

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTIVIDAD DE *Bacillus thuringiensis*, B. EN EL
CONTROL DEL GUSANO ENROLLADOR (*Psara periusalis*)
EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicum sculentum*)**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
FACULTAD DE AGRONOMIA
de la
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARCO VINICIO MAZARIEGOS ESTRADA

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, 10 OCTUBRE DE 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis

01
T(657)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR
DR. EDUARDO MEYER

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
VOCAL 1o.:	Ing. Agr. Oscar Leiva
VOCAL 2o.:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL 3o.:	Ing. Agr. Nestor Fernando Vargas
VOCAL 4o.:	Prof. Leonel Enriquez Durán
VOCAL 5o.:	Prof. Francisco Muñoz H.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Salvador Castillo
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Hugo A. Tobías V.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Jorge Sandoval
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Fernández

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1648

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

29 de agosto de 1982.

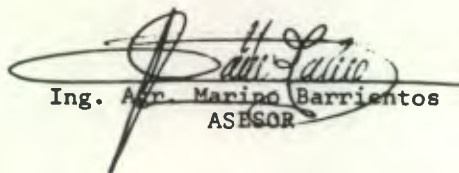
Doctor
Antonio Sandoval
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Presente

Señor Decano:

Le comunico atentamente, que en cumplimiento de la designación emanada de esa Decanatura he procedido a asesorar el trabajo de tesis del estudiante MARCO VINICIO MAZARIEGOS ESTRADA, titulado: "EFECTIVIDAD DE *Bacillus thuringiensis*, B. EN EL CONTROL DEL GUSANO ENROLLADOR (*Psara periusalis*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicum sculentum*)."

Considerando que el presente trabajo de tesis llena los requisitos de una tesis de grado, recomiendo su aprobación para ser publicado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Marino Barrientos
ASESOR

Guatemala,
30 de agosto de 1982

Doctor
Antonio Sandoval
Decano Facultad de Agronomía
USAC

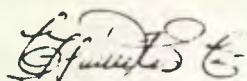
Señor Decano:

Atendiendo al nombramiento para asesorar al estudiante MARCO VINICIO MAZARIEGOS ESTRADA, deseo manifestarle que he asesorado el trabajo de investigación titulado "EFECTIVIDAD DE *Bacillus thuringiensis*, B. EN EL CONTROL DEL GUSANO ENROLLADOR (*Psara periusalis*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*).

El cual considero satisfactorio y reúne los requisitos necesarios para ser aprobado y presentado en su examen general público y por ende como tesis de grado para optar al título de INGENIERO AGRONOMO.

Agradeciendo su atención a la presente, quedo de usted,

atentamente,



Ing. Agr. Carlos A. Fuentes
COLEGIADO 530
ASESOR

Guatemala,
Septiembre de 1982

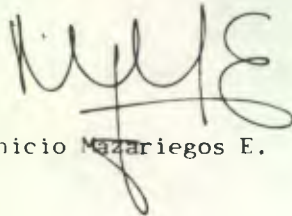
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica y Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a su consideración el trabajo de tesis titulado: "EFECTIVIDAD DE *Bacillus thuringiensis*, B. EN EL CONTROL DEL GUSANO ENROLLADOR (*Psara periusalis*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicum sculentum*)".

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

En espera de que el mismo merezca su aprobación, me es grato presentarles mi respetuoso saludo,



Marco Vinicio Mazariegos E.

**DEDICO ESTE TRABAJO A LAS SIGUIENTES PERSONAS,
CON EL AMOR Y AFECTO QUE SE MEREcen:**

A MIS PADRES: Juan Francisco Mazariegos V.
 Carlota Estrada de Mazariegos

A MIS HERMANOS: Víctor Hugo
 Carmen Izahari

A MI CUÑADO: René Morales Paiz

A MI NOVIA: Lissette Posadas Alburez

A ESTUDIANTES DE AGRONOMIA Y TRABAJADORES DEL
CAMPO QUE CON SU INTELLECTO Y ESFUERZOS PRODU-
CEN NUESTRO PAN DE CADA DIA Y SON LOS FORJA-
DORES DEL FUTURO.

TESIS QUE DEDICO

- A:
- GUATEMALA GUATEMALA
 - UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 - FACULTAD DE AGRONOMIA

RECONOCIMIENTO

AL ING. AGR. MARINO BARRIENTOS

Por su valiosa asesoría y dedicación para la realización de este trabajo de tesis.

AL ING AGR. CARLOS ALBERTO FUENTES

Por su asesoría en los trabajos de campo, realizados para llevar a cabo esta investigación.

A:

DR. HECTOR GARCIA

DR. HUMBERTO MALDONADO

Por su valiosa colaboración.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. HIPOTESIS	5
III. OBJETIVOS	7
IV. REVISION DE LITERATURA	9
V. MATERIALES Y METODOS	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	37
VII. CONCLUSIONES	45
VIII. RECOMENDACIONES	47
IX. APENDICE	49
X. BIBLIOGRAFIA	65

RESUMEN

Durante los últimos 30 años, a consecuencia del incremento de la población mundial a un ritmo acelerado, se ha requerido cada día de más alimento y de mejor calidad, pero tales alimentos han tenido que ser producidos casi en la misma área, por lo que ha sido necesario generar tecnología que tienda a aumentar los rendimientos sin incrementar bruscamente los costos de producción.

Factor importante de esta tecnología, lo constituyen los insecticidas biológicos, los cuales tienen costos comparativamente bajos y ejercen un adecuado control de insectos, los que reducen nuestras cosechas, tanto alimenticias como de fibras. Dado que los insecticidas químicos en la actualidad, presentan inconvenientes tales como: incremento del costo de producción, contaminación ambiental y presencia de residuos tóxicos en hortalizas y frutos.

Este trabajo tuvo como objetivo, utilizar un insecticida biológico formulado a base de *Bacillus thuringiensis*, para controlar una plaga económicamente importante en el cultivo del tomate, el cual fue realizado en la aldea Petapilla, del municipio de Chiquimula, del departamento de Chiquimula.

Se tuvieron nueve tratamientos, de los cuales dos fueron con insecticida químico, cuyo agente activo es Metamidophos, con dosis de 0.1 o/o y dos intervalos distintos de aspersión, de 5 y 8 días; seis fueron con insecticida biológico, distribuidos en una combinación de tres distintas dosis (400, 500 y 600 gr/Ha) y dos distintos intervalos de aspersión, de 6 y 9 días, y un tratamiento testigo.

Las conclusiones derivadas de los resultados son las siguientes:

Los tratamientos con insecticida químico, fueron superio-

res a los biológicos para las dos variables evaluadas, ya que produjeron mayores rendimientos, una mejor rentabilidad y mayor decrecimiento del número de larvas, por lo que se rechaza la primera hipótesis planteada.

El insecticida químico produjo mayor rentabilidad, dado que este producto fue capaz de controlar la mosca blanca y las plantas no presentaron trastornos fisiológicos, influyendo esto en el incremento del rendimiento.

No existen diferencias significativas entre los dos tratamientos con insecticida químico, en relación a las dos variables evaluadas.

Estadísticamente, la dosis de 600 gr/Ha, produjo rendimientos superiores a las dosis de 400 y 500 gr/Ha, estas dos últimas, no mostraron diferencias significativas, produciendo rendimientos similares. De igual forma, el intervalo de aspersión de seis días, es superior en cuanto a rendimiento al de nueve días, por lo que se rechaza la segunda hipótesis.

El testigo siempre mostró rendimientos inferiores a todos los tratamientos.

Se recomienda que al utilizar el insecticida biológico se aplique dosis de 600 gr/Ha cada seis días, y que cuando sea utilizado el insecticida químico, asperjarlo cada ocho días, en lugar de cada cinco, con lo cual se reduce el costo de producción y los residuos tóxicos en los frutos de tomate.

EFFECTIVIDAD DE Bacillus thuringiensis, B. EN EL
CONTROL DEL GUSANO ENROLLADOR (Psara periusalis)
EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Licopersicum sculentum)

I. INTRODUCCION

En los últimos tres decenios, a consecuencia del incremento de la población mundial a un ritmo acelerado, se ha requerido cada día de más alimento y de mejor calidad, pero tales alimentos han tenido que ser producidos casi en la misma área, por lo que ha sido necesario mejorar los sistemas de cultivo, generando tecnología que se adecúe a cada cultivo y a las distintas condiciones ecológicas en que se desarrollan estos. Parte de esta tecnología es el control de plagas, las que pueden mermar las cosechas.

Los plaguicidas en la actualidad se constituyen en el recurso principal con que cuenta el hombre para proteger sus cultivos y evitar la pérdida de sus cosechas, pero a pesar de su efectividad, presentan serios inconvenientes como son: contaminación ambiental por el uso excesivo, intoxicaciones, rompen el equilibrio natural, incremento de los costos de producción y se crea una dependencia hacia los países productores, provocando así, fugas de divisas.

En Guatemala, el cultivo del tomate es una de las actividades agrícolas más importantes en la región nor-oriental, cultivándose en terrenos de extensión considerable y básicamente en un sistema de monocultivo, pues, las rotaciones en el cultivo (si es que se dan), se realizan con otro de la misma familia, como: chile dulce, favoreciendo ecológicamente a determinadas especies de insectos, los que llegan a niveles poblacionales altos si no se recurre a efectuar un control de tipo preventivo, utilizando para este fin, insecticidas químicos de amplio espectro de acción, a dosis altas, lo que repercute negativamente en la rentabilidad del cultivo. Además este tipo de productos elimina a los insectos beneficiosos (parásitos y predadores), los cuales de no ser así, podrían ayudar a regular ventajosamente las poblaciones de insectos plagas.

Por otra parte, también se tropieza con el problema de la presencia de residuos tóxicos en los frutos del tomate, aspecto

grave, especialmente en este cultivo, pues, es de consumo inmediato, y generalmente en estado fresco. Lo cual, demuestra que el método actualmente generalizado de control, tiene que examinarse, teniendo que reintroducir algunos de los sistemas tradicionales de control natural, aprovechando plenamente los controles naturales y buscando nuevos métodos o sistemas.

Por los inconvenientes enumerados anteriormente, la investigación científica debe ahora dirigirse a la utilización de los recursos naturales no contaminantes en la lucha contra los insectos: bacterias, virus y hongos, están así a nuestro servicio con absoluta seguridad para el hombre y mejor protección para la agricultura.

A finales de la década de los 70, algunos productores de repollo, brócoli y tomate, en otros países, iniciaron las aplicaciones de insecticidas biológicos formulados a base de **Bacillus thuringiensis** con excelentes resultados: el costo por cosecha se les redujo a la mitad, la eliminación de las plagas de gusanos (lepidópteros) fue completa y la cosecha por hectárea aumentó.

Estas consideraciones motivaron la realización del presente estudio, realizado en la Aldea Petapilla, del Municipio de Chiquimula, Departamento de Chiquimula, con la finalidad de encontrar la mejor alternativa para el control de larvas de lepidópteros que permita al agricultor obtener mayores ganancias.

II. HIPOTESIS

- a. El insecticida biológico es tan eficiente como el insecticida químico, tanto en el control de larvas de gusano enrollador, como en el rendimiento de los diferentes tratamientos a evaluar.
- b. Tanto las dosis como los intervalos de aspersión a usar en el insecticida biológico, producen efectos similares en cuanto al control de larvas y al rendimiento.

III. OBJETIVOS

III.1 GENERAL

Encontrar una alternativa eficiente para el control de larvas de Lepidópteros en el cultivos del tomate.

III.2 ESPECIFICOS

III.2.1 Demostrar que con un insecticida biológico se obtiene el mismo o mayor grado de control de larvas del gusano enrollador que con un insecticida químico.

III.2.2 Determinar qué intervalo de aspersión y que dosis del insecticida biológico ofrece la mayor efectividad en el control de larvas del gusano enrollador.

III.2.3 Seleccionar económicamente el tratamiento que ofrezca al agricultor la mayor rentabilidad.

IV. REVISION DE LITERATURA

IV.1 Definición:

El control microbiano de insectos se puede definir como la utilización de microorganismos, efectuada por el hombre con objeto de controlar otras especies, en entomología, el control microbiano es una de las técnicas que se emplean en el control biológico de insectos. (12)

IV.2 Historia del Control Microbiano:

La idea de utilizar agentes microbianos para el control de insectos, se concibió originalmente en el siglo XVIII. La producción masiva de *Metarrhizium anisopliae* (Metch Sor.), se efectuó en un intento por controlar el gorgojo de remolacha azucarera, *Cleonus punctiventus* Ger. (12)

En Canadá, Francia y Hungría, se realizaron los primeros intentos formales (entre 1925 y 1930), con objeto de controlar al barrenador europeo de maíz, *Ostrina nubilalis* (Hubner), mediante el uso de agentes microbianos. Realizado con entusiasmo, este trabajo no obtuvo grandes alcances. (12)

IV.3 Generalidades:

La metodología de las intervenciones biológicas en la más avanzada tecnología, consiste en inocular el insecto plaga con enfermedades bacteriales o virales que únicamente atacan un estado específico de su ciclo de vida. Su método es por lo tanto, selectivo y respeta el balance natural, así como la salud de la humanidad. (9)

Sabemos que los insectos pueden contraer enfermedades que les causan la muerte, al igual que cualquier otro ser viviente.

Una de estas enfermedades mortales es la producida por la bacteria *Bacillus thuringiensis* sobre larvas de Lepidópteros. (9)

Por suerte, la mayor parte de los microorganismos capaces de provocar enfermedades en los insectos, no daña a otros animales o a las plantas y, por otra parte, en general, los patógenos del hombre no causan enfermedades en los insectos. Este es uno de los más importantes factores que impulsan a la utilización de microorganismos patógenos como agentes controladores.

Cada mes se aíslan y describen nuevos organismos. En la actualidad, han sido encontrados 1165 microorganismos relacionados con los insectos; casi todos son patógenos. Este total comprende 90 especies y variedades de bacterias, 260 especies de virus y rickettsias, 460 especies de hongos, 225 especies de protozoarios y 100 especies de nemátodos. (12)

Los microbiólogos, al principio, aceptaron la idea que un agente microbiano, para ser tal, debe satisfacer las siguientes condiciones de los postulados de Koch, antes de podersele considerar como un patógeno de los insectos: 1) el microbio se debe identificar microscópicamente y aislar en todos los casos en que los insectos afectados presentan los mismos síntomas; 2) el organismo sospechoso se debe desarrollar en un medio artificial y por cultivo puro; 3) con este cultivo se tratará a otros especímenes iguales, pero sanos, y deberá provocar síntomas similares a los presentados en los especímenes inicialmente tratados; 4) el organismo sospechoso se deberá aislar en cada caso en que se presente la enfermedad y se manifiesten los síntomas específicos. Estos requisitos fueron pertinentes con el fin de establecer la patogenicidad de hongos y bacterias que se desarrollan fácilmente en un medio artificial; sin embargo, cuando en los insectos se descubrieron microorganismos complejos, tales como, bacterias, protozoarios, rickettsias y virus, dicho criterio se tuvo que modificar.

En general, existen cuatro medios de infección:

1. Infección oral, en la cual el organismo se ingiere con el alimento. Los virus, rickettsias, bacterias, nemátodos, protozoarios y posiblemente algunos hongos, logran la entrada al cuerpo del insecto por esta vía.
2. La invasión a través del integumento íntegro o tráquea, es la vía más común que utilizan los hongos y algunos nemátodos.
3. Invasión parenteral, la mayoría de los microorganismos pueden invadir cuando ocurre un trauma al integumento, en general, como resultado de mordedura o lesión por parte de algún insecto parásito en oviposición.
4. Ya sea adentro o por encima, es muy común el paso a través del huevo, de microorganismos, tales como virus, rickettsias, espiroquetas y protozoarios. (12)

Las poblaciones de insectos son entidades dinámicas que fluctúan en forma constante en la adaptación a una multitud de parámetros, algunos de los cuales son los cambios de clima, organismos patógenos, parásitos, depredadores y disponibilidad de alimento. Las poblaciones se pueden componer de varios tipos de individuos, según sea la enfermedad. Estos tipos son: 1) el insecto típicamente enfermo; 2) el insecto atípicamente enfermo; 3) el insecto infectado latentemente; 4) el agente trasmisor sano; 5) el insecto susceptible no infectado y 6) el insecto inmune no infectado. (9)

La resistencia a la infección o a los subproductos tóxicos de los organismos productores de enfermedad, varía con la etapa de desarrollo en la que se encuentra el insecto cuando sufre el ataque. Las larvas en etapa temprana suelen ser más susceptibles

a las infecciones por bacterias que en etapa tardía. Este fenómeno se encuentra en las larvas del gusano de seda que han ingerido cristales tóxicos de *Bacillus thuringiensis*. (3, 12)

Al insecto adulto rara vez lo afectan las bacterias y virus que son letales para la larva, pero no se puede infectar con estos organismos y transmitirlos a la progenie. Sin embargo, los protozoarios, los nemátodos, las rickettsias y los hongos pueden atacar sin discriminación a los adultos y a las larvas y ocasionar la muerte o la reducción de la fecundidad en el insecto adulto. (12)

La resistencia de muchas larvas a la infección por bacterias se puede explicar por las condiciones y el alto pH (9.0 a 10.5) que prevalecen en el intestino de algunos Lepidópteros, que en realidad menguan el desarrollo de las bacterias. Otras larvas de Lepidópteros dan reacción alcalina más o menos baja en el intestino (pH 7.0 a 9.0) por lo que, excluyendo otros factores, tales insectos son más susceptibles a la infección con bacterias. Los himenópteros fitófagos también tienen pH más o menos bajo en el intestino, de 6.5 a 9.0 y, un hecho significativo, a menudo también ellos son más susceptibles a la infección bacteriana. Sin embargo, por lo común los ortópteros tienen una reacción ácida en el intestino medio, lo cual aparece como inhibidor del desarrollo bacteriano, y algunas bacterias pueden sobrevivir en el intestino por largos períodos. Los insectos de caparazón dura, tales como el saltamontes, que llevan una existencia activa, a menudo se laceran el intestino y se causan la muerte por septicemia.

Muchos fitófagos se alimentan de plantas que contienen sustancias bacteriostáticas y fungistáticas, con lo que se protegen de invasores peligrosos en potencia. En el control de insectos mediante bacterias, se ha subestimado la importancia de esto. (12)

En el campo, la incidencia de infección bacteriana de insectos de hecho decae a temperaturas menores de 20°C; los incrementos de temperatura hasta 37°C, aumentan la incidencia

de muchas formas de enfermedad.

En muchas poblaciones de insectos, el rompimiento de la cadena de eventos que lleva a la infección tiene la apariencia de resistencia a la enfermedad. Por consiguiente, es muy importante determinar los detalles del proceso infeccioso y el destino del patógeno en el campo. (3, 12)

La luz solar (ultravioleta) ha matado a la mayoría de los patógenos de insectos contra los cuales se ha probado en forma adecuada, a las esporas de *Bacillus popilliae* y a las células vegetativas y esporas de *Bacillus thuringiensis* las destruye la exposición a la luz del sol, así como las bacterias no esporíferas perecen pronto con el secamiento y con la exposición a la radiación ultravioleta.

Cuando las larvas de insectos fitófagos mueren de una enfermedad infecciosa y sus cuerpos se desintegran sobre la planta o sobre el suelo, y a los organismos presentes en los cadáveres los dispersa el viento, la lluvia o el rocío hacia otras plantas o localidades huéspedes. Los microorganismos en el intestino de los insectos infectados se distribuyen en las heces y las aves, avispas y otros depredadores pueden comer larvas infectadas y luego diseminar los organismos patógenos por medio de sus excrementos.

La mayor parte de las bacterias patógenas para los insectos que se ha empleado con éxito en el control microbiano de insectos son esporíferas. La producción, almacenamiento y uso subsiguiente de las bacterias que no poseen etapas resistentes han dado por resultado una alta mortalidad de los microbios. Las esporas de las diferentes bacterias que se emplean hoy sobreviven con facilidad a todos los procesos. Varios materiales protectores, tales como la caseína y la mucina, se han utilizado en el campo con escasa eficacia para proteger a las bacterias no esporíferas del ambiente.

Las bacterias esporíferas pertenecen a la familia bacilácea, la cual tiene dos géneros: *Bacillus* y *Clostridium*. Ambos géneros contienen elementos patógenos para los insectos.

Ha existido controversia al considerar el establecimiento de la especie *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* como una entidad taxonómica aparte de *Bacillus cereus*; sin embargo, el consenso entre bacteriólogos entomólogos apoya el uso de especies separadas para el grupo de cristalíferas y de esporíferas. (12)

Puesto que se requiere la etapa de la espora para usar las bacterias en el control de los insectos, los métodos actuales que se emplean en su producción implican la introducción de las bacterias en insectos vivos, ya sea por inyección o alimentación, lugar donde las bacterias se multiplican hasta sumar cantidades enormes y luego se recuperan al moler al huésped o utilizar otros métodos apropiados de extracción. Esta técnica aún se usa para producir *B. popilliae* en los Estados Unidos, y el producto se puede obtener en preparaciones comerciales. (9)

Algunos de los organismos patógenos menos específicos como el *Bacillus cereus*, el *B. thuringiensis* y algunos cristalíferos, incluyendo el *B. sphaericus*, se pueden propagar con facilidad en medios artificiales de composición normal, incluyendo una mezcla balanceada de sal, una fuente proteínica y a veces vitaminas y alguna fuente con factor de crecimiento tal como el extracto de levadura. Estas bacterias se pueden producir en fermentadores de varios tamaños, hasta tinas enormes que contienen 12,000 galones de medio. El organismo esporulado se obtiene ya sea mediante secamiento al vacío del medio nutritivo entero con esporas o mediante centrifugación inicial hasta suspensión de esporas que al final se seca o estabiliza para almacenamiento. (12, 17)

Durante el curso de su existencia como larva, la mayoría de los insectos ingiere su alimento contaminado con bacterias. En virtud de que el intestino del insecto es una barrera excelente con-

tra la invasión bacteriana del hemocele, la mayor parte de estas bacterias pasa a través del intestino sin causar daño alguno. Unas cuantas bacterias producen agentes que estropean el intestino del insecto o de la larva de modo tal que prosigue la invasión de las cavidades del cuerpo. Tales bacterias se consideran "patógenos verdaderos". (12)

Uno de los grupos de patógenos que se ha estudiado con mayor amplitud es el de *Bacillus thuringiensis*. La investigación de su modo de actuar ha demostrado que estas bacterias producen, cuando menos, cuatro sustancias tóxicas para los insectos. Estas son: 1) un cuerpo parasporal cristalino, proteináceo, capaz de paralizar el intestino de casi todas las larvas de Lepidópteros; 2) una molécula dializable, pequeña, que es estable al calor y soluble, y se produce afuera en el medio que la circunda, la cual afecta a la larva y a la pupa de los dípteros y también mata a algunos Lepidópteros; 3) fosfolipasa C, una enzima que produce la célula en desarrollo y que destruye los fosfolípidos esenciales en la celdilla del insecto; y 4) otra fosfolipasa no identificada que afecta los fosfolípidos tal vez liberando los ácidos grasos de la molécula. La producción de una preparación bacteriana efectiva que se basa en el *Bacillus thuringiensis*, se debe arreglar de modo que se produzca la toxina cristalina activa y las esporas viables. El método de producción puede influir sobre la actividad de ambos componentes esenciales. (12)

Pocas especies de bacterias, incluyendo las clases de *Serratia marcescens* Bizio, *Pseudomonas aeruginosa* (Schoeter) y algunas de las micrococáceas, no tienen aptitud para invadir, pero pueden matar insectos si logran entrar al hemocele a través de una brecha artificial (una llaga o desgarramiento) en el intestino. El daño agudo de este tipo es bastante común en insectos de caparazón duro, que llevan una vida muy activa, tales como cucarachas, saltamontes, grillos y algunos escarabajos. Estos microorganismos se han descrito como "patógenos potenciales"; pueden matar insectos cuando se introducen dentro de la cavidad corporal

en cantidades bajas, pero otras bacterias similares se eliminan con rapidez del hemocele aun cuando se introduzcan en grandes dosis (12).

La estandarización de los agentes bacterianos no específicos de control, se realiza en forma más adecuada mediante el recuento microscópico de células o esporas en suspensión junto con recuentos de placa para determinar el número de unidades viables presentes. Estas suspensiones sujetas a recuento se introducen por inyección intestinal forzada, o bien sobre la superficie del forraje, a las larvas susceptibles, y el DL_{50} de la prueba se determina en condiciones estandar. En general, las determinaciones se comparan con los resultados que se obtienen mediante la utilización de una preparación estandar de la bacteria examinada previamente; así se elimina algo de la variación que se encuentre en las poblaciones de insectos. (12, 17)

Los organismos específicos como el *Bacillus popilliae*, se pueden estandarizar mediante recuentos microscópicos aunados a pruebas de alimentación o mediante inyección de suspensiones con recuento de células, al hemocele. (12, 17)

Las bacterias se pueden aplicar en lugares seleccionados con cuidado, los cuales colonizan y se disperzan entre la población de insectos. En última instancia, las bacterias proveen un control permanente. Sin embargo, la mayoría de las bacterias que hoy se recomiendan para el control de insectos se debe aplicar de manera tan regular como los insecticidas químicos y deben cubrir el cultivo con suficiente concentración de organismos para ocasionar alta mortalidad entre las especies objetivo. (3)

El *Bacillus thuringiensis* se puede aplicar en suspensiones acuosas, emulsiones de agua y aceite, polvos bacterianos rebajados con arcilla, la selección de materiales depende del insecto objetivo. Los polvos que se formulan con *Bacillus thuringiensis* en realidad son más efectivos que las fórmulas húmedas. Esto pue-

de significar que el polvo protege a las bacterias del ángulo más directo de la radiación solar. (3) En el presente estudio se utilizó polvo soluble por las siguientes razones: a) como *Psara periusalis* produce enrollamiento de las hojas, se hacía necesario la utilización de un producto con el cual se pudiera cubrir con facilidad toda la planta (haz y envés de las hojas) y b) es la presentación que se encuentra más comunmente en el mercado.

La creación de una reacción acidulante en la aspersión húmeda parece acrecentar el efecto del *Bacillus thuringiensis* en contra de varias especies de insectos sometidos a prueba. Este fenómeno no se ha entendido por completo, pero puede involucrar la incapacidad de la espora para germinar a un pH más bajo y una tendencia consecuente para que la espora conserve su forma por más tiempo, mientras se encuentre expuesta al medio ambiente. (3)

El agente microbiano se parece a un veneno químico para el estómago, en el sentido que debe ingerirse para matar. En consecuencia, la sincronización apropiada de la aplicación y el cubrimiento de la planta para asegurar el consumo de una dosis letal son de fundamental importancia a fin de obtener control rápido y definitivo. (9, 12)

IV.4 El Insecticida Biológico:

Es el resultado de la investigación efectuada en Francia por el Instituto Pasteur, el Laboratorio Bellon y el Instituto Nacional de Investigación Agronómica. Los ingredientes activos de este insecticida son esporas vivas y cristales proteínicos producidos por una bacteria: *Bacillus thuringiensis* Berliner. (17)

Bacillus thuringiensis:

Berliner, en la población de Thuringia, en Alemania, en 1915, es la persona que describe por primera vez con el nombre

de **Bacillus thuringiensis** un bacilo patógeno de larvas de Lepidópteros y fue aislado en larvas de **Anagasta kuhniella**. (17)

Bacillus thuringiensis es una bacteria gram positiva, esporulante que presenta la particularidad de producir un esporangio, al mismo tiempo de la formación de la espora y una inclusión parasporal, bipiramidal, refractante llamada cristal o S-endotoxina. (17)

A partir de Berliner, han sido aisladas numerosas cepas de **Bacillus thuringiensis**, algunas de ellas muy tóxicas y otras con poca o ninguna acción sobre larvas de Lepidópteros. También se ha determinado que cepas muy activas sobre una especie, muestran poca patogenicidad sobre otras.

Son de Barjac y Bonnefoi en 1962, quienes han propuesto clasificar las cepas de **Bacillus thuringiensis** en función de sus características bioquímicas y serológicas. (17)

El Instituto Pasteur en Francia, es actualmente el centro internacional de identificación de **Bacillus thuringiensis**. Se han aislado hasta la fecha 14 serotipos basados sobre el antígeno anti-flagelar y 3 sub-serotipos bioquímicos.

IV.4.1 Producción industrial del **Bacillus thuringiensis** B.:

El **Bacillus thuringiensis** se cultiva y multiplica en fermentadores industriales bajo condiciones muy precisas de temperatura y medios de cultivo. La bacteria se lleva hasta esporulación "formación de las esporas y el cristal". (12,17)

Los cristales y las esporas obtenidos en los fermentadores se separan del caldo del cultivo y se someten a un proceso de secamiento, llegándose a obtener una sustancia polvorosa que se denomina POLVO PRIMARIO.

El polvo Primario formado exclusivamente de esporas y cristales es el ingrediente activo puro del producto comercial.

Su densidad es de 0.5 gr/cc. y se puede almacenar más de 5 años en buenas condiciones de empaque y almacenamiento.

Cada lote de polvo primario producido es sometido a es-

trictos procesos de control de calidad que garantizan su potencia insecticida, como su pureza, para evitar cualquier contaminación que interfiera con la buena acción del producto. (17)

IV.4.2 Formulación del producto comercial:

En esta etapa el polvo primario se acondiciona para que ejerza todo su poder insecticida al ser asperjado sobre los cultivos. Se agregan agentes inertes al polvo primario hasta obtener un producto final que puede ser: (17)

- a. Polvo Mojable soluble en agua:
16.000.000 u.i. A.K./g serotipo 1
- b. Crema o concentrado emulsionable:
6.000.000 u.i. A.K./g serotipo 1
8.500.000 u.i. A.K./g serotipo 3a3b
- c. Gránulos:
500.000 u.i. A.K./g serotipo 3a3b

El polvo mojable es la formulación más conocida del producto comercial. Es ideal por la economía en el transporte al ser más liviano que las otras formulaciones.

La crema posee un gran poder de adherencia, lo cual, la constituye en una buena fórmula para condiciones de mucha lluvia. El granulado, fue ideado para el uso en aspersión aérea sobre cultivos de maíz. Da buenos resultados en la lucha contra cogolleros de arroz, sorgo y cereales en general.

El tipo de formulación a ser usada se debe escoger de acuerdo a los gusanos que se vaya a combatir y a los cultivos a ser protegidos. (9, 12, 17)

La actividad insecticida de cada producto se mide por ensayos biológicos con larvas de **Anagasta kuhniella** Z. (polilla de la harina) para asegurar la disponibilidad de un producto de potencia constante (17)

IV.4.3 Standarización o titulación:

El polvo primario y el producto final, deben someterse a pruebas estrictas de calidad que garanticen su pureza y su potencia insecticida.

Por tratarse de un insecticida biológico el número de esporas no es lo importante sino la capacidad insecticida del producto. Por tal razón, cada lote de producción se ensaya sobre un insecto que en Europa es **Anagasta** (*Ephestia*) **kuhniella** Zeller y en Norte América es el **Trichoplusia ni** Hubner. Del resultado de la mortalidad detectada en tales insectos se deduce una potencia que se expresa en unidades internacionales **Anagasta kuhniella** o **Trichoplusia ni**, según el caso. (17)

A este proceso se denomina titulación biológica. Tal prueba se realiza siempre sobre la misma especie de insectos para mantener un punto de referencia constante.

La titulación propiamente dicha consiste en determinar la relación entre la concentración Letal Media (CL 50) de cada nuevo lote de polvo primario y la CL 50 producida por un preparado de **Bacillus thuringiensis** standard internacional o patrón internacional llamada E-61 sobre la especie referencia, sea el caso **Anagasta kuhniella** por ejemplo. (17)

La potencia del patrón de comparación E-61 se ha fijado convencionalmente en 1.000 u. i. / mgr. (9, 12, 17)

Esta titulación biológica garantiza un producto de actividad constante sobre el insecto usado como patrón. Las dosis que se determinen en el campo para cada plaga particular, serán también constantes en cada caso, puesto que la potencia es invariable. (17)

IV. 4.4 Otras pruebas importantes de calidad:

Para garantizar la pureza del producto final, se realizan pruebas sobre cada etapa de la producción y formulación a fin de detectar las posibles fuentes de contaminación en el insecticida. Esporas aeróbicas de bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Estafilococos*, *Streptococcus*, *Clostridium*, etc., son así eliminadas en caso de contaminación y el producto mantiene y garantiza así toda su pureza y calidad.

La garantía de INOCUIDAD sobre seres vivos superiores, se realiza por medio de tests sobre especies de laboratorio. Así, el insecticida se prueba constantemente sobre ratones (*Mus sp.*), demostrándose su completa atoxicidad a la dosis de 2 gr/kg de peso vivo, realizada sobre 10 animales de 20 gr. cada uno, durante 8 días de alimentación. (17)

IV.4.5 Modo de acción del *Bacillus thuringiensis*:

Su acción se manifiesta sobre gran número de larvas dañinas de *Lepidópteros*, aproximadamente 568 especies son susceptibles al *Bacillus t.* (2, 9, 12, 17)

El insecticida biológico se activa únicamente después de ser ingerido por la larva del *Lepidóptero*.

Tiene doble acción:

1. Después de unas horas de haber ingerido el pro-

ducto, los gusanos sufren de una parálisis del aparato digestivo inducida por el cristal de la bacteria. Esto significa que los gusanos ya no pueden comer más.

2. Simultáneamente, la germinación de las esporas produce una septicemia, la cual en conjunto con los efectos de los cristales, causa la muerte del gusano dentro de un espacio corto de tiempo (de 1 a 7 días, dependiendo de la especie)

Esto constituye una gran ventaja, pues, los daños se detienen en el cultivo en un plazo muy corto después de la ingestión del producto y no destruye los insectos benéficos. (17)

El producto final es compatible con la mayoría de los pesticidas, excepto los productos alcalinos.

IV.4.6 Ventajas del insecticida biológico:

a. Selectividad:

Destruye únicamente las larvas de Lepidópteros sin afectar los organismos entomófagos, tales como: Coccinelidos, Trichogrammatidae, Hemerobilidae, Chrysopidae, Syrphidae.

Se está seguro de una acción dirigida contra la plaga deseada. Si se utiliza control biológico natural o adicional (*Trichogramma* sp. o Dípteros y Coleópteros benéficos), ellos actuarán sin ninguna interferencia.

La conservación de los insectos útiles mantiene el balance de la naturaleza reduciendo así la ne-

cesidad de aplicar otros insecticidas.

No es dañino a las abejas u otros insectos polinizadores y por lo tanto, puede ser usado durante el período de floración.

b. Eficiencia:

Los insectos plagas que van a ser controlados, no desarrollan resistencia a *Bacillus thuringiensis* como muchos insectos la desarrollan al ser expuestos a los insecticidas químicos.

c. Descomposición:

Se descompone en sustancias no contaminantes que entran a formar parte de la naturaleza. Por consiguiente, cultivos, suelo, agua y alimentos, permanecen libres de residuos tóxicos.

d. No es tóxico:

Es absolutamente inofensivo para el hombre, animales domésticos y para la vida silvestre, terrestre o acuática. No quedan residuos dañinos ya sea en las plantas tratadas o en el suelo por lo cual, puede ser usado aún en la época de cosecha.

e. No es fitotóxico:

Es un insecticida que en su ingrediente activo o componentes inertes no contiene productos químicos de síntesis que causen daño al follaje aún de las plantas más sensibles. Carece de acción fitotóxica, aun aplicado en dosis varias veces más altas que las dosis recomendadas.

f. Fácil aplicación:

Las formulaciones disponibles sirven en cualquier condición de cultivo o plagas de Lepidópteros; los equipos de aspersión no exigen ninguna modificación especial para su utilización.

g. Bajo costo:

El costo es menor, por lo que la rentabilidad de las actividades agrícolas se incrementa. Se encuentra disponible en el mercado local con varios nombres comerciales y almacenado en buenas condiciones retiene su actividad insecticida durante cinco años.

Por acción de las enzimas proteolíticas del tubo digestivo de la larva, de un pH allino, el cristal de proteína se descompone en varios péptidos de peso molecular diferente. La toxicidad es producida por algunos de estos péptidos. El cristal parece comportarse como una "protoxina".

El cristal al igual que todas las proteínas es solubilizado por álcalis, por lo que se deberá evitar en el momento de la aplicación mezclarlo con aguas o productos alcalinos superiores a pH 7.0. (17)

En condiciones de campo, es muy importante conocer el hábito de alimentación del insecto para determinar el tratamiento que garantice que el producto va a ser ingerido. (3, 12, 17)

En general, el producto es más efectivo en Lepidópteros durante el primero y segundos estados larvatorios, aunque resultados de investigaciones han mostrado que poblaciones larvales han sido reducidas en todos sus estados. (17)

IV. 5 Metamidophos — Insecticida químico:

Este producto comercial fue elegido para compararlo con el insecticida biológico por su gran espectro de acción y porque es muy utilizado por los horticultores, fruticultores, productores de caña de azúcar, algodón y tabaco.

Este producto según análisis bromatológicos es el que más residuos tóxicos deja en los cultivos, algo muy indeseable, especialmente en los cultivos de consumo fresco.

Se han reportado varios casos de intoxicación en humanos al consumir hortalizas y frutos tratados con Metamidophos, al igual que intoxicaciones en operarios al aplicar el insecticida.

Es un insecticida acaricida; orgánico fosforado de amplio espectro de acción. Contiene 600 gr. por litro de Metamidophos como materia activa.

Se distingue por 6 propiedades básicas: es un insecticida-acaricida, tiene acción por contacto, por ingestión, sistémica y de penetración. Su acción por penetración, es notable contra mastigadores, por lo que controla también minadores, perforadores del tallo y plagas ocultas. Su efecto inicial es inmediato y su poder residual se prolonga, según la dosis y el cultivo que se trate, de 15 a 21 días.

Controla las plagas resistentes a los productos tradicionales y en el caso de insectos chupadores, su acción sistémica protege los brotes nuevos de la planta.

Es compatible con insecticidas y fungicidas de uso común. Sin embargo, mezclas con productos de reacción alcalina deben evitarse.

Por su efecto sistémico, hay que ser prudentes con el uso

del producto en cultivos comestibles y tabaco, especialmente, usando dosificaciones de 0.1 al 0.15 o/o, poco antes de la cosecha.

IV.6 Algunas investigaciones realizadas en Guatemala:

BARRIOS GARCIA, E. (2), en 1976, realizó una investigación con *Bacillus thuringiensis* para controlar gusanos del repollo, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez; su trabajo consistió en evaluar varios productos comerciales, formulados todos a base de *Bacillus thuringiensis*. Los mejores resultados en orden descendente los obtuvo con: thuricide, dipel y finalmente turibac. El menor número de larvas lo obtuvo al aplicar thuricide a 4 días intervalo.

VELASCO CHANG, N. (16), en 1980, realizó un ensayo en el cual asociaba *Bacillus thuringiensis* con piretroides para el control de *Pieris monuste*, *Trichoplusia ni* y *Plutella maculipennis* en el cultivo de la coliflor.

Los mejores resultados, considerados como tales, los que producen un mayor decrecimiento de números de larvas, según el autor, los obtuvo combinando *Bacillus thuringiensis* con los piretroides y los piretroides solos. Estos tuvieron rentabilidad nula.

Los peores resultados los obtuvo al utilizar *Bacillus thuringiensis* solo y los testigos.

Según observaciones de Velasco Chang, la efectividad de B.t. está entre 4 y 6 días, considerando que las poblaciones de *Pieris monuste* durante ese período se mantuvieron bajas y aumentando a los once días.

Los piretroides mostraron control de plagas a 12 días de intervalo.

IV.7 Especies de insectos que pertenecen al orden Lepidópteros y que pueden afectar al tomate:

- | | |
|------------------------------|---|
| — Trozero, nocher o trozador | Agrotis sp.
Feltia sp.
Prodenia sp. |
| — Gusano medidor | Mocis repanda
familia: Noctuidae |
| — Gusano enrollador * | Psara periusalis W.
Familia: Pyralidae |
| — Gusano de la fruta * | Heliothis sp. |
| — Perforador de la hoja | Buculatrix sp. |

* *Económicamente importantes.*

V. MATERIALES Y METODOS

V.1 Localización:

Esta investigación fue realizada del 2 de febrero al 11 de junio de 1982, en la Estación Pecuaria Petapilla, ubicada en la aldea de Petapilla, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, que se encuentra a 165 kms. de la capital de Guatemala. Ubicada geográficamente a una latitud de 14 grados 48 minutos; longitud de 89 grados 32 minutos y una elevación de 412 m.s.n.m.

V.2 Condiciones del clima:

Conforme a los datos obtenidos en la sección de climatología del INSIVUMEH, a esta área corresponde una temperatura mínima de 18° C, máxima de 28° C y promedio anual de 25° C; precipitación pluvial de 500 a 1000 mm, distribuidos uniformemente durante los meses de junio a septiembre.

Según Holdridge, esta zona corresponde a la sub-tropical seca.

El viento se presenta con velocidades relativamente bajas y con dirección este. La humedad relativa promedio es de 67 o/o. (7)

V.3 Condiciones del suelo:

El suelo de la Estación Petapilla, según el resultado de un análisis físico-químico efectuado, presenta una textura arena franca, de color café oscuro, de no muy buen drenaje (según observaciones del autor). Presenta un 4 o/o de materia orgánica y un pH de 7.2

Análisis físico-químico del suelo:

Arcilla	Limo	Arena	Clase textural
5.6 o/o	17.4o/o	77o/o	arena franca

Microgramos/MI.			Meq/100	MI. de suelo
pH	P	K	Ca	Mg
7.2	7.25	220	20	4

V.4 Descripción de la técnica utilizada:

V.4.1 Variedad:

La variedad usada fue Italian Canner No. 284, elegida porque produce frutos de gran demanda comercial, tanto en los mercados locales como por las procesadoras de tomate.

Los frutos son de tamaño mediano, de forma de jocote, de 6 a 7 cms. de largo por 3 ó 4 de ancho, color rojo, de cáscara gruesa y muy resistente al transporte.

Característica muy importante de esta variedad es que es muy resistente a las enfermedades fungosas.

Presentan alto crecimiento, llegando a alcanzar alturas de 1.2 m. por lo que se hace necesario colocar tutores a las plantas para evitar su caída y así proteger la calidad del fruto. (8)

Esta variedad no era conocida en el área, y por su rendimiento, tanto en cantidad como en calidad, atrajo la atención de los agricultores. Mostró crecimiento vegetativo

vigoroso, produciendo tallos fuertes y gruesos, lo cual, capacita a la planta para soportar una alta producción.

V.4.2 Preparación del semillero:

Para preparar el semillero se utilizó un tablón de 10 m. de largo por un metro de ancho y 20 cms, de alto. Se le dio vuelta a la tierra con azadón hasta dejarla completamente desterronada.

Contrariamente a las prácticas de los agricultores de la región, no se utilizó abonos orgánicos provenientes de estiércol de bovinos ni gallinaza para mezclar con la tierra del tablón, pues, estas prácticas favorecen el ataque de hongos a las plantitas recién germinadas.

Se desinfectó el tablón con bromuro de metilo para el control de bacterias, virus, nemátodos, hongos y semillas de malas hierbas. El tablón se protegió armando a su alrededor un tapesco y sobre éste se colocaron hojas de coco para evitar que las aves silvestres se comieran las plántulas recién germinadas.

A los 10 días después de la germinación entre los surcos se aplicó en banda una libra de 15-15-15.

A partir de 3 días de germinadas las plantitas, se aplicó con una frecuencia de 3 o 4 días, agallol para prevenir el ataque del hongo *Pythium debaryanum* causante del mal talleto, muy común en almacigos del tomate (1,8)

V.4.3 Trasplante:

Se efectuó a los 25 días después de la germinación, colocando 2 plántulas en cada postura. Las distancias de siembra fueron de 0.8 m. entre surcos y sobre el surco 2 plan-

tas cada 0.5 m.

El método usado fue el de hileras simples.

El terreno se preparó con anticipación arando a una profundidad de 30 cms. y dando dos pasadas de rastra en cruz.

V.4.4 Fertilización:

A los 10 días después del trasplante se aplicaron 25 libras de triple 15. La aplicación se hizo a los lados, en banda, separado 4 cms. de la base del tallo y enterrados 5 cms. A los 30 días después de la primera aplicación, se suministró la misma cantidad y la misma fórmula de fertilizante, la aplicación se hizo separado 6 cms. de la base del tallo y enterrado 6 cms. Al momento de la floración se aplicaron 25 libras de urea, en la misma forma que la aplicación anterior.

La literatura cita la necesidad de efectuar la aplicación de fertilizantes foliares para obtener una buena cosecha, ésta práctica no se realizó, porque durante el ensayo se pretendió manejar el cultivo de igual forma a como lo hacen los agricultores de la región para así poder hacer una comparación justa entre los rendimientos obtenidos por ellos y el del presente ensayo.

V.4.5 Limpias:

Se efectuaron 4 limpiezas en forma manual, las primeras tres, coincidieron con las aplicaciones de fertilizantes y la última, se hizo entre el primero y segundo corte. Esta última se realizó para facilitar el paso del agua entre los surcos al momento de los riegos.

V.4.6 Riegos:

Se efectuaron 14 riegos durante el desarrollo del cultivo, todos ellos mediante inundación parcial, utilizando el método de surcos. El primero se efectuó un día antes del trasplante, el segundo tres días después de éste, y los doce restantes, uno cada ocho días. La resiembra se efectuó un día después del tercer riego.

V 5 Metodología Experimental:

Para someter a prueba las hipótesis planteadas y alcanzar los objetivos perseguidos se realizó el experimento, mediante un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones.

Dos de los tratamientos fueron de insecticida químico con intervalos de aspersión de cinco y ocho días; seis tratamientos de insecticida biológico, que se constituyeron en un arreglo factorial entre dos intervalos de aspersión (seis y nueve días) y tres dosis (400, 500 y 600 gr/Ha), además se incluyó un tratamiento testigo sin ningún tipo de aplicación.

TABLA DE TRATAMIENTOS:

Tratamiento No.	Días de Intervalo aspersión insecticida químico	Dosis a aplicar insecticida químico
1	5	0.1 o/o
2	8	0.1 o/o
	Días intervalo aspersión insecticida biológico	Dosis a aplicar insecticida biológico
3	6	400 gr/Ha
4	6	500 gr/Ha
5	6	600 gr/Ha
6	9	400 gr/Ha
7	9	500 gr/Ha
8	9	600 gr/Ha
9	TESTIGO	

El diseño empleado puede representarse por el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = M + B_j + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable dependiente usada como indicadora.

M = efecto de la media general.

B_j = efecto del j-ésimo bloque.

t_j = efecto de i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = efecto del error experimental asociado a cada unidad experimental (i-ésimo tratamiento de los j-ésimos bloques).

i = 1, 2, 3, . . . 9 tratamientos.

j = 1, 2, 3 bloques.

El modelo estadístico empleado para la estructura factorial interna fue la siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + \gamma_j + \alpha_k + \gamma\alpha_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = variable dependiente usada como indicadora.

M = efecto de la media general.

B_i = efecto de i-ésimo bloque.

γ_j = efecto de j-ésimo intervalo.

α_k = efecto de la k-ésima dosis.

$\gamma\alpha_{jk}$ = efecto de la interacción intervalo por dosis.

E_{ijk} = efecto del error experimental asociado a cada unidad experimental.

Dimensiones del área del experimento:

El área ocupada por el lote de parcelas es de 580 m^2 .
Teniendo: 29 m. de largo y 20 m. de ancho.

Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 5 m. de largo y 2.4 m. de ancho, con una área de 12 m^2 , cada una.

Las parcelas experimentales fueron de forma rectangular, constituidas cada una de ellas por 3 surcos, y sobre el surco, dos plantas por postura, con lo cual, se obtuvo una población de 60 plantas por parcela.

Entre cada unidad experimental se dejó una distancia de 0.5 m. y entre cada bloque 1 m. por considerar un efecto de borde y facilitar las labores culturales.

El número total de parcelas utilizadas fue de 27. De las 60 plantas de cada parcela, se tomaron datos de 16, estas fueron las del surco central, eliminando de éstas, 4 plantas, las que corresponden a las 2 de la primera postura y las 2 de la última postura.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

VI.1 Para el recuento de insectos:

En primer lugar ha de mencionarse que los datos de los recuentos de insectos no corresponden a la totalidad de los Lepidópteros presentes en el cultivo, debido a que por las condiciones mismas del experimento, la biología de los insectos y la existencia de varias especies fue prácticamente imposible. Para ello se realizaron entonces los conteos en larvas del gusano enrollador, que fue el que según observaciones, se calificó de dominante. También es importante mencionar que en última instancia, los datos de rendimiento son más confiables, ya que no se ven influenciados por otros factores como: los insectos y además son los que con fines prácticos, interesan para evaluar económicamente los tratamientos.

En cada una de las aplicaciones se realizaron conteos de larvas, antes de la aplicación para obtener el nivel inicial de la población y poder determinar como ésta se modificaría por efecto de las aplicaciones, cambios que se midieron cada dos, cuatro y seis días y que se presentan en el CUADRO No. 1.

Los análisis estadísticos correspondientes a los modelos planteados en las páginas 34 y 35, se realizaron individualmente para cada tiempo de lectura y un análisis conjunto para medir la residualidad de las aplicaciones. Es necesario aclarar que dichos análisis se realizaron tomando como variable respuesta, el cambio ocurrido en la población (diferencia entre el recuento después y antes de la aplicación), ya que el grado inicial de infestación era variable y debía de uniformizarse. Luego, según BARRIOS GARCIA, M. (4), fue necesario transformar estos datos para hacer válido el andeva y generar conclusiones y recomendaciones válidas. La transformación empleada fue:

$$\sqrt{Y + W}$$

donde:

Y = valor + negativo

W = valor positivo tal que $Y + W = 1$

En el CUADRO No. 2, se ve el análisis de varianza realizado para evaluar el efecto, dos días después de las aplicaciones, en el cual, se observan resultados altamente significativos ($F_c = 10.33$). Al aplicar la prueba de Tukey, se observó que el efecto en este momento era causado por los tratamientos químicos, produciendo la mayor disminución de la población. Los tratamientos biológicos aún no manifestaron efectos, resultando por lo tanto, iguales al testigo.

Este resultado era el esperado a los dos días después de ejecutados los tratamientos, ya que la septicemia producida por la multiplicación de las esporas de B.t., dentro del organismo del insecto, no ha llegado al nivel necesario para eliminar a las larvas. Es de hacer notar que, a los dos días ya se ha detenido el daño provocado por las larvas (comen el follaje), ya que los cristales proteicos de B.t. provocan una parálisis del sistema digestivo en breve plazo.

En el CUADRO No. 3, se observa el análisis de varianza realizado para evaluar el efecto de los tratamientos cuatro días después de las aplicaciones, en el cual, se observan resultados altamente significativos ($F_c = 15$). En este momento, tanto los tratamientos biológicos como los químicos, están provocando igual decrecimiento en la población larvaria, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos, y siendo superiores al testigo.

Como se observa, a los cuatro días, ya se manifiesta el efecto del *Bacillus thuringiensis*.

En el CUADRO No. 4, se presentan los datos del análisis de varianza efectuado para evaluar los efectos de los tratamientos a los 6 días después de aplicados. Se observan efectos altamente significativos ($F_c = 17.81$).

Al aplicar la prueba de Tukey, observamos que los tratamientos que manifiestan mejor control de larvas en este momento son los biológicos con intervalo de aspersión de 9 días, y el químico con intervalo de aplicación de 8 días, los cuales son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los demás.

Entre los tratamientos biológicos, no se observa ninguna diferencia estadística, resultante de las tres distintas dosis.

Para poder seleccionar entre los tratamientos biológicos, el o los que brinden mejores rendimientos, se realizó el análisis de varianza para el factorial 3×2 , compuesto por los tratamientos 3 al 8, cuyos rendimientos se observan en el CUADRO No. 12.

Factor A: frecuencias de aplicación

$a_1 =$ seis días

$a_2 =$ nueve días

Factor B: Dosis

$b_1 =$ 400 gr/Ha

$b_2 =$ 500 gr/Ha

$b_3 =$ 600 gr/Ha

En el CUADRO No. 5, se observa el análisis de varianza efectuado para evaluar el efecto de los tratamientos a los 2 días después de la aplicación del insecticida biológico. No se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, de lo que se deduce que aún no se manifiestan los efectos de *Bacillus thuringiensis*, quedando confirmada la discusión que se hizo con respecto al cuadro No. 2.

Se observan en el CUADRO No. 6, los datos correspondientes al análisis de varianza efectuado para evaluar los efectos de los tratamientos biológicos a los 4 días después de aplicados.

No se encuentran valores estadísticamente significativos, de lo que se deduce que no existen diferencias estadísticas entre las tres distintas dosis aplicadas, ni entre los dos intervalos de aspersión.

La ausencia de valores significativos, no debe interpretarse suponiendo que a los 4 días el *Bacillus thuringiensis* aún no reduce las poblaciones larvarias, pues como se observa en el Cuadro No. 3 a los 4 días, el control efectuado por *Bacillus thuringiensis* es similar al control químico.

En el CUADRO No. 7, se tienen los valores del análisis de varianza efectuado para evaluar los efectos de los tratamientos biológicos a los 6 días después de ser aplicados.

Se tienen valores estadísticamente significativos para los tratamientos y para la frecuencia, no así para las dosis, ni para la interacción dosis por frecuencia.

Después de realizada la prueba de Tukey, observamos que los tratamientos 6 y 7, ambos, con intervalo de aspersión de 9 días, son estadísticamente superiores a los tratamientos 3, 4 y 5, con intervalo de aspersión de 6 días.

Entre las dosis no se manifestaron diferencias estadísticamente significativas, por lo que se deduce que todos ejercen el mismo control.

VI.2 Discusiones para la variable de rendimiento:

En el CUADRO No. 9, se tienen los valores del análisis de varianza efectuado a todos los tratamientos para la variable rendimiento.

Se observan efectos altamente significativos entre tratamientos ($F_c = 95.88$).

Realizada la prueba de Tukey, determinamos que los tratamientos 1 y 2 son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los demás. Ambos son los químicos, con los cuales, se utiliza la misma dosis y distinta frecuencia de aspersión (5 y 8 días); si estadísticamente son iguales entre sí, es preferible aplicar con intervalo de 8 días, con lo que se logra reducir el costo de producción y disminuyen los residuos tóxicos en los frutos.

El tratamiento No. 5, es el que mejor rendimiento produce de todos los biológicos, su dosis es de 600 gr/Ha y el intervalo de aspersión cada 6 días.

Los restantes tratamientos biológicos son estadísticamente iguales entre sí.

En el CUADRO No. 11, se observan los valores del análisis de varianza del factorial 3×2 para los tratamientos biológicos.

Existe significancia entre tratamientos, frecuencias y dosis, no así entre la interacción frecuencia por dosis.

Realizada la prueba de Tukey, se deduce que la dosis de 600 gr/Ha es la que proporciona mejores rendimientos; es superior

a las otras dos. Las dosis de 400 y 500 gr/Ha son estadísticamente iguales y producen similares rendimientos.

En cuanto a las frecuencias, observamos en la tabla de doble entrada que la Media producida por a₁ (6 días), es superior a la Media producida por a₂ (9 días), por lo tanto, se deduce que la frecuencia de 6 días, produce los más altos rendimientos.

Es muy importante indicar que durante el desarrollo del experimento, se notó la presencia de otros insectos, además del Lepidóptero en estudio, de estos, el que mayores efectos provocó fue la mosca blanca (*Bemisia tabaci*, que pertenece al orden Homóptera y a la familia Aleyrodidae. Como todos los insectos chupadores, *Bemisia tabaci* es vector de virus y se notaron los efectos de estos, pues, las plantas tratadas con el insecticida biológico en sus 3 distintas dosis, mostraron corrugamiento de las hojas, lo cual, incidió en que el rendimiento de tales tratamientos fuera inferior al de las plantas tratadas con el insecticida químico. Este efecto es debido a que el insecticida químico sí fue capaz de controlar la mosca blanca, mientras que el insecticida biológico no le provocó ningún daño.

Los resultados se observan en la rentabilidad obtenida por cada tratamiento y se indican en la siguiente tabla.

VI.3 Análisis económico:

Tratamiento No. 1

Producto de ventas (43750 lbs. a Q. 2.25 caja de 50 lbs.)	Q. 1969.75
Costo total de producción	Q. 1088.86
Ganancia neta por Mz.	Q. 879.89
Relación beneficio-costo	0.81
Rentabilidad por Mz.	81 o/o

Tratamiento No. 2

Producto de ventas (40838 lbs. por Q. 2.25	
caja de 50 lbs.)	Q. 1037.49
Costo total de producción	Q. 1036.00
Ganancia neta por Mz.	Q. 801.49
Relación beneficio-costo	0.77
Rentabilidad por Mz.	77 o/o

Tratamiento No. 3 y 4
(por ser estadísticamente iguales)

Producto de ventas (28778 lbs. por Q. 2.25	
caja de 50 lbs.)	Q. 1295.00
Costo total de producción	Q. 932.40
Ganancia neta por Mz.	Q. 362.61
Relación beneficio-costo	0.38
Rentabilidad por Mz.	39 o/o

Tratamiento No. 5

Producto de ventas (35194 lbs. a Q. 2.25	
caja de 50 lbs.)	Q. 1583.73
Costo total de producción	Q. 961.71
Ganancia neta por Mz.	Q. 622.02
Relación beneficio-costo	0.65
Rentabilidad por Mz.	65 o/o

Tratamiento No. 6

Producto de ventas (21389 lbs. a Q. 2.25 caja de 50 lbs.)	Q. 962.50
Costo total de producción	Q. 885.60
Ganancia neta por Mz.	Q. 76.90
Relación beneficio-costo	0.09
Rentabilidad por Mz.	8.68 o/o

Tratamiento No. 7

Producto de ventas (25083 lbs. a Q. 2.25 caja de 50 lbs.)	Q. 1128.74
Costo total de producción	Q. 906.82
Ganancia neta por Mz.	Q. 221.92
Relación beneficio-costo	0.24
Rentabilidad por Mz.	24 o/o

Tratamiento No. 8

Producto de ventas (26444 lbs. a Q. 2.25 caja de 50 lbs.)	Q. 1189.98
Costo total de producción	Q. 916.34
Ganancia neta por Mz.	Q. 273.64
Relación beneficio-costo	0.30
Rentabilidad por Mz.	23 o/o

Tratamiento No. 9

Producto de ventas (15167 lbs. a Q. 2.25 caja de 50 lbs.)	Q. 682.52
Costo total de producción	Q. 819.36
Ganancia neta por Mz.	Q. -136.84
Relación beneficio-costo	- 0.17
Rentabilidad por Mz.	- 17 o/o

VII. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos con insecticida químico, fueron superiores a los biológicos para las dos variables evaluadas, es decir, produjeron mayores rendimientos y mejor rentabilidad, y un mayor decrecimiento del número de larvas, por lo que se rechaza la primera hipótesis planteada.
2. Los tratamientos con insecticida químico, produjeron mayores rentabilidades, dado que este producto fue capaz de controlar la mosca blanca y las plantas no presentaron trastornos fisiológicos, influyendo esto en el incremento del rendimiento.
3. Entre los dos tratamientos con insecticida químico, no existen diferencias significativas en relación a las dos variables evaluadas.
4. Estadísticamente, la dosis de 600 gr/Ha, produjo rendimientos superiores a las dosis de 400 y 500 gr/Ha. De igual forma, el intervalo de aspersión de 6 días, es superior en cuanto a rendimiento al de 9 días, por lo tanto, se rechaza la segunda hipótesis planteada.
5. Entre las dosis de 400 y 500 gr/Ha, del insecticida biológico, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Produjeron similares rendimientos.
6. El testigo siempre mostró rendimientos inferiores a todos los tratamientos.

VIII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados observados en el presente ensayo, se recomienda:

1. Al utilizar el insecticida biológico, aplicar dosis de 600 gr/Ha.. cada 6 días.
2. Cuando sea utilizado el insecticida químico, asperjarlo cada ocho días, en lugar de cada cinco, con lo cual se reduce el costo de producción y los residuos tóxicos en los frutos de tomate.
3. Realizar investigaciones en las cuales se evalúe la efectividad de **Bacillus thuringiensis** en combinación con fungicidas, herbicidas y otros insecticidas.
4. Efectuar ensayos en esta región, que tengan como finalidad, determinar la adaptabilidad de nuevas variedades, ya que sin ser un objetivo de este ensayo, se determinó que la variedad utilizada, desconocida en estos lugares, provocó gran aceptación e interés por utilizarla.

IX. APENDICE

CUADRO No. 1

Conteo del número de larvas por tratamiento y bloque o repetición al momento de la aplicación (cero días), 2, 4 y 6 días después

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

CUADRO No. 2

Análisis de varianza para la variable decrecimiento del número de larvas a los dos días después de la aplicación de los tratamientos

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	Fc	F.01
Bloques	2	0.067			
Tratamientos	8	6.351	0.794	10.33**	3.89
Error	16	1.229	0.0768		
Total	26	7.647			

** altamente significativo
C.V. = 13.02 o/o

Prueba de Tukey:

$$W = .805$$

Tratamientos

2	a		
1	a	b	
6	a	b	c
7	a	b	c
4	a	b	c
5		b	c
8			c
3			c
9			c

CUADRO No. 3

Análisis de varianza para la variable decrecimiento del número de larvas a los 4 días después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.144			
Tratamientos	8	11.991	1.50	15**	3.89
Error	16	1.605	0.100		
Total	26	13.740			

** altamente significativo

C.V. = 11.2 o/o

Prueba de Tukey:

$W = .918$

Tratamientos

6	a		
7	a		
1	a		
4	a		
2	a		
8	a		
5	a	b	
3		b	
9			c

CUADRO No. 4

Análisis de varianza para la variable decrecimiento del número de larvas a los 6 días después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.562			
Tratamientos	8	10.224	1.461	17.81**	3.89
Error	16	1.154	0.082		
Total	26	11.94			

** altamente significativo

C.V. = 12.16 o/o

Prueba de Tukey:

W = .832

Tratamientos

6	a			
7	a	b		
2	a	b		
8	a	b	c	
4		b	c	
3			c	d
5			c	d
9				d

CUADRO No. 5

Análisis de varianza para el insecticida biológico para el
decrecimiento del número de larvas a los 2 días después de la
aplicación de los tratamientos

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.058			
Tratamientos	5	1.116	0.223	2.24NS	5.64
Dosis	2	0.435	0.218	2.19NS	7.56
Frecuencia	1	0.135	0.135	1.35NS	10.04
Dosis x Frec.	2	0.546	0.273	2.74NS	7.56
Error	10	0.995	0.0995		
Total	17	2.169			

$$F_c = 71.831$$

$$C.V. = 15.79 \text{ o/o}$$

Prueba de Tikey:

$$W = .68 \text{ con } 1 \text{ o/o de significancia}$$

Tratamientos

6	a
7	a
4	a
5	a
8	a
3	a

CUADRO No. 6

Análisis de varianza para el insecticida biológico para el
decrecimiento del número de larvas a los 4 días después de la
aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.227			
Tratamientos	5	3.708	0.742	2.97 ^{NS}	5.64
Dosis	2	0.6823	0.3412	1.36 ^{NS}	7.56
Frecuencia	1	1.637	1.637	6.55 ^{NS}	10.04
Dosis x Frec.	2	1.39	0.694	2.78 ^{NS}	7.56
Error	10	2.50			
Total	17	6.434			

$$F_c = 104.566$$

$$C.V. = 20.75 \text{ o/o}$$

Prueba de Tukey:

$$W = 1.07 \text{ con } 1 \text{ o/o de significancia}$$

Tratamientos

6	a	
7	a	
4	a	
8	a	
5	a	b
3		b

CUADRO No. 7

Análisis de varianza para el insecticida biológico para el decrecimiento del número de larvas a los 6 días después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.621			
Tratamientos	5	7.042	1.408	16.45**	5.64
Dosis	2	0.802	0.401	4.68 ^{NS}	7.56
Frecuencia	1	5.781	5.781	67.53**	10.04
Dosis x Frec	2	0.459	0.23	2.68 ^{NS}	7.56
Error	10	0.856	0.0856		
Total	17	8.519			

$$F_c = 90.481$$

$$C.V. = 13.05 \text{ o/o}$$

Prueba de Tukey:

$$W = .63$$

Tratamientos

6	a			
7	a	b		
8		b	c	
4			c	d
3				d
5				d

CUADRO No. 8

Rendimiento en kilogramos por tratamiento y por
repetición

BLOQUES					
Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{X}_t$
1	6.80	6.80	6.80	20.40	6.80
2	6.17	6.17	6.71	19.05	6.35
3	4.17	4.90	4.35	13.42	4.47
4	4.72	4.44	4.26	13.42	4.47
5	5.62	5.35	5.44	16.41	5.47
6	3.26	3.35	3.36	9.97	3.32
7	4.17	3.54	3.99	11.70	3.90
8	4.18	4.27	3.90	12.35	4.12
9	2.45	2.53	2.09	7.07	2.36
Total	41.54	41.35	40.90	123.79	

CUADRO No. 9

Análisis de varianza para rendimiento. Distribución en bloques al azar con 3 repeticiones

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F. 01
Bloques	2	0.02401			
Tratamientos	8	48.226346	6.028293	95.88**	3.89
Error	16	1.005924	0.0628702		
Total	26	49.25628			

** = altamente significativo.

C.V. = 5.46 o/o

Prueba de Tukey:

$$W = 0.728$$

Tratamiento

1	a			
2	a			
5		b		
3			c	
4			c	
8			c	
7			c	d
6				d
9				e

Entre tratamientos con igual letra no existe diferencia significativa al 0.05 o/o

CUADRO No. 10

Rendimiento en kilogramos por tratamiento y bloques o repetición

		B L O Q U E S			
Tratamiento		I	II	II	Total
6 días A ₁	3 (B ₁)	4.17	4.90	4.35	13.42
	4 (B ₂)	4.72	4.44	4.26	13.42
	5 (B ₃)	5.62	5.35	5.44	16.41
9 días A ₂	6 (B ₁)	3.26	3.35	3.36	9.97
	7 (B ₂)	4.17	3.54	3.99	11.70
	8 (B ₃)	4.18	4.27	3.90	12.35
Total		26.12	25.85	25.30	77.27

Tabla de doble entrada que muestra los rendimientos obtenidos por la interacción del factor A, días de intervalo y factor B, dosis

	B ₁	B ₂	B ₃	Total	Media
A ₁	13.42	13.42	16.41	43.25	7.21
A ₂	9.97	11.70	12.35	34.02	5.67

CUADRO No. 11

Los tratamientos del insecticida biológico constituidos
en un análisis de varianza para factorial 3 x 2.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F.01
Bloques	2	0.05822			
Tratamientos	5	7.728	1.54	23.33**	5.64
A	1	4.733	4.733	71.71**	10.04
B	2	2.50442	1.25	18.94**	7.56
AB	2	0.49058	0.24	3.64 ^{NS}	7.56
Error	10	0.66795	0.066		
Total	17	8.45417	0.4973		

** = altamente significativo.

NS = no significativo.

C.V.= 5.98 o/o

Prueba de Tukey:

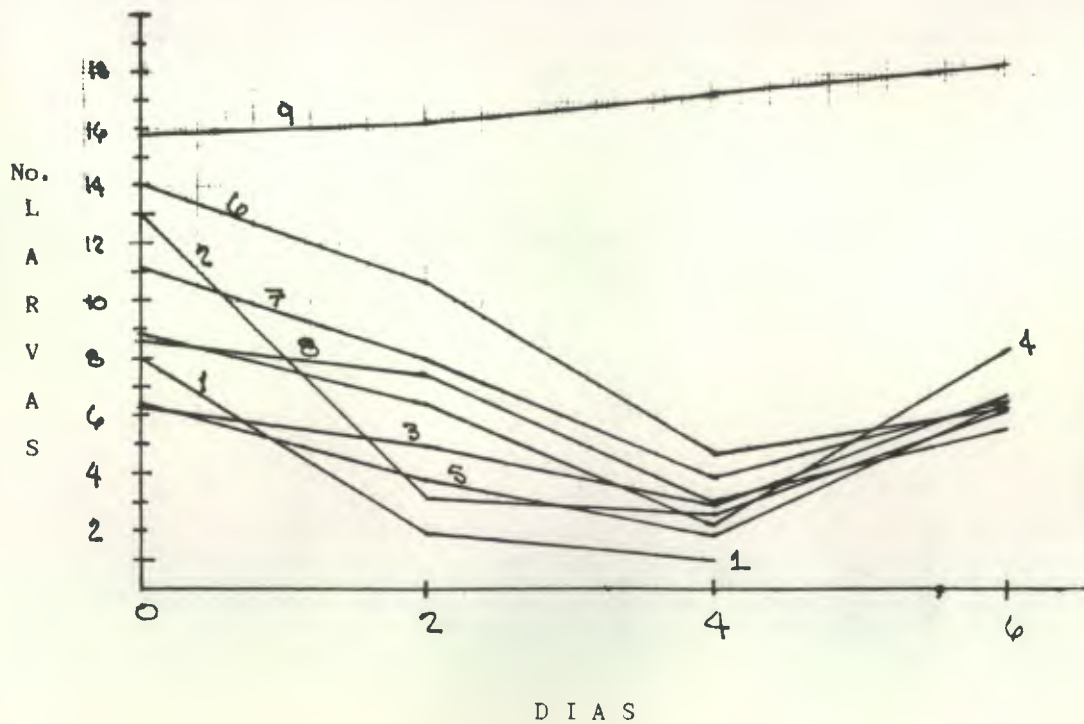
$$W = 0.55$$

B ₃	a	entre tratamientos con
B ₂	b	igual letra no existe di-
B ₁	b	ferencia significativa al
		0.01 o/o.

GRAFICA No. 1

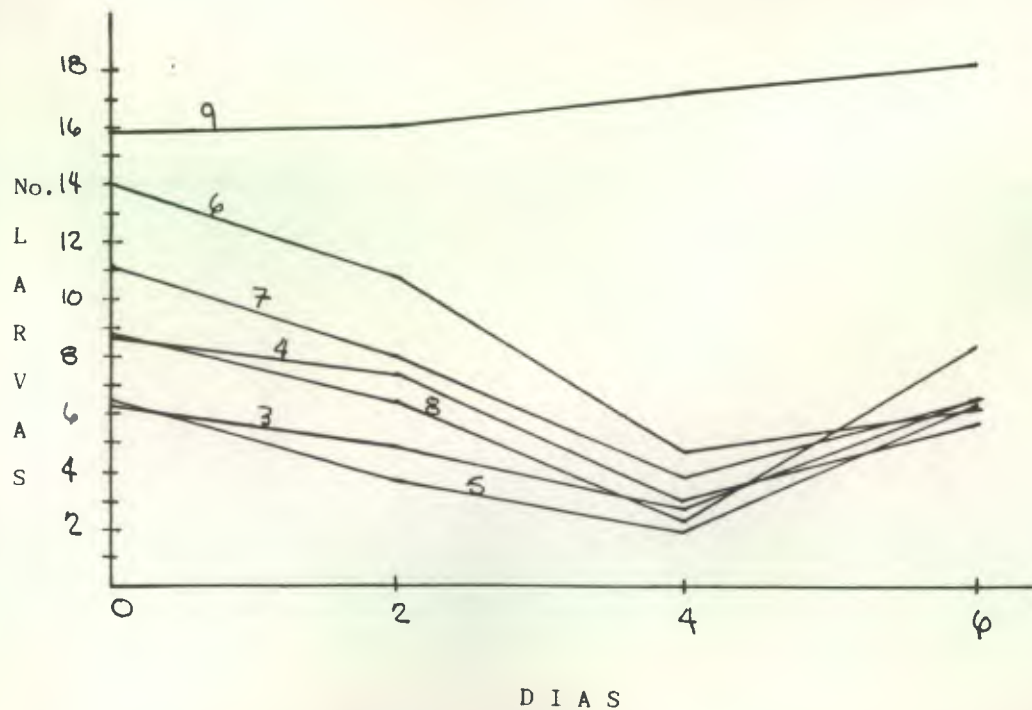
DECRECIMIENTO DEL NUMERO DE LARVAS POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS
A LOS 2, 4 Y 6 DIAS DESPUES DE APLICADOS LOS TRATAMIENTOS:

62



GRAFICA No. 2

DECRECIMIENTO DEL NUMERO DE LARVAS POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS
CON INSECTICIDA BIOLOGICO, A LOS 2, 4 y 6 DIAS DESPUES DE APLICADOS
LOS TRATAMIENTOS. SE COMPARA CON EL TESTIGO:



X. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERLINI, R. El cultivo del tomate. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1976. pp. 21-189.
2. BARRIOS GARCIA, E. A. Ensayos biológicos con *Bacillus thuringiensis*, Berliner y galecrón en el control de gusanos del repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. pp. 1-97.
3. COSTA, J. J.; MARGHERITIS, A. E. y MARSICO, O. J. Introducción a la terapéutica vegetal. Buenos Aires, Centro Regional de Ayuda Técnica, Hemisferio Sur, 1974. pp. 37-38; 88-92; 281-316.
4. GUATEMALA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS. FACULTAD DE AGRONOMIA. CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO. Boletín Biométrico. Guatemala, 1982. pp. 9-19.
5. ----- DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL Y CUARENTENA AGRICOLA. Guía práctica para el uso de pesticidas. Guatemala, 1979. pp. 5-28.
6. ----- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. PROGRAMA DE HORTALIZAS. Informe anual 1978-1979. Guatemala, 1979. 80 p.
7. ----- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registros climáticos. Guatemala, 1979. 138 p.
8. GUDIEL, V. M. Manual agrícola Superb. 1979-1980. Gua-

temala, Superb, 1980. pp. 140-151

9. GUNTHER, F. A. y JEPSON, L. R. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. México, Compañía Editora Continental, 1975. pp. 37-132.
10. LEÑANO, F. Hortalizas de fruto. Barcelona, De Vecchi, 1978. pp. 51-66.
11. LERENA GABARRETA, A. Enciclopedia de la huerta. Buenos Aires, Mundo Técnico, 1978. pp. 119-123.
12. MANEJO y control de plagas de insectos. México, Limusa, 1978, V. 3. pp. 189-213.
13. REYES CASTAÑEDA, P. Diseños de experimentos aplicados México, Trillas, 1980. pp. 48-61; 84-88; 104-120.
14. TAMARO, D. Manual de horticultura. Madrid, España, Gustavo Gili, 1977. pp. 371-393.
15. TAMARON 600. Guatemala. Servicio Técnico Bayer. s. f. 1 p.
16. VELASCO CHANG, N. Uso del *Bacillus thuringiensis*, Berliner asociado con piretroides y endosulfan en el control de *Pieris monuste*, *Trichoplusia ni*, en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* var. botritis). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. pp. 1-54.

OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS:

17. Boletines técnicos sobre BACTOSPEINE, insecticida biológico, publicados por Instituto Pasteur, laboratorios Reger Bellon y Refflor. Paris, 1979 - 1980.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Anexo

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis