este autor, se demostró que ciertos individuos son resistentes a la bacteria. La bacteria ofrece mejores posibilidades de control que el virus empleado contra *Pieris rapae*, ya que *B.thuringiensis* mato a este en un periodo corto de 2 a 4 días comparado con el virus que fue de 4 a 8 días, después de alimentar las larvas.

Dills y Odland (7) reportan que en 1951, que los insecticidas más efectivos familiarmente recomendados en el control de los gusanos del repollo (*Trichoplusia ni*, *Pieris rapae*, y *Plutella maculipennis*) eran los clorados: DDT, methoxychlor, dieldrin, lindano y clordano.

Wilcox y Howland (53) en 1954, realizaron dos estudios comparando DDT con otros insecticidas en vista que el primero

estaba siendo abandonado en el sur de California para el control de gusanos del repollo y coliflor. Concluyeron que en el control de *Trichoplusia ni* Hübner, el DDT al 5o/o en polvo, fue significativamente inferior a los otros evaluados: malathion 5o/o, paration 2o/o, metacide 2o/o, y paration al 10o/o y 5o/o. El mejor resultado se obtuvo con paration al 2o/o, con un 85o/o de control. El más bajo después del testigo fue DDT al 10o/o con un control de 59o/o de mortandad.

Hervey y Swenson (22) en 1953, indican que más del 25o/o de gusanos medidores sobrevivieron con aplicaciones al follaje con DDT 8o/o. Toxafeno, isodrin, endrin y dieldrin parecieron ser promisorios como sustitutos del DDT. McEwen y Hervey (33) indican que en 1944, DDT a 0.125 libras de concentración por acre mató el 94o/o de *Trichoplusia ni*, y que en 1954, se requirió de una libra/acre para dar el 55o/o de muertes. En vista de la resistencia observada, estos autores llevaron pruebas de campo para determinar la efectividad de: endrin, isodrin, shell 0-2046, paration, DDT, diazinon, bayer 1747, toxafeno, paration más DDT.

Solamente shell 05-2046 y endrin a 1.0 y 0.5 libras de concentración por acre, dieron los mejores resultados de muerte, 89.0 y 91.6o/o de control respectivamente. DDT, fue relativamente inefectivo para *Trichoplusia ni*. Los autores hacen mención que las condiciones de temperatura, y luz pudieron haber influido en el o/o de mortandad con el uso de DDT.

Shore y Hall (46) puntualizan que en el sur de California para mantener el cultivo de la lechuga libre de plagas, fue necesario usar insecticidas a intervalos cortos especialmente de hidrocarburos clorinados, los cuales tienen una prolongada actividad residual. Estos investigadores realizaron ensayos con *Bacillus thuringiensis* en forma de polvo y aspersiones, comparando su actividad con productos químicos en forma de aspersiones: DDT, dylox, guthion, malathion, pertane, ronnel y toxafeno. El bacilo fue *B.t. var. thuringiensis* Berliner, conocidos con los nombres comerciales de: baxthane, L-69, biotrol, BTB, y

thuricide; en las dosis de 20 a 35 libras/acre, teniendo de 30 a 40 millones de esporas por gramo de los productos. Los recuentos de *Trichoplusia ni* fueron distribuidos en: pequeñas (primer estadio); medianas (segundo estadio, hasta 1.25 cms. de largo); y grandes (más de 1.25 cms. de largo). Los autores llegaron a la conclusión que muchas de las preparaciones de los polvos microbiales dieron efectivos controles del gusano medidor, *Trichoplusia ni*, incluyendo las grandes larvas, las cuales son muy difíciles de controlar con los insecticidas químicos en las dosis evaluados. Las aspersiones de este bacilo fueron notablemente inferiores a los polvos del mismo. Los insecticidas usados también dieron magníficos resultados, pero como se menciona, la residualidad constituye un serio problema. Estos estudios realizados por Shore y Hall fueron realizados en los años 1959 y 1960.

En los años 1959/60, Maurie (45), en Long Island, N.Y., realizó un estudio combinando virus de polihedrosis y *Bacillus thuringiensis* (no indica la variedad usada) en el control de *Trichoplusia ni* Hübner, y *Pieris rapae* (L.). Los productos comerciales de este bacilo tenían de 25 a 150 millones de esporas viables/gramo. El bacilo fué aplicado en la dosis de 2 a 4 libras/acre. La concentración virosa provenía de larvas muertas en el campo, colectadas en el año 1956, permaneciendo refrigeradas durante 3 años a 6.7°C., el equivalente de 10 larvas muertas por virosis fueron transferidas a 100 galones de agua, y aplicados a un acre, no se contó el CPI/mm² (34,45).

El autor (45) indica que la precipitación de 46.9 mm. durante los primeros 4 días siguientes a la aplicación de los tratamientos, pudo haber lavado o diluido los residuos haciéndolos inefectivos, las plantas estaban insuficientemente protegidas. Recomendando con esto que para futuras pruebas altas dosis eran requeridas, ya que en las dosis usadas, la oblación de insectos aumentó; y que sería buena práctica combinar los agentes patógenos con productos químicos cuando son desconocidos los factores meteorológicos que afectan la eficiencia de estos insecticidas microbiales.

Durante esos mismos años en que Semel Maurie (45) realizó sus investigaciones, Hofmaster (23) durante los años 1958, 1959, y 1960 relaciono abundancia de poblaciones de *Trichoplusia ni* de las hortalizas, con la precipitación, temperatura e incidencia del virus causante de polihedrosis nuclear. Hofmaster (23) llega a varias conclusiones de interés entre las cuales se mencionan:

1. Las altas poblaciones de *Trichoplusia ni* ayudan a distribuir al virus en los períodos secos, pero la lluvia es necesaria para la máxima efectividad. Los rocios también ayudan a esparcir el virus.
2. Las altas poblaciones de *Trichoplusia ni* ocurren en los períodos secos, pero nunca en los excesos de lluvia.
3. La máxima infección de virus fué aproximadamente una semana después de la máxima infestación de falsos medidores.
4. La curva de infección y desarrollo del virus está directamente influenciada por la temperatura.

Hall y Dunn (18) reportan de sus trabajos experimentales de laboratorio, que realizaron pruebas de susceptibilidad en varias larvas de lepidópteros, usando *Bacillus thuringiensis* Berlin (no indican la variedad) alimentando larvas sobre hojas de plantas de algodón, previamente asperjadas con el bacilo; usando además un adherente en la proporción de 2 cc/litro, y una concentración de un gramo de polvo en 100 ml. de agua (Teniendo el producto 100 millones de esporas viables/gm.) como concentración inicial. Altas concentraciones fueron requeridas para insectos que mostraron poca susceptibilidad al *Bacillus thuringiensis*; este fue el caso de *Trichoplusia ni*, que requirió de 4 gramos/100 ml. de agua (50 gramos del producto/litro de agua) para dar el 100% de mortalidad. Algunos otros requirieron de 2.5 gm./litro (0.25 gm/100 ml) para causar la muerte de las larvas conocidas como: *Laphygma exigua*, y *Bucculatrix thurberiella*.

Interesa de cierta manera lo reportado por Steinhaus y Beil (47) concerniente a uno de sus estudios acerca del uso de microorganismos en el control de insectos de granos almacenados. Entre los estudiados: *Sitophilus granarius* (L); *S. oryzae* (L); *Rhizopertha dominica* (Fabr); *Tribolium confusum* (Duv); *Sitotroga cerealella* (Oliv). De las varias especies de microorganismos probados solamente *Bacillus thuringiensis* Berliner mostró significativamente patogenicidad para *Sitophilus granarius* y *Sitophilus Oryzae*.

La revisión bibliográfica que antecede nos indica que inicialmente las principales plagas de las crucíferas: *Plutella maculipennis* Curtis; *Trichoplusia ni* Hübner; *Pieris brassicae* Linneo; *Pieris rapae* Linneo; y otras, se controlaban con insecticidas orgánicos naturales. A partir del año de 1944, se inició el uso de insecticidas químicos órgano clorados (DDT, aldrín, dieldrín, etc.), con los cuales se observó una marcada tendencia a aumentar las dosis para lograr el control. Luego se inició la protección de las plantas con el uso de los órgano fosforados y carbamatos. Tanto estos como los clorados han manifestado inconvenientes en su uso: aumento de dosis comerciales; mayor número de aplicaciones; surgimiento de nuevas plagas; resistencia de los insectos; residuos en los productos de consumo diario; etc.

En vista de lo anterior muchos investigadores han buscado otros métodos de control, recurriendo al uso de microorganismos los que ofrecen alguna perspectiva de protección a las plantas contra las principales plagas, y sobre todo no dejan residuos tóxicos que perjudiquen a los parásitos y predadores, ni a la salud del hombre y animales de sangre caliente.

II.12 Evaluación visual de productos usando escalas numéricas

Muchos investigadores, además del conteo de larvas, hacen uso de una evaluación visual para determinar coincidencia de resultados estadísticos, los cuales pueden ser usados por ellos mismos en futuros estudios de campo. Esta evaluación está

basada en la mayoría de los casos en una escala numérica o porcentual, según la apreciación del investigador. Las que regularmente se usan son: de 0 a 4; de 0 a 5; o de 1 a 5. La escala estará de acuerdo a la clase de cultivo donde se piense aplicar.

Wilcox y Howland (53) usaron una escala de 0 a 4, en la evaluación del DDT contra *Trichoplusia ni* en el año de 1954. Ramírez et al (43) en el control de *Trichoplusia ni* usaron también una escala de 1 a 5, partiendo de lo excelente a lo severamente dañado de las plantas de repollo. El mejor resultado que se obtuvo recibió un valor numérico de 1.0, y el testigo sin ningún tratamiento de 4.7.

Wolfenbarger et al (55) realizaron una evaluación de varios insecticidas químicos clorados y fosforados usando una escala visual para medir los daños causados por *Plutella maculipennis* Curtis; *Pieris rapae*, y *Trichoplusia ni*, en el follaje de las plantas del repollo. Quedaron definidas cinco clases, usando dos personas para la evaluación. El mejor resultado, según la evaluación, recibió un valor de 1.08, siguiéndole sin diferencia significativa entre ellas, valores de: 2.17, 2.29, y 2.50. El testigo obtuvo una puntuación promedio de 4.96.

Penagos y Recinos (41) aquí en Guatemala, en el año de 1968, en el control de *Pieris spp.*, usando 5 insecticidas químicos, emplearon también una escala numérica en la evaluación visual de los daños causados por este insecto. Los autores invirtieron los valores correspondiendo a: 1, malo; 2, regular; 3, bueno; 4, muy bueno; 5, excelente. El mejor control alcanzó un promedio en la escala de 3.8, teniendo el testigo 1.1.

III. MATERIALES Y METODOS

III.1. Localización de los ensayos

Los estudios de evaluación se realizaron en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez; situado a 2250 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas registradas durante el tiempo que duraron los estudios fueron 25.8°C máximo, 5°C mínima, con una media de 15.4°C. La humedad relativa osciló de 100o/o como máximo, a 60o/o mínimo, con un promedio de 89o/o.

III.2. Condiciones del suelo

Se analizaron las condiciones de fertilidad del suelo, previo al trasplante de las plantitas de repollo. Los resultados indicaron deficiencias de nitrógeno para todas las parcelas. El 80o/o de las muestras analizadas mostraron deficiencia de fósforo, oscilando de 3.80 a 23.40 microgramos/ml. El pH del suelo utilizado fué ligeramente ácido registrando valores de 6.3 a 6.6.

De acuerdo a los resultados se siguieron las recomendaciones dadas por el laboratorio de nutrición vegetal del ICTA, consistiendo esto en una aplicación total de 6 qq/mz. de 16-20-0, con la siembra; 5 qq/mz. de urea 46o/o, aplicando 10,30, y 45 días después del trasplante.

Fueron también analizadas tres muestras de suelo para determinar condiciones de textura. Los resultados indicaron una oscilación de: 56 a 60o/o de arena; 21.6 a 23.6o/o de limo; 18.4 a 20.4o/o de arcilla.

Antes del trasplante se realizaron recuentos de insectos del suelo, no ameritando la aplicación de insecticidas al suelo contra trozadores o gallinas ciegas. Esto ha sido sugerido por

varios investigadores, sobre todo cuando se trabaja con insecticidas biológicos (20).

III.2. Variedad de repollo utilizada en los estudios

La variedad de repollo utilizada en los estudios con *Bacillus thuringiensis* y el ovicida galecrón 50 EC, fue la conocida comunmente por los agricultores hortícolas como GLORIA.

Según alguna descripción resumida de Gudiel (17), la cabeza de esta variedad es redonda en forma de globo, con un peso promedio de 3.0 kilogramos. Según la descripción puede cosecharse a los 75 días del trasplante; según nuestra experiencia este período depende de las condiciones climáticas y del suelo, pudiendo llegar a los 100 y aún a los 120 días. Esto pudo ser comprobado por los estudios de Penagos y Recinos (41) en la evaluación de productos contra el *Pieris spp.*, quienes cosecharon a los 116 días después del trasplante.

La cabeza de la variedad gloria es bien consistente, con hojas interiores de color verde pálido, y con hojas exteriores de color verde oscuro. Puede alcanzar un diámetro de 20 cms. Como casi todas las variedades de repollo es susceptible a la deficiencia de fósforo, manifestandose ésta por poco peso y poca consistencia de la cabeza, en casos extremos, plantas pequeñas y hojas con bordes color púrpura.

III.3. Número de repeticiones en el diseño

De acuerdo a plagues efectuados en plantaciones de repollo en áreas cercanas, se determinó que el grado de ataque, sobre todo de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, es bastante uniforme, y que la población aumenta si las condiciones de poca lluvia le favorecen, en consecuencia se optó por un número de 5 repeticiones.

III.4. Diseño experimental usado en la evaluación

De acuerdo al criterio para elegir la forma de la parcela y número de repeticiones (51), y que el rendimiento como medida de evaluación pasaba a un segundo término, se eligió un cuadrado latino de 5 x 5.

III.5. Estudios efectuados con *Bacillus thuringiensis* Berliner y galecrón 50 EC

En la evaluación de los productos comerciales a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, y del ovicida-larvicida conocido como galecrón 50 EC (fundal 800 P.S., fundal 4 EC, clorfenamida, N-(2-metil-4-clorofenil)-N', N'-dimetilformamida), el trabajo se dividió en cuatro estudios.

1. Recuento de esporas viables de *Bacillus thuringiensis* por gramo de los productos comerciales existentes en nuestro país.
2. Evaluación en el campo de los productos comerciales de *Bacillus thuringiensis* y del ovicida-larvicida-acaricida galecrón.
3. Determinación de intervalos de aplicación con un producto comercial a base de *Bacillus thuringiensis*, una combinación con galecrón.
4. Determinación de días de viabilidad de las esporas de *Bacillus thuringiensis* de un producto comercial, en condiciones naturales de temperatura y humedad relativa, pero sin lluvia.

De acuerdo a lo expuesto, y a que cada uno se realizó por separado, los materiales, métodos, diseño experimental y evaluación estadística, se dan a continuación en su orden de ejecución.

III.5.1. Estudio número uno. Recuento de esporas viables de *Bacillus thuringiensis* Berliner en los productos comerciales

De los tres productos que se encuentran comercialmente en nuestro país, a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner: dipel, turibac y thuricide HP; se enviaron muestras a los laboratorios de microbiología del Instituto Centro Americano de Investigaciones y Tecnología Industrial (ICAITI), para determinar la cantidad de esporas viables por gramo de cada uno de los productos mencionados.

III.5.2. Estudio número dos. Evaluación de campo de: dipel, turibac, thuricide HP, galecrón 50 EC, en el control de *Plutella maculipennis* Curtis del repollo

Los tratamientos y las dosis para este primer estudio de campo fueron los siguientes.

- A. Dipel, 0.850 Kgs./Ha. (2.55×10^{12} esporas viables/Ha.)
- B. Turibac, 0.850 Kgs./Ha. (3.23×10^{10} esporas viables/Ha.)
- C. Thuricide HP, 0.850 Kgs./Ha (2.55×10^{12} esporas viables/Ha.).
- D. Galecrón 50 EC, 0.850 Lts/Ha (0.425 Kgs. de materia activa por hectárea).
- E. Testigo, sin ninguna aplicación.

La cantidad de esporas por hectárea indicadas, fueron aplicadas de acuerdo a los recuentos realizados en los laboratorios.

A la mezcla de cada uno de los productos en el momento de la aplicación se le agregó el adherente adsse 777, a razón de 2 c.c. por galón de agua; no solo para obtener mejor adherencia en las hojas, sino también porque las lluvias estaban casi a diario en esta región

Las aplicaciones se realizaron con una bomba tipo mochila, de 15 litros de capacidad, con una sola boquilla, de 40 a 60 libras de presión por pulgada cuadrada. Antes de cada aplicación de los productos, la bomba se calibraba para determinar la cantidad de agua requerida para cada tratamiento. La cantidad de agua varió de 0.5 litros por parcela cuando las plantas estaban pequeñas, hasta 1.5 litros en plantas grandes, cantidades necesarias para dejar completamente mojada la planta, y no simplemente sobre la cabeza del repollo como lo hacen los horticultores.

El diseño experimental usado fue el cuadrado latino, con 5 tratamientos y 5 repeticiones. En la evaluación no se tomó el rendimiento como criterio, sino el grado de eficacia expresado en porcentaje de protección en cada una de las lecturas, esto de acuerdo a las fórmulas indicadas por Unterstenhoefer (51). En la primera y última lectura se realizó una evaluación del daño ocasionado por larvas de *Plutella maculipennis* Curtis usando una escala numérica, de 1 a 5. Las lecturas fueron efectuadas el 5 de septiembre y 3 de octubre/75, con una ligera modificación a la empleada por Ramirez et al (43), se usó la siguiente:

- 1: Hojas internas sanas y hojas externas sanas.
- 2: Hojas internas sanas y hojas externas ligeramente dañadas.
- 3: Hojas internas ligeramente dañadas y hojas externas sin daño.
- 4: Hojas internas con daño y hojas externas ligeramente dañadas.
- 5: Hojas internas severamente dañadas y hojas externas con daño.

Esta escala visual de daño se expresó también en grado de eficacia en porcentaje de protección. Esta fórmula es una modificación de la reportada por Unterstenhoefer (51):

$$\begin{aligned} \text{G.E.o/o. de protección} \\ \text{de la escala visual} \\ \text{para cada tratam} \end{aligned} = \frac{\left(\frac{\text{Grado de daño}}{\text{en el testigo}} \right) \left(\frac{\text{grado de daño}}{\text{en el tratamiento}} \right)}{(\text{Grado de daño en el testigo})} \times 100$$

Se observó en las parcelas tratadas con galeción cierta sintomatología de carácter fisiológico. Se realizó un recuento, tomando 10 plantas al azar de cada parcela, teniendo de 5 parcelas para tratamiento 50 plantas de repollo. De esta manera se expresó también en porcentaje de plantas que manifestaron la fitotoxicidad.

Se estudió la dispersión de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis de los 5 tratamientos incluyendo el testigo. A las frecuencias observadas de larvas, se ajustaron las distribuciones de Poisson y Binomial Negativa, indicadas por Ibarra (25).

De acuerdo a las distribuciones de frecuencias de larvas, se requirió de la transformación de datos originales del número total de larvas, las cuales fueron sometidos posteriormente a un análisis de varianza. La fórmula que se usó para esta transformación, de acuerdo a Ibarra (25) fue:

$$X = C^{-1/2} \cdot \text{Senh}^{-1} (CX)^{1/2}$$

X = Número de larvas totales en 5 lecturas de cada uno de los tratamientos.

C = Constante, de la media ($\bar{X}$) y variancia (S^2) para cada una de las lecturas de larvas, indicada por la fórmula:

$$C = \frac{(\text{suma de } S^2) - (\text{sumas de } \bar{X})}{(\text{Sumas de } \bar{X}^2)}$$

$$\text{Senh}^{-1} (CX)^{1/2} = \ln \left[(CX)^{1/2} + \sqrt{CX + 1} \right]$$

Se incluyó también un estudio del efecto de los productos o tendencia de la población de larvas de *Plutella*

maculipennis Curtis, para lo cual se usó la fórmula indicada por Van Der Plank (52).

$$\text{Log}_e = X/1-X$$

X = Porcentaje unitario del total de larvas de 5 repeticiones para cada uno de los tratamientos, en cada lectura.

Dimensiones del diseño experimental y tipo de parcela individual

1. Parcela neta

- a) forma de la parcela: cuadrada
- b) ancho: 2.7 metros
- c) largo: 2.7 metros
- d) área neta: 7.29 metros cuadrados

2. Dimensiones de la parcela control

- a) ancho: 3.7 metros
- b) largo: 3.7 metros
- c) área: 13.69 metros cuadrados

3. Dimensiones del área ocupada por el experimento

- a) ancho: 18.50 metros
- b) largo: 18.50 metros
- c) área total ocupada: 342.25 metros cuadrados
- d) separación entre parcelas: un metro

4. Distancia de siembra

- a) entre surcos: 0.45 metros
- b) entre plantas: 0.45 metros
- c) en cada surco: 7 repollos

Fechas de siembra y trasplante

La siembra se realizó el 16 de julio/75; el trasplante el 16 de agosto/75, es decir a los 31 días, teniendo de 20 a 21 días al momento de efectuar la primera lectura y aspersión respectivamente después del trasplante.

Distribución de los repollos en la parcela

Los repollos de borde fueron colocados en toda la orilla de la parcela, con un total de 24. Los efectivos de recuento fueron 25, colocados en el interior de la parcela. En total se trasplantaron 49 repollos.

Metodología usada en los recuentos larvarios

En el presente estudio se hizo un total de cinco recuentos larvarios, usando en cada lectura tres repollos tomados al azar. Las lecturas se efectuaron registrando el interior de la cabeza y hojas externas, con esto se causó en algunas plantas daños, deformación de las hojas tiernas, sobre todo las que formaban la cabeza del repollo.

En este estudio solo se presentó ataque y daño causado por larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, los datos tomados se dividieron de acuerdo al tamaño y color de la larva en: larvas pequeñas (P), de 1 a 2 mm.; larvas medianas (M), de 3 a 6 mm., color crema; y larvas grandes (G), más de 6 mm. de largo, color verde pálido o acua, casi proximas a empupar.

Recuentos, aspersiones e intervalos efectuados

Cada recuento de población de larvas de **Plutella maculipennis** Se efectuó un día antes de cada aplicación de los productos, con un intervalo de 7 días. Las fechas para estos datos fueron: 5, 12, 19, 26 de septiembre y 3 de octubre/75. A la última lectura no le correspondió ninguna aplicación de los productos.

Las aspersiones de los productos biológicos y galecrón se realizarón a intervalos de 7 días, en las fechas de: 6, 13, 20, y 27 de septiembre/75.

III.5.3. Estudio número tres. Intervalos de aplicación de *Bacillus thuringiensis* y galecrón 50 EC en el control de: *Plutella maculipennis*; *Trichoplusia ni*; y *Spodóptera* spp.

El objetivo de este estudio fue el de darle la máxima protección a las plantas de repollo contra el ataque de larvas de los insectos que en su orden de importancia aparecieron durante el estudio: *Plutella maculipennis* Curtis; *Trichoplusia ni* Hübner; y *Spodoptera* spp. De acuerdo al estudio número dos, el producto comercial biológico que dió el más alto porcentaje de protección fué el thuricide, además del galecrón. Estos resultados preliminares nos indicó que además de tener alta concentración de esporas viables/gramos, nos podía ofrecer una alta protección casi al 100o/o del grado de eficia con intervalos cercanos a 4 días, esto si los factores ambientales, densidad de población y otros fuera de nuestro alcance pudieran influir en resultados adversos. Nos interesaba también determinar la población insectil en los 6 días de intervalo, por lo que se incluyó este tratamiento. En este diseño se incluyó la combinación de thuricide HP con el ovicida-larvicida químico galecrón 50 EC a 8 días de intervalo. Los tratamientos con sus intervalos se indican a continuación.

- A. Intervalo de 4 días, thuricide HP, 0.850 Kgs./Ha.
- B. Intervalo de 6 días, thuricide HP, 0.850 Kgs./Ha.
- C. Intervalo de 8 días, thuricide HP, 0.850 Kgs./Ha.
- D. Intervalo de 8 días, thuricide HP, más galecrón 50 EC, 0.850 Kgs./Ha. para el primero y 0.850 lts./Ha. para el segundo.
- E. Un testigo sin ninguna aplicación.

La cantidad de esporas por hectárea del producto thuricide fue de 2.55×10^{12} esporas viables/Ha. Y para galecrón 0.425 Kgs. de materia activa por hectárea.

Las aplicaciones se hicieron con el mismo tipo de bomba que para el estudio número dos, usando el mismo adherente.

El diseño experimental fué el cuadrado latino, con las mismas características de dimensiones, tipo de parcela individual, número de repollos de recuento y de borde, así como la metodología usada en los recuentos larvarios, escala visual, y sintomatología observada causada por fitotoxicidad, fué la misma que para el estudio anterior, con la única diferencia de haberse cosechado y pesado cuatro cabezas de repollo por parcela para los análisis de varianza.

Recuento, aspersiones e intervalos efectuados

Durante el transcurso de este estudio aparecieron en orden de importancia: *Plutella maculipennis* Curtis; *Trichoplusia ni*; y *Spodoptera* spp., y en casos muy aislados afidos. Como un dato complementario y de interés, se tomó la presencia de larvas de moscas pertenecientes al género Sífidae, las cuales son predadores de muchas larvas de insectos-plagas. Se observó durante este estudio, pero sin tomarse en cuenta la presencia de parásitos del orden Hymenóptera.

Los recuentos larvarios se efectuaron el mismo día pero antes de cada aspersión de los productos, con los intervalos ya indicados. Las lecturas se efectuaron para todas las parcelas en cada aplicación, teniendo en consecuencia 9 lecturas en las fechas: 10, 14, 16, 18, 22, 26, 28 de octubre, 3 y 7 de noviembre/75. El 30 de octubre que le correspondía lectura y aspersión para el tratamiento de 4 días de intervalo, no se realizó por exceso de lluvia durante todo el día.

Se realizó un total de 8 aplicaciones durante las fechas: 10, 14, 16, 18, 22, 26, 28 de octubre, y una última el 3 de noviembre/75. Las plantas tenían 55 días después del trasplante cuando se efectuó la primera lectura y aspersión de los intervalos.

Datos sobre cosecha efectuada

El 9 de noviembre/75 se efectuó la cosecha, tomando unicamente 4 repollos de cada parcela que se dejaron sin tocarlos, y esto debido al constante daño y deterioro de las cabezas que sufrieron los otros tomados al azar para los recuentos larvarios.

Se incluyó como dato el número total de repollos efectivos dentro de la parcela neta, ya que muchos de ellos se murieron por diversas causas: fertilización muy cercana a la base del tallo y raíces; limpia defectuosa; y característica de esta región es la presencia de taltuzas (*Geomy spp.* Rodentia; Geomidae).

En el momento de tomar el peso de los 4 repollos de cada parcela, se tomó el último dato de la escala visual para todos los repollos cosechados.

Evaluación estadística efectuada

La escala visual de daño y la protección de los productos se expresaron en grado de eficacia en porcentaje de protección (G.E.o/o.) para cada una de las lecturas. Se indica también los promedios de la escala de daño.

En este ensayo se estudió también la dispersión de las larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, a las frecuencias de estas se ajustaron las distribuciones de Poisson y Binomial Negativa, según los métodos descritos por Ibarra (25). Para el análisis de varianza de las larvas se requirió de la transformación de los datos originales, esto para determinar el efecto de intervalos en la densidad de población de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, para ello se usó también la fórmula indicada por Ibarra (25), la cual se presentó también en el estudio número dos.

Para determinar la tendencia de la población de larvas de *Plutella maculipennis* en cada lectura de intervalos, fué usada la

metodología y fórmula de Van Der Plank (52), cuyos resultados se estudiaron en forma gráfica. Como una información adicional, los datos originales del total de larvas, para ser usados en la fórmula, fueron transformados a unidades de porcentaje. Los valores logarítmicos de $X/1-X$, también se expresaron en forma acumulada para una mejor interpretación.

El peso promedio de 4 repollos por parcela fue sometido al análisis de varianza para determinar sus significancia; como hubo diferencias entre tratamientos, se usó la prueba de la Mínima diferencia Significativa (M.D.S.), pues se consideró que era suficiente para la evaluación.

III.5.4 Estudio número cuatro. Días de viabilidad de esporas de *Bacillus thuringiensis* Berliner bajo condiciones no lluviosas.

El objetivo de este estudio fué determinar el número de días que las esporas de *Bacillus thuringiensis* Berliner podían sobrevivir en las condiciones de temperatura y humedad relativa de San Lucas Sac., pero no bajo condiciones normales de lluvia.

El período residual o viabilidad de las esporas se determinó por recuento de sobrevivencia de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis de distintos estadíos larvarios, las cuales fueron colocadas en un número de 5 por planta de repollo, en grupo de tres macetas por día, es decir en total se colocaban 15 diariamente.

Las plantas de repollo fueron trasplantadas a cubetas de plástico con una capacidad de 8 litros. Se usaron para el efecto 36 macetas. A los 25 días del trasplante fueron asperjadas, el día 24 de octubre/75. Se usó una solución conteniendo 1 gramo de thuricide HP (2.55×10^{12} esporas/gms.) en un litro de agua; agregándole 1 c.c. del adherente adsse 777. Las plantas recibieron una cobertura total tanto en el haz como en el envés de las hojas.

Las macetas con sus respectivas plantas fueron colocadas bajo techo de plástico incoloro, evitando que las lluvias lavaran el producto biológico, quedando de esta manera solo temperatura, humedad relativa y luz como factores que pudieran afectar la sobrevivencia de esporas.

Recuento larvario

Cada día, a partir del 25 de octubre/75, se colocaron 15 larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, 5 en cada planta en 3 macetas. En las últimas horas de la tarde se hicieron recuentos diarios de larvas vivas, pupas formadas y de larvas muertas. Se colocaron en 12 días un total de 180 larvas vivas de diferentes estadíos, hasta el 5 de noviembre/75. La toma de datos se continuó hasta el 9 de noviembre, es decir en un total de 16 días. Para el record, se hizo una ficha individual para cada planta o maceta.

Para este estudio de viabilidad, no se utilizó un diseño experimental en especial, simplemente se colocaron las macetas en orden numeradas del 1 al 36.

Para la interpretación de resultados unicamente se sacó el porcentaje diario ocurrido de larvas vivas, o/o de pupas formadas y o/o de larvas muertas, esto de acuerdo a las 15 larvas acumuladas de *P. maculipennis* colocadas diariamente.

Además para determinar la mediana, o sea para saber en que días ocurrió la muerte del 50o/o de la población total, se usó la metodología sugerida por R. de Shelly Hernandez (21), la cual se modificó para determinar aproximadamente la hora de ocurrencia del dato mencionado. De acuerdo a los datos de la tabla elaborada se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Fracción de día} = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Porcentaje inmediato superior a 50 o/o} \\ \text{Porcentaje inmediato superior a 50o/o} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{(El 50o/o de la población)} \\ \text{o/o inmediato inferior a 50o/o} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{Porcentaje inmediato superior a 50 o/o} \\ \text{Porcentaje inmediato superior a 50o/o} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{(El 50o/o de la población)} \\ \text{o/o inmediato inferior a 50o/o} \end{array} \right)}$$

El anterior resultado se multiplicó por 24 para determinar la hora del día en que ocurrió aproximadamente estas muertes. A esta metodología la autora (21) la llama "índice de neutralización".

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1. Estudio número uno.

El total de esporas por gramo de los productos biológicos: dipel, turibac y thuricide HP, se muestran en el cuadro número uno. Dichos análisis de recuentos, como se indicó en la metodología fueron realizados en los laboratorios de microbiología de ICAITI.

De acuerdo a dichos recuentos, los productos thuricide HP y dipel, ofrecieron una cantidad mayor de 3 000 000 000 de esporas viables por gramo, o sea 100 veces más que lo reportado en las etiquetas comerciales. Turibac, ofreció 38 000 000 esporas por gramo del producto, o sea 8 millones más de esporas de lo que se reporta comercialmente en su valor más alto. En las etiquetas estos 3 productos biológicos indican entre 25 a 30 millones de esporas por gramo del producto.

Desafortunadamente no pudimos recibir información comercial adicional sobre la cantidad de cristales protéicos contenidos por la espóra, únicamente sobre las unidades internacionales por gramo de los productos. Sin embargo el recuento de esporas, a falta de la medición de la actividad biológica, puede usarse como la medición indirecta y como la más práctica, esto según varios investigadores, entre ellos: Heimpel, Dulmage, Tanada y otros (8, 9, 10, 11, 20, 49, 50).

IV.2. Estudio número dos.

En la evaluación preliminar de los productos biológicos: dipel, turibac, thuricide, y el ovicida-larvicida galecrón; los datos relativos a larvas pequeñas (P), larvas medianas (M), y larvas grandes (G) de *Plutella maculipennis* Curtis, contadas en 5 lecturas a intervalos de 7 días, se presentan en el cuadro número 2. Aunque no se indican en algún cuadro, los datos de campo

registran formación de pupas de *P. maculipennis* solo en el testigo.

Puede notarse en el cuadro número 2, que en las lecturas del 5 y 12 de septiembre/75, el número de larvas pequeñas fue bastante bajo en todos los tratamientos. En las siguientes lecturas, se incrementó este número de larvas pequeñas, considerándose este dato en la práctica como reinfestaciones; en este sentido el producto galecrón no toleró alto número de larvas pequeñas, siendo siempre el más bajo en las lecturas siguientes a la primera. Este producto además ofreció el más bajo número de larvas medianas y grandes.

El testigo siempre mostró el más alto número de larvas de los 3 tamaños, siguiéndole en su orden descendente los productos: turibac, dipel, thuricide y galecrón.

Estas reinfestaciones de larvas pequeñas, fue posible y es factible para otros estudios que se realicen en las mismas situaciones, ya que en los alrededores y vecindades del experimento, se encontraban siembras de repollo de distintas edades, de los cuales constantemente emigraban adultos en busca de lugares apropiados de oviposición, que es uno de los factores que deben de tomarse en cuenta para estos datos de reinfestación además de otros sugeridos por Unterstenhoefer (51) para ensayos biológicos de campo. Resultados similares de reinfestación fueron obtenidos por Shorey y Hall (46).

La reinfestación en alto número en los productos biológicos y bajo en galecrón. Puede explicarse en dos sentidos: a) los productos biológicos para ser efectivos requieren de ingestión y de ciertas condiciones de pH en el intestino medio de las larvas de lepidópteros, esto de acuerdo a lo reportado por varios investigadores (8, 9, 10, 11, 20, 50); b) el producto galecrón, actúa sobre cualquier fase de huevo y primeros estadíos larvarios. Esto indica que galecrón actuó sobre fases de huevos y larvas pequeñas, y que la reinfestación solo fué posible en los últimos días antes de la siguiente aspersión.

En el cuadro número 3, se muestra el resumen del cuadro 2, resaltando que el producto de mejor efectividad fué galecrón, con un grado de eficacia en o/o de protección de 77.50 en la última lectura efectuada el 3 de octubre, siguiéndole en su orden de efectividad los productos: thuricide, con 72.50o/o; dipel, 52.50o/o; y turibac con 5.0o/o.

Thuricide y dipel, de acuerdo a los recuentos efectuados de esporas, mostraron una cantidad mayor de 3×10^9 esporas por gramo. Por consiguiente, la cantidad de esporas/Ha. fué mayor que turibac. El mayor número de esporas influyó en la mejor protección a la planta. Esta situación de poca efectividad de productos biológicos en el control de plagas del repollo, a criterio de Tanada (50) se debe a que las dosis esporales por unidad de superficie han sido muy bajas. MacBain (30) reporta también que materiales de diferente manufactura difieren en efectividad por su cantidad de esporas. A Hall y Andres (19), el número de esporas les sirvió para determinar la virulencia de cada producto comercial; agregando estos autores que, materiales con el mismo número de esporas (para nuestro estudio thuricide y dipel), varían en el contenido de cristales protéicos, y en consecuencia en su actividad biológica. Dulmage (8, 9, 10, 11) reporta que la toxicidad de las distintas formulaciones, depende de un cristal tóxico protéico alcalino soluble. De acuerdo a lo reportado por los investigadores mencionados, son las únicas explicaciones que pueden darse respecto a las diferencias de efectividad entre los 3 productos biológicos: thuricide, dipel turibac.

El testigo siempre mostró un incremento en el número total de larvas de *Plutella maculipennis*, habiendo llegado a un número de 40 en la lectura del 3 de octubre, iniciándose con el número más bajo de 8 en la lectura del 2 de septiembre.

Durante los 28 días en que se tomaron los datos y observaciones, no se notó la presencia de otras plagas, solo larvas y adultos de *Plutella maculipennis* Curtis.

El cuadro número 4, muestra los datos del promedio de la escala visual de daño utilizada de 1 a 5, lecturas efectuadas una el inicio del estudio, el 5 de Sept., y la otra al final de el 3 de octubre/75.

En la lectura del 5 de septiembre, la escala visual indicó un menor daño en el testigo con un valor de 1.07. En la última lectura efectuada el 3 de octubre, la escala visual indicó el menor daño para el tratamiento con galecrón, con un valor de 1.13; siguiendole en su orden de efectividad: thuricide, con valor de 1.20; dipel, 1.47; turibac, con 1.60; y por último el testigo con un valor de la escala de 3.53.

El grado de eficacia en o/o de la escala, indica también que el grado de efectividad seguido por los productos fueron los siguientes: galecrón, thuricide, dipel, y turibac; con los valores en o/o de: 67.92, 66.04, 58.49, y 54.72 respectivamente.

En la evaluación de dipel, turibac, thuricide y galecrón, se realizó un análisis de dispersión de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, cuyos datos se muestran en el cuadro número 5, en el cual pueden observarse los resultados obtenidos de la frecuencia observada, frecuencia ajustada de la población por las fórmulas de Poisson y binomial negativa.

El análisis de dispersión de larvas del insecto estudiado, como puede apreciarse en el cuadro 5, la frecuencia ajustada a los datos de campo por la fórmula de Poisson no es tan estrecha como los obtenidos con la fórmula binomial negativa. Además al realizar la prueba de chi-cuadrado a 0.99 de probabilidad y 18 grados de libertad, nos indicó que los más próximos fueron los datos de la binomial negativa, siendo para los datos ajustados de 46.80, y para chi-cuadrado de 34.80, y para los datos de Poisson de 130.68.

Al haber obtenido un mejor acercamiento de la distribución de frecuencia de los datos de campo a la distribución

de frecuencia ajustada con la binomial negativa, nos indica que las larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, se encontraron formando focos o grupos en las plantas de repollo. Es decir, las larvas no se encuentran uniformemente distribuidas en el campo, esto según lo indicado por Ibañez e Ibarra (24, 25).

La binomial negativa ha sido también la más adecuada para otras poblaciones de larvas de insectos que causan daño a plantas cultivadas: gusanos barrendores del maíz, *Diatraea* spp.; gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, reportados por Ibarra (25). Ibañez (24) indica también que la binomial negativa fué la que mejor se ajustó a estudios de control de *Phoma costarricensis* Ech en café.

Para futuros estudios usando larvas de *Plutella maculipennis* Curtis puede usarse directamente la fórmula de la binomial negativa, y luego transformar los datos larvarios para los análisis de varianza (25).

En el cuadro número 6, se muestra el análisis de varianza del total de larvas contadas de *Plutella maculipennis* Curtis, cuyos valores originales de campo fueron transformados de acuerdo al ajuste de frecuencia por la binomial negativa, usando la fórmula $X = C^{-1/2} \cdot \text{Senh}^{-1}(CX)^{1/2}$ otras transformaciones indicadas en el estudio número dos.

El análisis estadístico no reveló ninguna diferencia significativa. Esto era de esperarse, ya que la población de insectos fue bastante fluctuante en cada lectura y sobre todo hubo reinfestaciones, es decir no mostro ninguna tendencia a estabilizarse o a incrementarse en los tratamientos, con excepción del testigo, pero debe de tomarse en cuenta que el número de lecturas fueron relativamente pocas como para aseverar su incremento en un tiempo muy largo. De todas maneras esto dependería de las condiciones ecológicas, bióticas y si el cultivo se mantuviera por mucho tiempo o de la extensión.

Para determinar la tendencia de la población de las larvas de **Plutella maculipennis** Curtis en la evaluación de: dipel, turibac, thuricide HP y galecrón, se usó la fórmula sugerida por Van Der Plank (52). Los datos originales del total de larvas de este insecto fueron transformados a valores logarítmicos de base "e", dados por la fórmula $\text{Log.e } X/1-X$, cuyos resultados parciales y acumulados se presentan en el cuadro 7.

Los resultados de los datos de la fórmula $\text{Log.e } X/1-X$, se trataron de representar en forma gráfica, tal como lo sugieren los investigadores Van Der Plank e Ibañez, en papel milimetrado, papel logarítmico y semi logarítmico con distintos ciclos, pero no fué posible lograrlo. Esto se debió posiblemente a que la población larvaria se mantuvo con altibajos o fluctuantes en los distintos tratamientos; puede apreciarse esto en dicho cuadro en el cual se indican los valores.

La no representación original, nos puede sugerir que al menos para **Plutella maculipennis** Curtis, la fórmula directa para los datos de población no es aplicable para una interpretación gráfica. Sin embargo los valores acumulados pueden dar una idea que a mayores valores de pendiente negativa, el tratamiento ofrece una mayor efectividad de protección a las plantas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los mayores valores negativos acumulados en orden decreciente fueron: -7.56, -6.98, -6.34, -4.59, y -4.59; que correspondieron a los productos: dipel, thuricide, galecrón, turibac y testigo respectivamente. La interpretación de estos valores acumulados tienen una contradicción con lo interpretado anteriormente para otros cuadros.

La fitotoxicidad que manifestaron algunas plantas de repollo se muestran en el cuadro 8, en el cual puede verse que el único tratamiento que manifestó esta anomalía fué galecrón. El porcentaje más alto fué de 96o/o, el 19 de septiembre, disminuyendo en la última lectura del 3 de octubre, a un valor de 78o/o de plantas.

La fitotoxicidad se manifestó por la siguiente sintomatología: hojas internas que forman la cabeza del repollo se presentan de un color verde pálido o muy amarillentas; las hojas externas presentan en el borde tejidos necróticos, con irregularidades debido al tejido seco.

Probablemente este producto afecta en mayor grado en plantas pequeñas, lo que debe de tomarse en cuenta cuando se aplique galecrón en el control de plagas de repollo y otras hortalizas. Es posible que la cantidad usada de 0,425 Kgs./Ha. de materia activa sea una dosis muy alta para este cultivo, lo que sugiere otros estudios para determinar la dosis más apropiada.

IV.3. Estudio número tres

En el estudio de intervalos de 4, 6, y 8 días, usando solo thuricide HP en la dosis de 2.55×10^{12} esporas viables por hectárea (0.850 Kgs./Ha); y thuricide HP en la misma dosificación combinado con galecrón 50 EC, en la dosis de 0.425 Kgs. (materia activa) por hectárea; se tomaron datos similares que para el estudio número dos. Los primeros registros sobre larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, pequeñas (P), medianas (M) y grandes (G), efectuadas en 9 lecturas se presentan en el cuadro número 9.

El recuento de este estudio se inició con un número bastante alto de larvas, mostrando disparidad en cada tratamiento. En los tratamientos con thuricide y galecrón en los 3 intervalos de aplicación hubo una tendencia de disminuir las reinfestaciones, según lo indican los conteos de larvas pequeñas. Thuricide en 4 días de intervalo, y galecrón combinado con thuricide a 8 días de intervalo, mostraron el menor número de larvas pequeñas; en los 6 y 8 días de intervalo, usando solo thuricide, la población de larvas fue bastante fluctuante.

El testigo siempre mantuvo un número similar de larvas pequeñas, medianas y grandes de **Plutella maculipennis**, siempre más alto que los tratamientos.

Las reinfestaciones bastantes bajas en los 4 días de intervalo usando solo thuricide, fueron posibles, ya que al iniciar las larvas su alimentación estas encontraban suficiente cantidad de esporas viables, a pesar de que las lluvias se sucedían a diario.

Galecrón mantuvo sus características ovicidas-larvicidas, aunque las cantidades de esporas de thuricide pudieron haber sido arrastradas por las lluvias. Se postula que la lluvia influyó en el lavado de las esporas, a pesar de haber agregado un adherente.

Durante las 9 lecturas efectuadas aparecieron esporadicamente, además de Plutella maculipennis, otras plagas de importancia, las cuales fueron registradas al tomar los datos de campo, entre estas: Trichoplusia ni y Spodoptera spp. Aparecieron dos focos de pulgones, pero estos no se indican en ningún cuadro.

Como el número de larvas de Trichoplusia ni y Spodoptera spp. fue muy pequeño y esporádico, se hizo un resumen incluyéndose dentro del total de larvas consideradas como plagas del repollo; estos datos se presentan en el cuadro 10, incluyendo el grado de eficacia en porcentaje de protección (G.E.o/o) de cada tratamiento.

Según los datos de campo, las plantas tratadas con galecrón combinado con thuricide a 8 días de intervalo, fueron dañadas por larvas de Spodoptera bastante grandes, encontrándose siempre en el interior del repollo formado; una sola larva destruía la cabeza del repollo, equivalente a 10 o más larvas de Plutella maculipennis.

Si analizamos el grado de eficacia en o/o del cuadro número 10, en las primeras 5 lecturas del 10 al 22 de octubre, los tratamientos ofrecieron el siguiente orden descendente de protección: thuricide combinado con galecrón en 8 días de intervalo; thuricide en 8 días de intervalo; thuricide en 4 días de intervalo; thuricide en 6 días de intervalo. En las 4 últimas lecturas del 26 y 28 de octubre, 3 y 7 de noviembre, los valores

se alteran, pero haciendo un promedio para cada tratamiento tenemos los siguientes resultados: thuricide en 8 días de intervalo, dio un promedio de grado de eficacia de 90.24o/o; thuricide en 4 días de intervalo, dio un promedio de 89.54o/o; thuricide combinado con galecrón a 8 días de intervalo, dio un promedio de 89.07o/o; thuricide en 6 días de intervalo, dio un promedio de 77.37, G.E.o/o respectivamente.

En la última lectura, el tratamiento con galecrón combinado con thuricide, 2 plantas fueron dañadas por larvas muy grandes de *Spodoptera spp.* Esto sugiere que galecrón no actuó sobre larvas muy grandes de este insecto, tampoco sobre larvas grandes de *Trichoplusia ni*. Este número de larvas fue de 2 en la lectura del 7 de noviembre/75, dando un total de 9 larvas con *P.maculipennis*, ocupando de esta manera el tercer lugar respecto a los promedios del G.E.o/o de protección.

Se efectuaron 5 lecturas del daño ocasionado por larvas de: *Plutella maculipennis* Curtis, *Trichoplusia ni* Hübner y *Spodoptera spp.* Se utilizó una escala visual de 1 a 5, cuyos datos se presentan en el cuadro número 11, indicándose también el G.E.o/o de esta escala. Los tratamientos siguieron el siguiente orden descendente de efectividad: thuricide combinado con galecrón en 8 días de intervalo; thuricide en 4 días de intervalo; thuricide en 8 días de intervalo; thuricide en 6 días de intervalo. En la lectura del 7 de noviembre, galecrón combinado con thuricide, ocupó el segundo lugar, con un valor de la escala de 1.20 y su grado de eficacia fue de 72.31; thuricide en el intervalo de 4 días ocupó el primer lugar, con un valor de la escala visual de 1.13 y su grado de eficacia de 73.85o/o. Estos resultados son similares a los presentados en el cuadro 10; como ya se indicó se debió a que el cuarto tratamiento en el orden expuesto, aceptó un mayor número de larvas que el primero. El testigo siempre observó un incremento de la escala, iniciándose con 2.20 hasta 4.33 en la lectura del 7 de noviembre/75, pero no llegó al extremo de 5.

Como uno de los productos era un insecticida larvicida biológico, se esperaba la presencia de parásitos y predadores. Se notó la presencia de larvas de dípteros de la familia **Sírfidae**, de la cual muchas especies son predadores de muchas plagas. Se notó la presencia también de **Himenópteros**, pero debido a la dificultad de su recuento no se registró ningún dato. Los datos de larvas y pupas de sírfidos contadas se presentan en el cuadro número 12.

En el cuadro 12, se nota que a partir de la 2a. lectura comenzó con 4 larvas de sírfidos en el testigo, hasta 33 en la lectura del 7 de noviembre; en este mismo tratamiento, se inició la formación de pupas con un número de 13, el 3 de noviembre. En los otros tratamientos se nota larvas de sírfidos el 26 de octubre, correspondiéndole a thuricide en 6 días de intervalo, un número total de 16 larvas y 0 pupas; igual número le correspondió galecrón combinado con thuricide pero su valor más alto le correspondió a la última lectura.

La presencia en alto número de larvas de sírfidos en el testigo, fue factible debido a que en ese tratamiento siempre se observó el más alto número de larvas de las plagas mencionadas. Esto se corrobora pues thuricide en 6 días de intervalo, siempre le siguió al testigo en el número total de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis. La presencia de 16 larvas de sírfidos en el tratamiento con galecrón combinado con thuricide, se podría explicar especulativamente en tres formas: a) galecrón no actúa sobre huevos y larvas de esta especie de sírfidos; b) el daño ocasionado por larvas de **Spodoptera** fue lo suficiente como para que los tejidos descompuestos de las hojas exteriores y de la cabeza, emanaran olores para atraer a hembras de estos dípteros y ovipositaran; c) o que las dos cosas se combinaran. De todas maneras sería de interés efectuar un estudio para determinar esta situación.

En el presente estudio se realizó también un análisis de frecuencias de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis. Los resultados se presentan en el cuadro número 13. Nuevamente la fórmula de la binomial negativa se ajusta muy aproximadamente

a la frecuencia observada de los datos de campo; pero en cambio en la distribución de Poisson no sucede lo mismo. Para el presente estudio se pueden hacer las mismas aseveraciones que se hicieron para la binomial negativa en el estudio número dos.

Para realizar el análisis de varianza de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, los datos originales fueron transformados de acuerdo a la fórmula $X=C^{-1/2} \cdot \text{Senh}^{-1}(CX)^{1/2}$, indicada por Ibarra (25). Los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro número 14. En dicha tabla y análisis sí hubo diferencia significativa entre tratamientos.

La Mínima Diferencia Significativa fue suficiente para interpretar la diferencia entre tratamientos del análisis de varianza de larvas de *P. maculipennis*. Los resultados de la M.D.S. se indican en el cuadro 15. De acuerdo a los resultados, los tratamientos siguieron el siguiente orden descendente de eficacia: galecrón combinado con thuricide en el intervalo de 8 días; thuricide en el intervalo de 8 días; thuricide en el intervalo de 4 días; y por último thuricide en el intervalo de 6 días de aplicación.

En el momento de cosechar y pesar 4 repollos por parcela, se tomaron otros datos adicionales, los cuales se complementan con algunos iniciales; estos datos se exponen en la tabla 16.

En la tabla 16, se puede notar que hubo muerte de plantas, correspondiéndole el mayor número al testigo, con un promedio de 3.2 plantas muertas. Debe hacerse la salvedad que la muerte no fue causada por daño de insectos. Las muertes fueron provocadas por taltuzas (*Geomy* spp. Rodentia; Geomidae); o por fertilización muy cercana a las raíces o por limpieas defectuosas.

Respecto al peso promedio por repollo, indicado en Kgs. los tratamientos presentaron el siguiente orden decreciente: galecrón combinado con thuricide, intervalo de 8 días; thuricide

con 4 días de intervalo; thuricide en 6 días de intervalo; thuricide en 8 días de intervalo; con valores para cada uno de 0.951, 0.885, 0.745, 0.712, y 0.495 Kgs. respectivamente.

El daño ocasionado por larvas de *Plutella maculipennis*, *Trichoplusia ni*, y *Spodoptera spp.*, en los repollos que fueron pesados, fue evaluado de acuerdo a la escala visual. El mayor valor correspondió al testigo con 4.75, siguiéndole en orden decreciente los valores de 1.30, 1.25, 1.15, 1.15, para los tratamientos respectivos de: thuricide en intervalo de 6 días; thuricide en 4 días de intervalo; thuricide en 8 días de intervalo; y galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo.

El análisis de varianza del peso promedio de repollos para cada uno de los tratamientos se expresan en la tabla 17. Este análisis indica diferencia estadísticamente entre tratamientos.

De acuerdo a la M.D.S. del cuadro 18, estadísticamente todos los tratamientos fueron mejores que el testigo. En orden cecreciente de efectividad se sugiere: galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo; thuricide en 4 días de intervalo; thuricide en 6 días de intervalo; y por último thuricide en 8 días de aplicación.

Para determinar el avance o tendencia de la población de larvas de *Plutella maculipennis*, los datos originales de larvas fueron también transformados a porcentajes unitarios, luego se usó la fórmula $\text{Log.e. } X/1-X$ indicada por Ibarra (25). Estos datos se presentan en el cuadro número 19, agregando también los valores acumulados de la función logarítmica. Tampoco en este estudio se pudo representar los datos satisfactoriamente en forma gráfica. Los 5 tratamientos incluyendo el testigo, no mostraron una uniformidad de pendiente, mas bien pendientes oscilantes.

Los valores acumulados tampoco pudieron representarse en forma gráfica para una interpretación de acuerdo a lo indicado por Van Der Plank (52); pero si nos indica que los valores negativos más altos son los que ofrecieron mejor control. De

acuerdo a lo anterior los productos en orden de eficacia siguieron el siguiente orden: galecrón más thuricide en 8 días de intervalo; thuricide en 8 días de intervalo; thuricide en 4 días de intervalo; thuricide en 6 días de intervalo; y por último el testigo; con los siguientes valores de: -28.91, -24.05, -21.37, -16.29, y 0.68 respectivamente.

En el cuadro número 20, se presenta el número de plantas y porcentajes de estas que manifestaron fitotoxicidad por la aplicación de galecrón. El porcentaje de fitotoxicidad se inició con 80o/o, decreciendo hasta 6o/o. Esto indica que probablemente las plantas muy grandes se vuelven tolerantes a galecrón.

En el cuadro 21 se hace un resumen clasificando los tratamientos por su efectividad, colocados en orden descendentes, del mejor al testigo.

IV. 4 Estudio número cuatro

En el cuadro número 22, se presentan datos relativos a porcentajes diarios de larvas vivas, pupas formadas y de larvas muertas. En el 5o. día ocurrió el mayor porcentaje de larvas muertas, con un valor de 37.28, y un 60.78o/o de larvas vivas, que fue el menor número durante todas las lecturas. En el 7o. día correspondió el mayor número de pupas formadas con 15.69o/o. De acuerdo a la metodología seguida para determinar estos porcentajes sus valores oscilan en los 12 días en los cuales se colocaron 15 larvas de *Plutella maculipennis* diariamente. A partir del 6 de noviembre se inicia un constante número de larvas vivas, teniendo 43 larvas vivas en la última lectura. En la columna de larvas muertas a los 13, 14 y 16 días de haberse iniciado la colocación de larvas, hubo 5, 2, y una larva muerta; esto indica que las esporas de *Bacillus thuringiensis* del producto thuricide HP, aún fueron viables hasta los 15 días después de aplicado el producto, pero es posible que estas larvas hayan ingerido las esporas 4 ó 5 días antes de su muerte, ya que esta no ocurre inmediatamente, confirmado por Heimpel y Tanada (20, 49, 50).

Las pupas formadas sugieren que las larvas vivas no comieron ningún material vegetal en su último estadio antes de empupar, y no quiere decir que hayan sido resistentes al cristal protéico de *Bacillus thuringiensis*.

De acuerdo al método del índice de neutralización seguido por R. de Shelly Hernández (21), cuyos datos se presentan en el cuadro número 23, puede observarse un decreciente porcentaje de mortalidad que se inicia en el primer día con 98.04o/o, sobre 15 larvas colocadas el día 25 de octubre, terminando el 6 de noviembre con 0.00o/o.

El 50o/o de mortalidad de las larvas colocadas como se indica en el cuadro 23, se encuentra entre los valores 54.90o/o y 37.50, de las lecturas del 31 de octubre y el 1o. de noviembre/75, es decir entre el 7o. y el 8o. día de iniciado el estudio. Para determinar la hora de ocurrencia de este 50o/o de mortalidad, se hizo la siguiente operación con los datos del cuadro:

$$\begin{array}{lcl} \text{Hora de ocurrencia} & & \\ \text{del 50o/o de morta-} & = & \frac{(54.90 \text{ o/o}) - (50.00 \text{ o/o})}{(54.90 \text{ o/o}) - (37.50 \text{ o/o})} \times 24 \\ \text{lidad.} & & \end{array}$$

El 50o/o de mortalidad de la población estudiada ocurrió a los 7 días con 6.8 horas.

Esto sugiere que otro producto biológico con menos cantidad de esporas por gramo, el 50o/o de mortalidad de la población de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis hubiera ocurrido antes del 7o. día de la aplicación en la dosis asperjada a plantas de repollo. De todas maneras se sugiere realizar otros estudios similares probando otros productos con distintas dosis. Aún el 5 de noviembre hubo 1.25o/o de mortalidad, indicando que aún a los 12 días existían esporas viables del *B.thuringiensis*, pero posiblemente en poca cantidad.

Para determinar el o/o de sobrevivencia de larvas incluyendo pupas, el o/o de solo larvas vivas, y el o/o de pupas formadas, se elaboró una serie de operaciones con los datos, las

cuales se presentan en el cuadro número 24. La columna concerniente a sobrevivencia de larvas y pupas, se inicia con un valor de 1.96o/o, incrementándose hasta 98.76o/o. Este valor de 1.96o/o podría indicar que ciertas larvas no ingirieron esporas o que estas eran resistentes al *B.thuringiensis*, pero se desvirtúa cuando observamos que esto se debió a la formación de 2 pupas formadas sobre 15 colocadas el 25 de octubre. La columna concerniente al o/o de solo larvas vivas, nos indica que no hubo sobrevivencia de ninguna larva del 25 al 30 de octubre, pero el 31 de octubre comenzó con 6.67o/o llegando a 97.73o/o de larvas vivas el 5 de noviembre; de acuerdo a esto durante los primeros 6 días del estudio, las larvas que ingirieron esporas todas murieron a excepción de las que se convirtieron en pupas.

La formación de pupas se inicia con un valor de 1.96o/o el día 25 de octubre; su valor más alto fue de 38.43o/o el 31 de octubre, y su valor más bajo fue de 1.03o/o el día 5 de noviembre/75.

Cuando se aplica un insecticida químico o biológico a una plantación de repollo, siempre se encuentran larvas de distintos estadíos de *Plutella maculipennis* Curtis, además en nuestro medio agrícola, el cultivo de hortalizas siempre se realizan bajo condiciones de lluvia, en consecuencia la formación de pupas en el presente estudio se debió a que no se colocaron larvas de un solo estadío; y la viabilidad de las esporas hasta los 12 días, a menos una larva muerta, indica que en condiciones de verano y con un cultivo de repollo bajo riego, puede conseguirse esta residualidad del producto thuricide HP, siempre y cuando las condiciones de temperatura y humedad relativa sean las observadas en San Lucas Sacatepéquez.

V. CONCLUSIONES

Estudio número uno.

1. Los insecticidas biológicos que se usaron a base de **Bacillus thuringiensis** Berliner: dipel y thuricide HP, tuvieron 3×10^9 esporas viables por granmo del producto; turibac en los recuentos tiene 3.8×10^7 esporas viables/gramo.

Estudio número dos.

1. Galecrón, en la dosis de 0.850 litros/Ha. (0.425 de clorodimeform/Ha.=materia activa/Ha.), no toleró altas reinfestaciones de larvas pequeñas. Los productos biológicos aceptaron altas reinfestaciones, el menos efectivo fue turibac, aplicado en la dosis de 3.23×10^{10} esporas viables por hectárea.
2. La escala visual de daño usada ofreció el siguiente orden de efectividad: galecrón 50 EC, thuricide HP, dipel, y turibac.
3. El grado de eficacia en porcentaje de protección indica que los productos siguieron el siguiente orden: galecrón 50 EC, thuricide HP, dipel, y por último turibac.
4. En la evaluación de los productos biológicos y galecrón, solo apareció como plaga importante **Plutella maculipennis** Curtis.
5. En el análisis de dispersión de larvas de **Plutella maculipennis**, la fórmula que mejor se ajustó fue la binomial negativa.

6. El análisis de varianza del total de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, no indicó diferencia significativa estadísticamente.
7. La fórmula Log.e. $X/1-X$ indicada por Van Der Plank (52), sus valores de la población de larvas de **P.maculipennis** Curtis, no se logró su representación gráfica para una mejor interpretación de resultados.
8. Galecrón indicó ser más efectivo que los productos biológicos, pero su aplicación a las plantas de repollo provocó cierta fitotoxicidad.
9. Turibac en la dosis de 3.23×10^{10} esporas viables/Ha., a pesar de ser el menos efectivo de los otros productos biológicos usados, siempre fue mejor que el testigo sin ningún tratamiento.

Estudio número tres

1. Las larvas de insectos que aparecieron en su orden de importancia fueron: **Plutella maculipennis** Curtis; **Trichoplusia ni** Hübner; y **Spodoptera** spp.
2. En las reinfestaciones, galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo, y solo thuricide en 4 días de intervalo dieron los mejores resultados en el control de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis.
3. Galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo fueron inefectivos para larvas grandes de **Spodoptera** spp. y **Trichoplusia ni**.
4. El promedio de la escala visual de daño indica que galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo, fue más efectivo que los otros tratamientos de 4, 6 y 8 días de intervalo usando solo thuricide HP.

5. El testigo sin ningún tratamiento mostró el mayor número de larvas de **Sírfidos**, que fue donde hubo mayor número de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis.
6. La fórmula de la binomial negativa se ajustó adecuadamente para las frecuencias observadas de campo de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis.
7. El análisis de varianza del total de larvas de **P. maculipennis** Curtis, de acuerdo a los datos transformados, indicó diferencia significativa entre tratamientos.
8. La mínima Diferencia Significativa del análisis de varianza, indica que galecrón combinado con thuricide, y solo thuricide, los dos tratamientos en 8 días de intervalo, fueron los mejores.
9. Los valores de la escala visual de daño aplicada a los repollos considerados como comerciales, indican que los mejores tratamientos fueron: galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo, y solo thuricide en 8 días de intervalo.
10. De acuerdo a la M.D.S. aplicado al peso promedio de repollos, los dos mejores tratamientos fueron: galecrón combinado con thuricide, y solo thuricide en 4 días de intervalo.
11. Thuricide HP aplicado en 6 días de intervalo siempre ocupó el tercer lugar respecto a los otros tratamientos.
12. La fórmula directa del Log.e. $X/1-X$, no pudo representarse en forma gráfica para poder ser evaluada correctamente de acuerdo a Van Der Plank (52).

13. Galecrón combinado con thuricide en 8 días de intervalo, siempre manifestó toxicidad en las plantas de repollo.

Estudio número cuatro

1. Las esporas de **Bacillus thuringiensis** Berliner del producto thuricide HP, fueron viables hasta los 12 días, esto para las condiciones en que fue evaluado el estudio.
2. El 50o/o de la mortalidad de la población de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, ocurrió a los 7 días con 6.8 horas.
3. Durante el estudio de viabilidad de esporas de **B.thuringiensis** Berliner, se observó una constante formación de pupas de larvas de **P.maculipennis** Curtis.
4. De acuerdo a los datos, durante el estudio de viabilidad de esporas de **B.thuringiensis** Berliner, hubo un decrecimiento de mortalidad de larvas de **P.maculipennis** Curtis, seguido de un aumento de sobrevivencia de larvas y de pupas formadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para futuros estudios con larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, los datos de recuento larvarios pueden ser transformados directamente de acuerdo a la fórmula indicada por Ibarra (26) de $X=C^{-1/2} \cdot \text{Senh}^{-1} (CX)^{1/2}$, esto para el análisis de varianza de larvas.
2. Cuando se desee evaluar insecticidas con fines más prácticos, se puede usar la escala visual de daño.
3. Se recomienda otros estudios para determinar otras dosis mínimas de cantidad de esporas a aplicar por hectárea.
4. Se recomienda efectuar estudios para determinar dosis mínimas e intervalos más prolongados para galecrón, para evitar la fitotoxicidad en las plantas de repollo.
5. Se recomienda realizar estudios relacionados a determinar la influencia que podría tener la presencia de **Himenópteros** parásitos y de larvas de **sírfidos**, sobre las poblaciones de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, pero sin la aplicación de productos químicos, incluyendo aquellos de efecto inmediato y de corto período residual.

VII. RESUMEN

En nuestro medio agrícola, el uso constante de insecticidas químicos, clorados, fosforados y carbamatos, sobre todo los de prolongado poder residual, han traído una serie de consecuencias entre ellas: mayor número de aplicaciones; aumento de dosis; surgimiento de nuevas plagas; resistencia por selección a los insecticidas; residuos en los alimentos; etc. Este motivo indujo a la evaluación de productos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, y del ovicida-larvicida galecrón 50 EC, para el control de: *Plutella maculipennis* Curtis, *Trichoplusia ni* Hübner, y *Spodoptera* spp. en el repollo. Se pretendió aportar en forma inicial una posible solución a los problemas antes mencionados.

Los trabajos se dividieron en 4 estudios, 3 de ellos de campo; fueron realizados bajo las condiciones de San Lucas Sacatepéquez, Depto. de Sacatepéquez. Los productos biológicos usados fueron: dipel, turibac y thuricide HP, incluyendo el ovicida-larvicida galecrón 50 EC; y una combinación galecrón con thuricide HP. Se usó también para la evaluación intervalos de 4, 6 y 8 días. El cuarto estudio fue determinar el número de días viables de las esporas del producto thuricide HP.

Para la evaluación de los productos biológicos y galecrón en las condiciones de campo se usó en base a: grado de eficacia expresado en o/o de protección; escala visual de daño; ajuste de frecuencia; análisis de varianza de larvas y del peso promedio de repollo. Para la viabilidad de esporas de thuricide HP, se usó la metodología de R. de Shelly Hernández (21), la cual se expresa en porcentaje.

El producto biológico que proporcionó los mejores resultados fue thuricide HP; indicando además el mayor número de esporas.

De acuerdo a los análisis estadísticos efectuados, el galecrón solo y combinado, fue el que mejor protección proporcionó a las plantas de repollo al ataque de larvas de **Plutella maculipennis** Curtis, que fue la que con mayor incidencia apareció, seguido esporádicamente de larvas de **Trichoplusia ni** y **Spodoptera spp.**

Para el análisis de frecuencia ajustada a los datos de campo la fórmula de la binomial negativa fue la que mejor estrechés mostró a la frecuencia observada.

Los datos de la escala visual de daño y el grado de eficacia en o/o de protección, estuvieron estrechamente relacionados con los análisis estadísticos efectuados.

La fórmula indicada por Van Der Plank (52), no mostró una satisfactoria interpretación de resultados.

Finalmente se hacen algunas recomendaciones para efectuar otros estudios.

BIBLIOGRAFIA

1. Amado de Zeissig, Julia Alicia. 1973. Investigación de insecticidas residuales en la fauna marina. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Editorial Universitaria. (Tesis de grado).
2. Basu, A.C., Chatterjee. 1970. Studies on the behavior of *Plutella oricthalcea* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) and assessment of the foliar loss caused by it and control measures. Tropical Abstracts, Vol. 25 (1): 52.
3. Beroza, Morton, y G.T. Bottger. 1954. The insecticidal value of *Tripterygium willfordii*. Journal of Economic Entomology, Vol. 47(1): 189.
4. Carmeli, M.S.M. 1971. Control de plagas del repollo. I. Polilla del repollo *Plutella maculipennis* Curtis. Tropical Abstracts, Vol. 26(1): 56.
5. Carrillo S., J.L. 1971. Pruebas de thuricide (*Bacillus thuringiensis* Berliner) para combatir gusanos de la col en Chapingo. Agricultura Técnica en México, Vol. 3(2): 58-60.
6. D'Araujo e Silva, Aristoteles Godofredo et al. 1968. Quarto catalogo dos insectos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores. Laboratorio de patologia vegetal. Departamento de defesa e inspecao agropecuaria. Rio de Janeiro, Brasil. Ministerio de Agricultura; Servicio de Defensa Sanitaria Vegetal. Part.II, tomo 1. pg.300-301.

7. Dills, L.E., y M.L. Odland. 1954. Insecticides test with cabbage catterpillars and aphids. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 47(6): 992-995.
8. Dulmage, Howard T. 1970. Insecticidal activity of HD-1, a new isolate of *Bacillus thuringiensis* var. *alesti*. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 15(2): 232-239.
9. ————. 1970. Production of the spore delta-endotoxin complex by variants of *Bacillus thuringiensis* in two fermentation media. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 16(3): 385-389.
10. Dulmage, Howard T., et al. 1970. Coprecipitation with lactose as a means of recovering the spore-crystal complex of *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Invertebrate Pathology*, Vol. 15(1): 15-20.
11. ————, et al. 1971. A proposed standardized bioassay for formulations of *Bacillus thuringiensis* based on the international unit. *Jorunal of Invertebrate Pathology*, Vol. 18(2): 240-245.
12. Falcon, Louis A., y Dax, Reiner. 1973. Report to the goverment of Nicaragua on the integrated control of cotton pests for the period june 1970 to june 1973. 'Nicaragua', United Nations Development programme.
13. FAO. Roma. 1970. Resistencia de las plagas a los plaguicidas en la agricultura, su importancia, determinación, y medidas para combatirlo. Roma, Italia. (folleto).
14. FAO. Roma. 1972. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Informe de la reunión conjunta FAO/OMS. Roma, Italia.

15. FAO. Roma. 1972. Folleto modelo para extensión agrícola sobre la resistencia de las plagas a los plaguicidas. Roma, Italia.
16. Grene, Geral L. 1968. Distribution of *Trichoplusia ni* eggs and larvae on cabbage plants as a basis for sampling efficiency. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 61(6): 1648-1649.
17. Gudiel, Victor M. 1975. Manual agrícola Superb, 1975. Editado por productos Superb Cía. Ltda. Guatemala C.A. Manual número 4. p.p. 43-45.
18. Hall, Irvin M., y P.H. Dunn. 1958. Susceptibility of some insect pests of infection by *Bacillus thuringiensis* Berliner in laboratory tests. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 51(3): 296-298.
19. ———., y L.A. Andres. 1959. Field evaluation of commercially produced *Bacillus thuringiensis* Berliner used for control of lepidopterous larvae on crucifers. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 52(5): 877-880.
20. Heimpel, A.M. A critical review of *Bacillus thuringiensis* Berliner and other crystalliferous bacteria. *Annual Review of Entomology*, Vol. 12: 267-322.
21. Hernández, R. de Shelly. 1959. Estadística aplicada a las ciencias biológicas. 2a. Edición. Caracas, Venezuela, Editorial Grafos. 623.
22. Hervey, G.E.R., y K.G. Swenson. 1954. Effectiveness of DDT for cabbage caterpillar control in wester New York: 1944 and 1953. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 47(4): 564-567.

23. Hofmaster, R.N. 1961. Seasonal abundance of the cabbage looper as related to light trap collection, precipitation, temperature and the incidence of a nuclear polyhedrosis virus. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 54(4): 796-798.
24. Ibañez, Eduardo Alfonso. 1971. Estudios sobre el control del Phoma en el cafeto por medio de productos químicos. *Agronomía (Guatemala)*, 2(1): 23-35.
25. Ibarra A., E.L. 1967. Modelos estadísticos para las distribuciones de frecuencias de insectos comunmente observadas en estudios entomológicos. *Agronomía (Guatemala)*, 2(5): 9-17.
26. Ignoffo, Carlo M. 1962. Effects of temperature and water on viability virulence of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner spores. *Coloquio International of Pathology Insect, Paris*. Tomado de: *Entomology Research Division, Agric. Res.* p.p. 293-298.
27. Jinata, I., et al. 1970. A laboratory test on the effectiveness of thuricide R 90 flowable spray against diamond back moth (*Plutella maculipennis* Curt). *Tropical Abstracts*, Vol. 25(3): 62.
28. Larson, Lowel V., e Ignoffo, Carlo. 1971. Activity of *Bacillus thuringiensis*, varieties *thuringiensis* and *galleriae* against fallcankerworm. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 64(6): 1567-1568.
29. Los insectos. En: algodón (Guatemala), Vol. IV(39): 10.
30. MacBain Cameron, J.W. 1963. Factors affectin the use of microbial pathogens in insect control. *Annual Review of Entomology*, Vol. 8: 265-287.

31. MacGar, R.L., H.T. Dulmage, y D.A. Wolfenbarger. 1970. The delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis*, HD-1, and chemical insecticides for control of the tobacco budworm and the bollworm. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 63(4): 1257-1358.
32. MaConnel, Ellicott., y L.K. Cutkomp. Estudios with *Bacillus thuringiensis* in relation to the european corn borer. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 47(6): 1074-1081.
33. McEwen, F.L., y G.E.R. Hervey. 1956. An evaluation of newer insecticides for control of DDT-resistant cabbage loopers. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 49(3): 385-387.
34. Mendez Quintana, Carlos Noel. 1972. Uso del virus nucleo poliedrosis en la determinación del LD-50 en larvas del falso medidor (*Trichoplusia ni* y *Pseudoplusia includens*). Guatemala C.C. Escuela Nacional de Agricultura (Tesis P.A.) p.p. 1-15.
35. Miner, Floyd O. 1940. Life history of the diamondback moth. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 40(4): 581-583.
36. Muesebeck, C.F. 1946. Common names of insects approved by the American Association of Economic Entomologists. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 39(4): 427-448.
37. Oatman, R.E., et al. 1970. Control of the corn earworm on sweet corn in Southern California with a nuclear polyhedrosis virus and *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 63(2): 415-421.

38. Olszyna-Marzys, Andres E., et al. 1971. Residuos de plaguicidas clorados en la leche Humana en Guatemala. Estudios presentados en el Primer Congreso Argentino y Latinoamericano de Plaguicidas en Tucuman, Argentina. Por INCAP, Guatemala.
39. Paterson, George D., J. Sequeira Fernández, y F. Estrada Riso. 1969. Principios y problemas del control integrado de plagas del algodón en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Ministerio de Agricultura.
40. Paterson, George D. 1972. Principios y Problemas del control integrado de plagas del algodón en Guatemala. México, Agencia para el desarrollo Internacional (AID). 379 Pag.
41. Penagos, Hugo, y V. Recinos. 1973. Ensayos de cinco insecticidas en el combate del gusano del repollo (*Pieris* spp.). México, Centro regional de ayuda técnica (AID), 'y' Guatemala, Instituto de Tecnología Agrícola (ICTA). 23 Pag.
42. Pilon, Marta. 1964. SOS, Guatemala se envenena. Guatemala, Editorial del ejército. 46 Pag.
43. Ramírez, E.A., et al. 1973. Control de *Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptero, Noctuidae) en repolló. Turrialba, Vol. 23(2): 143-145.
44. Reid, W.J., y F.P. Cuthbert. 1967. Control de orugas en la col comercial y en otras plantas hortenses. México, Agencia para el desarrollo internacional (AID). pp. 5-23.
45. Semel, Maurie. 1961. The efficiency of a polyhedrosis virus and *Bacillus thuringiensis* for control of the cabbage looper on cauliflower, Journal of Economic Entomology, Vol. 54(4): 698-701.

46. Shorey, H.H., e I.M. Hall. 1962. Effect of chemical and microbial insecticide on several insect pest of lettuce in Sourthern California. Journal of Economic Entomology, Vol. 55(2): 1969-174.
47. Steinhaus, Edward A., C.R. Beil. 1963. The effect of certain microorganisms and antibiotics on stored-grain insects. Journal of Economic Entomology, Vol. 46(4): 582-597.
48. Sutter, Gerald R., et al. 1971. Compatibility or *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* and chemical insecticides. 1.— effect of insecticides doses on bacterial replication rate. Journal of Economic Entomology, Vol. 64(6): 1348-1350.
49. Tanada, Yoshinory. 1956. Microbial control of some lepidopterous pest of crucifers. Journal of Economic Entomology, Vol. 49(3): 320-329.
50. ———. 1959. Microbial control of insect pests. Annual Review of Entomology, Vol.4: 227-295.
51. Unterstenhoefer, G. 1963. Las bases para ensayos fitosanitarios de campo. Bayer, Leverkusen, Alemania. Instituto biológico de Farbenfabriken AG., Vol. 16(3): 1-176.
52. Van Der Plank, J.E. 1963. Plant diseases: epidemis and control. New York, Academic Press. 349 Pag.
53. Wilcox, J., y A.F. Howland. 1954. Test with DDT and other insecticides for control of the cabbage looper in Souther California. Journal of Economic Entomology, Vol. 47(5): 937-938.

54. Winteringham, F.P.W. 1969. Programa colaborativo internacional de la FAO para la formulación de ensayos normalizados de resistencia de las plagas agrícolas a los plaguicidas. FAO; boletín fitosanitario, Vol. 17(4): 75.
55. Wolfenbarger, Dan., y E.T. Hibbs. 1958. Insecticides and spray schedules for control of cabbage leaf feeding lepidoptera. Journal of Economic Entomology, Vol. 51(4): 443-445.
56. ———, A.A. Gerra, H.T. Dulmage, R.D. García. 1972. Properties of the Betha-exotoxin of *Bacillus thuringiensis* IMC 10001 against the tobacco budworm. Journal of Economic Entomology, Vol. 65(5): 1245-1248.
57. Woodal, Kenneth L., L.P. Ditman. 1967. Control of the cabbage looper and corn earworm with nuclear polyhedrosis virus. Journal of Economic Entomology, Vol. 60(6): 1558-1561.

Vo.B.

(f). Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

IX. APENDICE

Cuadro número 1

Recuento total de esporas aeróbicas de *Bacillus Thuringiensis* Berliner por gramo de los productos: DIPEL, TURIBAC y THURICIDE HP. Análisis efectuados en los laboratorios de microbiología de ICATL.

PRODUCTO COMERCIAL	Esporas viables por gramo	
	Mayor de	3 000 000 000
DIPEL		38 000 000
TURIBAC		3 000 000 000
THURICIDE		3 000 000 000

Cuadro número 2.

Datos relativos de larvas pequeñas (P), medianas (M), y larvas grandes (G), *Plutella maculipennis* Curtis, contadas en 5 lecturas en la evaluación de: Dipel, Turilac, Thuricide HP, y Galecrón 50 EC.

PRODUCTO	5 septiembre			12 septiembre			19 septiembre			26 septiembre			3 octubre.		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
DIPEL	6	2	2	3	0	2	10	1	0	13	1	0	16	1	2
TURIBAC	10	4	2	1	4	0	16	0	1	20	8	2	14	15	9
THURICIDE HP.	5	5	1	1	3	2	11	2	1	19	1	0	10	1	0
GALECRON 50 EC	7	3	4	2	1	1	11	1	1	9	0	1	7	0	2
TESTIGO	7	0	1	6	3	2	21	4	1	25	4	2	13	18	9

Cuadro número 3

Total de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis contadas en 5 lecturas y sus respectivos grados de eficacia en porcentaje (G.E.o/o) de los productos: Dipel, Turibac, Thuricide HP y Galecrón 50 EC.

TRATAMIENTO	5 septiembre		12 septiembre		19 septiembre		26 septiembre		3 octubre	
	Total	G.E.o/o	Total	G.E.o/o	Total	G.E.o/o	Total	G.E.o/o	Total	E.G. o/o
DIPEL	10	--	5	54.54	11	57.69	14	54.84	19	52.50
TURIBAC	16	--	5	54.54	17	34.61	30	3.23	38	5.00
THURICIDE HP	11	--	6	45.45	14	46.15	20	35.48	11	72.50
GALECRON 50 EC	14	--	4	63.64	13	50.00	10	67.74	9	77.50
TESTIGO	8	--	11	-----	26	-----	31	-----	40	-----

Cuadro número 4.

Escala de daño visual promedio por repollo, grado de eficacia en porcentaje de la escala, en la primera y última lectura de la evaluación de los productos: Dipel, Turibac, Thuricide y Galecrón.

PRODUCTO USADO	5 septiembre		3 octubre	
	promedio por repollo	G.E.o/o	promedio por repollo	G.E.o/o
DIPEL	1.27	--	1.47	58.49
TURIBAC	1.13	--	1.60	54.72
THURICIDE HP	1.20	--	1.20	66.04
GALECRON	1.33	--	1.13	67.92
TESTIGO	1.07	--	3.53	---

Cuadro número 5.

Datos sobre frecuencia observada y frecuencia ajustada de la población total de larvas de *Plutella maculipennis*. Curtis de plantas de repollo, correspondientes a la evaluación de: Dipel Turibac, Thuricide HP y Galecrón.

Clase Número de larvas	Frecuencia observada	Frecuencia de Poisson	Frecuencia binomial negativa
0	25	4.83	23.56
1	21	15.69	19.66
2	26	25.60	15.55
3	14	27.70	11.95
4	7	22.41	9.04
5	11	14.70	6.75
6	3	7.99	5.00
7	7	3.72	3.68
8	2	1.56	2.70
9	4	0.55	1.97
10	1	0.50	1.43
11	0	0.18	1.04
12	0	0.14	0.75
13	1	0.04	0.54
14	1	0.008	0.39
15	1	0.002	0.28
16	0	0.004	0.20
17	0	0.0007	0.14
18	0	2.2×10^{-5}	0.10
19	0	1.6×10^{-6}	0.07
20	0	3.6×10^{-7}	0.05
21	1	5.5×10^{-8}	0.04
* Chi-cuadrado		130.68	46.80

* Chi-cuadrado (0.99), para 18 grados de libertad igual a: 34.8

Cuadro No. 6

Análisis de varianza del número total de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, datos transformados según fórmula de:

$$X = C^{-1/2} \text{ Sen } h^{-1} (CX)^{1/2}$$

Correspondientes a la evaluación de: dipel, turibac, thuricide y galecrón

FUENTE	G.L.	S.C	S.C.M	F. observada	F.	Tabulada
Tratamientos	4	4.17	1.04	1.05	0.01	0.05
Hileras	4	11.88	2.97	2.99		
Columnas	4	1.37	0.34	0.34	5.41	3.26
Error	12	11.94	0.99			
Total	24	29.36				

Cuadro No. 7

Valores de Log.e X/1-X y acumulados del total de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis en la evaluación de los productos comerciales: dipel, turibac, thuricide HP y galecrón.

Fechas de lecturas	Dipel		Turibac		Thuricide		Galecrón		Testigo	
	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado
5 Sept.	-2.20	-2.20	-1.66	-1.66	-2.09	-2.09	-1.82	-1.82	-0.14	-0.14
12 Sept.	-0.00	-2.20	0.00	-1.66	-0.41	-1.69	-0.41	-2.23	-2.09	-2.23
19 Sept.	-2.09	-4.29	-1.59	-3.25	-1.82	-3.51	-1.90	-4.13	-1.05	-3.28
26 Sept.	-1.82	-6.11	-0.85	-4.10	-1.39	-4.89	-2.20	-6.33	-0.80	-4.08
3 Oct.	-1.45	-7.56	-0.49	-4.59	-2.09	-6.98	-0.01	-6.34	-0.41	-4.49

Cuadro No. 8

Total y porcentaje de repollos por tratamiento que manifestaron fitotoxicidad en el recuento de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela en la evaluación de dipel, turibac, thuricide HP y galecrón 50 EC.

PRODUCTO USADO	19 septiembre		26 septiembre		3 octubre	
	Total	o/o	Total	o/o	Total	o/o
Dipel	0	0	0	0	0	0
Turibac	0	0	0	0	0	0
Thuricide	0	0	0	0	0	0
Galecron	48	96	46	92	39	78
Testigo	0	0	0	0	0	0

Cuadro Número 9.

Larvas pequeñas (P), medianas (M) y grandes (G) de *Plutella maculipennis* Curtis contadas en 9 lecturas en los intervalos de 4, 6 y 8 días de aplicación de los productos thuricide HP y galecrón

Intervalos de aplicación y producto usado	10 octubre			14 octubre			16 octubre			18 octubre			22 octubre			26 octubre			28 octubre			3 noviembre			7 noviembre		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
4 días, thuricide	18	1	1	10	0	2	8	4	1	12	0	0	6	4	0	1	0	2	4	1	1	4	2	2	4	0	0
6 días, thuricide	14	11	18	16	11	13	16	7	11	16	13	5	11	5	6	7	4	2	5	2	2	4	1	1	9	2	2
8 días, thuricide	9	2	0	8	1	0	5	3	0	6	0	0	6	1	1	6	0	0	0	0	1	5	1	2	4	1	0
8 días, thuricide más galecrón	3	0	0	3	0	0	4	0	0	2	0	0	4	0	0	6	0	0	2	0	0	5	1	0	6	1	0
Testigo	16	13	17	18	14	15	13	17	19	18	15	18	10	16	17	25	5	14	10	3	19	15	23	23	27	10	18

Cuadro Número 10

Total de larvas (Tot. Lar.) de *Plutella maculipennis*, *Trichoplusia ni*, y *Spodoptera* spp.; y grado de eficacia en porcentaje (G.E. o/o) de nueve lecturas realizadas el 10, 14, 16, 18, 22, 26, 28 de octubre, 3 y 7 de noviembre/75; en los intervalos de aplicación de 4, 6 y 8 días, usando el Producto thuricide HP y galecrón.

Intervalos de aplicación y producto usado	10 octubre			14 octubre			16 octubre			18 octubre			22 octubre			26 octubre			28 octubre			3 noviembre			7 noviembre		
	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.	Tot.	G.E.o/o	Lar.
4 días, thuricide	20	--	12	12	71.43	13	75.00	12	77.36	10	77.27	3	93.75	6	81.25	8	89.74	4	93.44			8	89.74	4	93.44		
6 días, thuricide	43	--	40	34	18.37	34	34.62	34	35.85	22	50.00	14	70.83	9	71.87	8	89.74	14	77.05			8	89.74	14	77.05		
8 días, thuricide	11	--	9	6	81.63	8	84.62	6	88.67	9	79.54	6	87.50	1	96.87	8	89.74	8	86.88			8	89.74	8	86.88		
8 días, thuricide más galecrón	3	--	3	2	93.88	4	92.31	2	96.23	4	90.91	6	87.50	2	93.75	6	92.82	9	82.24			6	92.82	9	82.24		
Testigo	47	--	49	53	--	52	--	53	--	44	--	48	--	32	--	78	--	61	--			78	--	61	--		

Cuadro Número 11

Promedio por repollo ($\bar{X}$ por Rep.) de la escala visual y grado de eficacia en porcentaje (G.E.o/o) de la misma en 5 lecturas efectuadas; en los intervalos de aplicación de 4,6 y 8 días, usando los productos thuricide HP y galecrón

Intervalos de aplicación y producto usado	10 octubre $\bar{X}$ por Rep. G.E.o/o	26 octubre $\bar{X}$ por Rep. G.E.o/o	28 octubre $\bar{X}$ por Rep. G.E.o/o	3 noviembre $\bar{X}$ por G.E.o/o Por	7 noviembre $\bar{X}$ por G.E.o/o Por
4 días, thuricide	1.40	1.27	1.80	1.60	1.13
6 días, thuricide	1.67	2.07	1.87	2.13	1.53
8 días, thuricide	1.27	1.53	1.47	1.53	1.60
8 días, thuricide más galecrón	1.33	1.13	1.33	1.20	1.20
Testigo	2.20	3.93	4.00	4.13	4.33

Cuadro Número 12

Larvas y pupas de Sífidos contados durante nueve lecturas en los intervalos de 4,6 y 8 días de aplicación de los productos thuricide HP y galecrón

Intervalos de aplicación y producto usado	10 octubre larva pupa	14 octubre larva pupa	16 octubre larva pupa	18 octubre larva pupa	22 octubre larva pupa	26 octubre larva pupa	28 octubre larva pupa	3 noviembre larva pupa	7 noviembre larva pupa
4 días, thuricide	0	0	0	0	0	0	0	1	5
6 días, thuricide	0	0	0	0	0	3	5	2	6
8 días, thuricide	0	0	0	0	0	0	0	2	1
8 días, thuricide más galecrón	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Testigo	0	4	19	0	8	5	83	58	33

Cuadro Número 13

Frecuencia observada y frecuencia ajustada de la población de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis, correspondientes a la evaluación de thuricide HP en los intervalos de 4,6 y 8 días; y galecrón 50 EC más thuricide en 8 días de intervalo de aplicación.

Clase. No. de Larvas	Frecuencia observada	Frecuencia de Poisson	Frecuencia binomial negativa
0	44	5.72	62.27
1	57	20.97	44.49
2	38	38.49	33.64
3	16	47.08	26.14
4	6	43.20	20.63
5	11	35.26	16.46
6	8	31.71	13.21
7	9	10.17	10.67
8	9	4.66	8.66
9	5	1.92	7.05
10	3	0.70	5.76
11	4	0.23	4.71
12	1	0.07	3.87
13	3	0.02	3.18
14	1	0.005	2.61
15	2	0.001	2.15
16	1	0.6 $\times 10^{-3}$	1.077
17	1	0.3 $\times 10^{-3}$	1.47
18	1	0.1 $\times 10^{-3}$	1.21
19	2	0.3 $\times 10^{-4}$	1.00
20	1	0.5 $\times 10^{-5}$	0.83
21	0	0.8 $\times 10^{-6}$	0.68
22	0	0.1 $\times 10^{-7}$	0.56
23	0	0.2 $\times 10^{-7}$	0.46
24	0	0.3 $\times 10^{-8}$	0.38
25	0	0.5 $\times 10^{-9}$	0.32
26	1	0.6 $\times 10^{-10}$	0.26
27	0	0.9 $\times 10^{-11}$	0.22
28	0	0.1 $\times 10^{-11}$	0.18
29	0	0.1 $\times 10^{-12}$	0.15
30	0	0.2 $\times 10^{-13}$	0.12
31	0	0.2 $\times 10^{-14}$	0.10
32	0	0.3 $\times 10^{-16}$	0.09
33	0	0.3 $\times 10^{-17}$	0.07
34	1	0.3 $\times 10^{-18}$	0.06
* Chi-cuadrado		940.07	41.108

* Chi-cuadrado (0.99), para 31 grados de libertad igual a 50.9

Cuadro Número 14.

Análisis de varianza del número total de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis. Datos transformados según fórmula de Ibarra (25), correspondientes a la evaluación de thuricide HP y galecrón en los intervalos de 4, 6 y 8 días de aplicación.

FUENTE	G.L.	S.C.	S.C.M.	F. obser.	F. tabulada 0.01 0.05
Tratamientos	4	50.84	12.71	26.91	5.41 3.26
Hileras	4	4.96	1.24	2.63	
Columnas	4	2.05	0.51	1.08	
Error	12	5.67	0.47		
Total	24	63.52			

Cuadro Número 15.

Prueba de la Mínima Diferencia Significativa para el análisis de varianza del número total de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis; datos transformados de acuerdo a Ibarra (25).

$$M.D.S. = t_{0.05} \sqrt{2 \text{ C.M. error/tratamientos}} = 0.947$$

Intervalos de aplicación y producto usado	Testigo menos tratamiento	Comparación
4 días, thuricide	14.11	mayor que 0.947
6 días, thuricide	7.25	mayor que 0.947
8 días, thuricide	16.59	mayor que 0.947
8 días, thuricide más galecrón	20.93	mayor que 0.947

Cuadro Número 16

Promedio de otros datos tomados en la evaluación de thuricide HP y galecrón 50 CE en los intervalos de 4,6 y 8 días de aplicación.

Descripción	4, días thuricide HP	6 días, thuricide HP	8 días thuricide HP	8 días, thuricide HP más galecrón 50 CE	Testigo
Total repollos trasplantados por parcela	49	49	49	49	49
Repollos efectivos de recuento por parcela	25	25	25	25	25
Repollos efectivos de recuento hasta la cosecha/parcela	23	23.5	23.5	22.5	21.8
Repollos pesados por parcela	4	4	4	4	4
Repollos efectivos muertos por parcela	3	1.5	1.5	2.5	3.2
Peso promedio, de 4 repollos, en Kgs. por parcela	3.542	3.980	2.848	3.804	1.980
Peso promedio por repollo en Kgs.	0.885	0.745	0.712	0.951	0.495
Pérdida de peso en relación al más pasado, en Kgs.	0.066	0.206	0.239	0.000	0.456
Pérdida de peso en o/o	14.46	45.17	41.41	0.000	100.00
Escala visual	1.25	1.30	1.15	1.15	4.75
Grado eficacia de la escala visual en porcentaje	73.68	72.63	75.79	75.79	———

Cuadro Número 17.

Análisis de varianza del peso promedio de repollos de los tratamientos usando thuricide HP y galecrón en los intervalos de 4,6 y 8 días.

FUENTE	G.L.	S.C.	S.C.M.	F. Obser.	F. tabulada	
					0.01	0.05
Tratamientos	4	0.625	0.156	41.79	5.41	3.26
Hileras	4	0.018	0.004	1.19		
Columnas	4	0.002	0.0004	0.11		
Error	12	0.045	0.0037			
Total	24	0.690				

Cuadro Número 18

Prueba de la Mínima Diferencia Significativa para análisis de varianza del peso promedio de repollo.

$$M.D.S. = t_{0.05} \sqrt{2 \text{ C.M. error/tratamientos}} = 0.0842$$

Intervalos de aplicación y producto usado	Testigo menos tratamiento	Comparación
4 días, thuricide	1.954	mayor que 0.0842
6 días, thuricide	1.252	mayor que 0.0842
8 días, thuricide	1.090	mayor que 0.0842
8 días, thuricide más thuricide	2.222	mayor que 0.0842

Cuadro Número 19

Valores parciales y acumulados de Log.e X/1-X para cada tratamiento en los intervalos de 4,6 y 8 días de aplicación, usando thuricide y galecrón; lecturas efectuadas: 10, 14, 16, 18, 22, 26, 28 octubre/75, y 3 y 7 de noviembre/75.

Fechas	4 días, Thuricide		6 días, Thuricide		8 días, thuricide más galecrón		Testigo	
	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado	Log.e X/1-X	Acumulado
10 Oct	-1.39	- 1.39	-2.28	- 2.28	-3.48	- 3.48	-0.12	-0.12
14 Oct	-1.99	- 3.38	-0.41	- 2.29	-3.48	- 6.95	-0.04	-0.16
16 Oct	-1.90	- 5.28	-0.66	- 3.35	-3.18	-10.13	-0.08	-0.08
18 Oct	-1.99	- 7.27	-0.66	- 4.01	-3.89	-14.02	-0.12	-0.04
22 Oct	-2.20	- 9.47	-3.89	- 7.90	-3.18	-17.20	-0.24	-0.20
26 Oct	-3.48	-12.94	-1.81	- 9.72	-2.75	-19.95	-0.08	-0.28
28 Oct	-2.80	-15.75	-2.31	-12.03	-3.89	-23.84	-0.75	-1.03
3 Nov	-2.44	-18.19	-2.44	-14.47	-2.75	-26.59	-1.27	-0.23
7 Nov	-3.18	-21.37	-1.81	-16.29	-2.31	-28.91	-0.45	-0.68

Cuadro Número 20.

Total y porcentaje de plantas de repollo que manifestaron fitotoxicidad en el recuento de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela en la evaluación de intervalos de 4,6 y 8 días, usando solo thuricide HP, y galecrón combinado con thuricide.

Intervalos de aplicación y producto usado	22 octubre		26 octubre		3 noviembre		7 noviembre	
	Total	o/o	Total	o/o	Total	o/o	Total	o/o
4 días, thuricide	0	0	0	0	0	0	0	0
6 días, thuricide	0	0	0	0	0	0	0	0
8 días, thuricide	0	0	0	0	0	0	0	0
8 días, thuricide más galecrón	40	80	33	66	13	26	3	6
Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro Número 21

Clasificación de efectividad en la evaluación de thuricide HP y galecrón 50 EC en los intervalos de 4,6 y 8 días de aplicación, colocados en forma descendente.

Por peso promedio de repollo, expresado en kilogramos.

- a) 8 días intervalo, galecrón 50 EC más thuricide HP
- b) 4 días intervalo, thuricide HP
- c) 6 días intervalo, thuricide HP
- d) 8 días intervalo, thuricide HP
- e) testigo

Por escala visual, aspecto de repollo cosechado y pesado

- a) 8 días intervalo, galecrón 50 EC más thuricide HP
- b) 8 días intervalo, thuricide HP
- c) 4 días intervalo, thuricide HP
- d) 6 días intervalo, thuricide HP
- e) testigo

Por la M.D.S. del análisis de varianza del peso promedio de repollos

- a) 8 días intervalo, galecrón 50 EC más thuricide HP
- b) 4 días intervalo, thuricide HP
- c) 6 días intervalo, thuricide HP
- d) 8 días intervalo, thuricide HP
- e) testigo

Por la M.D.S. del análisis de varianza de datos transformados de larvas

- a) 8 días intervalo, galecrón 50 EC más thuricide HP
- b) 8 días intervalo, thuricide HP
- c) 4 días intervalo, thuricide HP
- d) 6 días intervalo, thuricide HP
- e) testigo

De acuerdo al grado de eficacia en o/o de protección de las lecturas de larvas

- a) 8 días intervalo, galecrón 50 EC más thuricide HP
- b) 8 días intervalo, thuricide HP
- c) 4 días intervalo, thuricide HP
- d) 6 días intervalo, thuricide HP

Cuadro Número 22

Datos sobre larvas vivas, pupas formadas y larvas muertas, Porcentajes diarios de cada uno, en la viabilidad de esporas de *Bacillus thuringiensis* del producto thuricide, usando 1 gramo/litro de agua en la aspersión de 36 plantas.

Fechas de lecturas	No. de días	LARVAS		VIVAS con 15 colocadas/día	o/o de vivas/día	PUPAS FORMADAS		LARVAS MUERTAS			
		Colocadas en 3 macetas por día	Vivas del día anteriores			Pupas por día	Pupas acumuladas	o/o de pupas formadas por día	Muertas por día	Muertas acumuladas	o/o de larvas muertas/día
24 Oct*	0	0	0	0	100.00	0	0	0	0	0	0
25 Oct	1	15	0	15	100.00	0	0	0	0	0	0
26 Oct	2	15	15	30	100.00	0	0	0	0	0	0
27 Oct	3	15	27	42	90.00	0	0	0	3	3	10.00
28 Oct	4	15	36	51	85.71	3	3	7.14	3	6	7.14
29 Oct	5	15	31	46	60.78	1	4	1.96	19	25	37.26
30 Oct	6	15	36	51	78.26	3	7	6.52	7	32	15.22
31 Oct	7	15	35	50	68.63	8	15	15.69	8	40	15.69
1 Nov	8	15	34	49	68.00	4	19	8.00	12	52	24.00
2 Nov	9	15	32	47	65.31	4	23	8.16	13	65	26.53
3 Nov	10	15	35	50	74.47	1	24	2.13	11	76	23.40
4 Nov	11	15	42	57	84.00	2	26	4.00	6	82	12.00
5 Nov	12	15	45	60	78.95	2	28	3.51	10	92	17.54
6 Nov	13	0	52	52	86.68	3	31	5.00	5	97	8.33
7 Nov	14	0	47	47	90.38	3	34	5.77	2	99	3.85
8 Nov	15	0	43	43	91.50	3	37	6.39	1	100	2.13
9 Nov	16	0	43	43	100.00	0	37	0.00	0	100	0.0

* La aspersión fué realizada el día 24 de octubre/75

Cuadro Número 23

Datos para determinar el o/o de mortalidad de larvas de *Plutella maculipennis* Curtis en el estudio de viabilidad de esporas de *Bacillus thuringiensis* Berliner según metodología modificada de R. de Shelly Hernandez (21)

Fechas de lecturas	Larvas muertas/ larvas colocadas	Larvas muertas acumuladas (descendente)	Larvas vivas acumuladas (ascendente)	Fracción de mortalidad	Cálculo de mortalidad en o/o
24 Oct	0/15	---	---	---	---
25 Oct	13/15	100	2	100/102	98.04
26 Oct	14/15	87	3	87/90	96.67
27 Oct	13/15	73	5	73/78	93.59
28 Oct	9/15	60	11	60/71	84.51
29 Oct	11/15	51	15	51/66	77.27
30 Oct	12/15	40	18	40/58	68.97
31 Oct	10/15	28	23	28/51	54.90
1 Nov	8/15	18	30	18/48	37.50
2 Nov	6/15	10	39	10/49	20.49
3 Nov	2/15	4	52	4/56	7.14
4 Nov	1/15	2	66	2/68	2.94
5 Nov	1/15	1	80	1/81	1.25
6 Nov	0/15	0	80	0/80	0.00

Cuadro Número 24

Datos para determinar el o/o de sobrevivencia total de larvas y pupas, o/o de solo larvas vivas, y o/o de solo pupas formadas de *Plutella maculipennis* Curtis en el estudio de viabilidad de esporas de *B. thuringiensis* Berliner del producto thuricide HP.

Fecha de lectura	Larvas vivas y pupas/15 L. colocadas	SOBREVIVENCIA DE LARVAS Y PUPAS			Sobrevivencia de larvas y pupas en o/o	SOBREVIVENCIA DE SOLO LARVAS				o/o de L. vivas	o/o pupas por diferencia
		L. vivas y P. acumuladas (ascendente)	L. muertas acumuladas (descendente)	Fracción sobrevivencia		L. vivas/15 L. colocadas	solo larvas vivas (Desc)	L. muertas acumuladas (ascenden)	Fracción L. vivas		
25 Oct	2/15	2	100/100	2/102	1.96	0/15	0	100	0/100	00.00	1.96
26 Oct	1/15	3	87	3/90	3.33	0/15	0	87	0/87	00.00	3.33
27 Oct	2/15	5	73	5/78	6.41	0/15	0	73	0/73	00.00	6.41
28 Oct	6/15	11	60	11/71	15.49	0/15	0	60	0/60	00.00	15.49
29 Oct	4/15	15	51	15/66	22.73	0/15	0	51	0/51	00.00	22.73
30 Oct	3/15	18	40	18/58	31.03	0/15	0	40	0/40	00.00	31.03
31 Oct	5/15	23	28	23/51	45.10	2/15	2	28	2/30	6.67	38.43
1 Nov	7/15	30	18	30/48	62.50	4/15	6	18	6/24	25.00	37.50
2 Nov	9/15	39	10	39/49	79.59	5/15	11	10	11/21	52.38	27.21
3 Nov	13/15	52	4	52/56	92.86	10/15	21	4	21/25	84.00	8.86
4 Nov	14/15	66	2	66/68	97.06	10/15	31	2	31/33	93.94	3.17
5 Nov	14/15	80	1	80/81	98.76	12/15	43	1	43/44	97.73	1.03

Erratas Notables

Pag.	Párrafo	Renglón	Dice	Debe Decir
V	1	4	le	se
2	5	2	aciertos	ciertos
9	2	8	toracicas	torácicas
18	2	12	cristalis	cristales
25	1	3	relaciono	relacionó
34	1	1	() ()	() – ()
39	5	9	presento	presentó
47	4	5	otas	y otras
52	1	3	Sisfidae	Sírfidae
52	2	2	sílfidos	sírfidos
59	1	3	granmo	gramo
68	5	3	Jorunal	Journal
43	0	0	RESUTLADOS	RESULTADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

IMPRIMASE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Molina Liardén'.

Ing. María Molina Liardén
Decano en funciones.

