


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



"EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y EN EL DAÑO CAUSADO AL FRUTO POR Heliothis zea Boddie EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller) EN SALAMA, BAJA VERAPAZ."

RONY CHALI RAMOS  
CARNET 9620160  
GUATEMALA, AGOSTO DE 2002.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN  
PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y EL DAÑO CAUSADO AL FRUTO  
POR Heliothis zea Boddie EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller) EN  
SALAMA BAJA VERAPAZ

TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



POR  
RONY HANLEY CHALI RAMOS

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, agosto de 2002.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO  
VOCAL PRIMERO  
VOCAL SEGUNDO  
VOCAL TERCERO  
VOCAL CUARTO  
VOCAL QUINTO  
SECRETARIO

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello  
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle  
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz  
Br. Wener Armando Ochoa Orozco  
Br. Axel Aureliano Herrera Pérez  
Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, agosto de 2002

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y EL DAÑO CAUSADO AL FRUTO POR Heliothis zea Boddie EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller) EN SALAMA BAJA VERAPAZ**

Presentado como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola , en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación aprovecho la ocasión para suscribirme de ustedes

Atentamente

Rony Hanley Chali Ramos

## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS: Por ser fuente de sabiduría y amor. Sin su ayuda nunca hubiera llegado a nada.
- MARIA: Madre de Jesucristo y madre mía, gracias por tanto amor.
- MIS PADRES: Santos Chalí y Olga Ramos.  
Quienes con mucho amor, esfuerzo y sacrificio me llevaron hasta la meta que hoy alcanzo. Este triunfo no solo es mío, también es de ellos.
- MIS HERMANOS: Ignacio y Fausto.  
Por su apoyo, mil gracias.
- MIS ABUELOS: Jorge Chalí y Bárbara Cutzal  
Pedro Ramos y Delia Pérez  
Por su cariño y ternura.
- MIS SOBRINOS: Suzelly, Juanjo, Carlos Adrián y Luis Fernando.  
Les deseo lo mejor en su vida futura.
- MIS TIOS: Con respeto y admiración.
- MIS PRIMOS: Por la amistad y cariño entre nosotros.
- MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Ligia, Lili, Byron Camposeco, Jorge Guicoy, Midia Escobar, Erica García (Keka), Rubén Zaldaña, Jessica Monzón, Víctor Mux, Carlos Cruz, por mencionar algunos.  
Éxitos en su vida profesional y le pido a Dios que seamos amigos y compañeros por siempre.
- MIS AMIGOS: Scarleth (mi niña linda), Carolina López, Chochy, Aparicio, Luis (Pelón), Checha, Rosario, Sonia, Magnolia, Cinthian, Irene (La Chiquis), Luis Fernando, Brenda, Mayra, Mario, Franco, Roxana, Luis Felipe López y otros que por alguna razón no he mencionado.  
Gracias por su amistad y apoyo y por estar conmigo siempre, aún en los momentos más difíciles.

## TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA: País bello y fraternal, del cual me siento orgulloso.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE AGRONOMIA.

MIS CENTROS DE ESTUDIOS: \* Escuela Nacional Central de Agricultura, de Bárcenas.  
\* Instituto de Investigación y Enseñanza Agrícola.  
\* Escuela de Formación Agrícola "EFA" de San Marcos.  
\* Escuela Oficial Rural Mixta de Tocache, San Pablo, S.M.

MIS PROFESORES: Que me han transmitido sus enseñanzas y consejos.

BAYER S.A. DIVISIÓN PROTECCIÓN DE CULTIVOS.

LA SECCION SOCIOECONÓMICA DE BIENESTAR ESTUDIANTIL UNIVERSITARIO.

LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA, quienes diariamente con su trabajo sagrado alimentan al mundo.

LA MUJER: Regalo mas lindo que Dios nos ha dado, quienes aparte de traernos al mundo, también traen dicha y felicidad a nuestro lado, por eso merecen de nosotros respeto, admiración y el buen trato con que siempre han soñado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

MI ASESOR: Ing. Alvaro Hernández.  
Por sus valiosos aportes y asesoría para la realización de la presente tesis.

MI SUPERVISOR: Ing. Fredy Hernández Ola.  
Por su apoyo y orientación durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

LA DIVISIÓN PROTECCIÓN DE CULTIVOS DE BAYER:  
Por permitirme realizar la fase de campo de este trabajo y el Ejercicio Profesional Supervisado en tan prestigiosa empresa.

JUAN CARLOS GONZALES:  
Por su amistad, compañerismo y apoyo durante la fase de campo de esta tesis y del EPS.

DON JULIO Y HERMELINDO ASCENCIO:  
Por darme la oportunidad de realizar este ensayo en sus campos de cultivo.

AL PUEBLO DE GUATEMALA:  
Quienes con sus impuestos financiaron mis estudios universitarios.

**A TODOS ELLOS, MIL GRACIAS**

## INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
1. INTRODUCCIÓN	01
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	02
3. MARCO TEORICO	03
3.1. Marco conceptual	03
3.1.1. Generalidades del cultivo	03
3.1.2. Gusano barrenador del fruto.	04
3.1.3. El manejo integrado de plagas	05
3.1.4. Control biológico	08
3.1.5. Control microbiano de plagas	09
3.1.5.1. <u>Bacillus thuringiensis</u> Berliner	11
3.1.5.2. El Virus de la Poliedrosis Nuclear	14
3.1.5.3. El producto Spinosad	16
3.2. Marco referencial	20
3.1.1. Descripción del lugar	20
3.1.2. Descripción del material vegetal	20
4. OBJETIVOS	21
5. HIPÓTESIS	22
6. METODOLOGÍA	23
6.1. Descripción de los tratamientos	23
6.2. Diseño experimental	24
6.2.1. Tamaño de bloques	24
6.2.2. Tamaño de la parcela bruta	24
6.2.3. Tamaño de la parcela neta	24
6.2.4. Número de parcelas	25
6.3. Variables de respuesta	25
6.4. Análisis de la información	25
6.4.1. Análisis estadístico	25
6.4.2. Análisis económico	26
6.4.3. Análisis gráfico	26

6.5.	Manejo agronómico	27
6.5.1.	Preparación del terreno	27
6.5.2.	Transplante	27
6.5.3.	Fertilización	27
6.5.4.	Control de enfermedades	27
6.5.5.	Control de plagas	27
6.5.6.	Control de malezas	27
6.5.7.	Colocación de tutores	28
6.5.8.	Riegos	28
6.5.9.	Cosecha	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1.	Número de frutos dañados de tomate	29
7.1.1.	Análisis simple de varianza	29
7.1.2.	Análisis de varianza factorial	31
7.2.	Rendimiento del tomate en kg/parcela neta	34
7.2.1.	Análisis simple de varianza	34
7.2.2.	Análisis de varianza factorial	36
7.3.	Número de plantas viróticas	38
7.4.	Análisis económico de los distintos tratamientos	40
8.	CONCLUSIONES	42
9.	RECOMENDACIONES	43
10.	BIBLIOGRAFÍA	44
11.	APÉNDICE	46

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Descripción de los tratamientos utilizados en esta evaluación	23
Cuadro 2A	Productos utilizados en el cultivo del tomate.	47
Cuadro 3.	Número de frutos dañados por <u>Heliothis zea</u> por parcela neta	29
Cuadro 4.	Análisis de varianza para la variable Frutos dañados de tomate Por cada 10 plantas muestreadas	29
Cuadro 5.	Prueba de tukey para el Número de frutos dañados de tomate por cada 10 plantas muestreadas por parcela neta.	30
Cuadro 6.	Análisis de varianza factorial para el número de frutos dañados de tomate por <u>Heliothis Zea</u> por parcela neta	31
Cuadro 7.	Prueba de medias para el factor Productos biológicos del número de Frutos dañados de tomate por parcela neta	31
Cuadro 8.	Rendimiento total de frutos sanos expresado en kg por parcela neta	34
Cuadro 9.	Análisis de varianza para la variable rendimiento de frutos sanos de Tomate, expresado en kg/parcela neta	34
Cuadro 10.	Prueba de tukey para la variable rendimiento de fruto sano de tomate Expresado en kg/parcela neta	35
Cuadro 11.	Análisis de varianza factorial para el rendimiento de fruto sano de Tomate, expresado en kg/parcela neta	36
Cuadro 12.	Número de plantas viróticas de tomate por parcela neta	38
Cuadro 13.	Análisis de presupuestos parciales para todos los tratamientos en el Control de gusanos del fruto de tomate	40
Cuadro 14.	Análisis de dominancia para todos los tratamientos en el control de Gusanos del fruto del tomate	40
Cuadro 15.	Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.	41

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 3. Número de frutos dañados de tomate por parcela neta en Salamá Baja Verapaz	33
Figura 4. Rendimiento medio de fruto sano de tomate en kg/parcela neta por tratamiento, en Salamá, Baja Verapaz	37
Figura 5. Promedio de plantas viróticas de tomate por parcela neta en Salamá, Baja Verapaz	39
Figura 1 A. Aleatorización de los tratamientos en el campo	48
Figura 2 A. Tamaño de la unidad experimental y parcela neta.	49

**EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y EL DAÑO CAUSADO AL FRUTO POR Heliothis zea Boddie EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller) EN SALAMA BAJA VERAPAZ**

**EVALUATION OF THREE BIOLOGICAL PRODUCTS AND THREE APPLICATION FREQUENCIES TO DETERMINATE THE EFFECTS ON PRODUCTION AND THE FRUITS DAMAGE MADE BY Heliothis zea Boddie OVER TOMATOES GROWTHS (Lycopersicon esculentum Miller) IN SALAMA, BAJA VERAPAZ.**

**RESUMEN**

Actualmente existe relevancia de los productos de origen biológico, para el control de diversas plagas dañinas para los cultivos agrícolas. La evaluación se realizó en Salamá, Baja Verapaz en el período Octubre de 1999 a febrero de 2000. Se evaluaron tres productos biológicos: Bacillus thuringiensis, Virus de la Poliedrosis Nuclear y el Spinosad, para controlar el complejo de gusanos del fruto del tomate, aunque fue el Heliothis zea Boddie el que se presentó durante la evaluación.

Se evaluaron también tres distintas frecuencias de aplicación: A cada 3, 5 y 7 días. Se integraron al ensayo 2 testigos, uno absoluto, al cual no se le aplicó ningún producto para el control de gusanos, y uno relativo o testigo del agricultor.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al azar, con arreglo bifactorial combinatorio, con 11 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables de respuesta fueron: Rendimiento de fruto sano, número de huevos y de larvas de Heliothis zea, y número de frutos dañados de tomate por el gusano del fruto.

El mayor rendimiento se obtuvo con el producto Spinosad aplicado a cada 5 días, a una dosis de 60 gramos de producto comercial (Trazer 48 SC) por hectárea, fue también el que presentó el menor número de frutos dañados y las mayores tasas de retorno marginal se obtuvieron con Spinosad aplicado con un intervalo de 5 días (771%) y el Bacillus thuringiensis aplicado a cada 7 días, a una dosis de aplicación de 1.25 litros de producto comercial (BST-88) por hectárea (333%)

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate es considerado de importancia en Guatemala, cultivándose alrededor de 9600 hectáreas en los diferentes lugares y épocas del año, lo que se convierte en una fuente valiosa de ingresos para muchas familias (9).

El problema de las plagas y enfermedades cobra relevancia en la producción del tomate. Dentro de las plagas mas comunes se encuentra el complejo de gusanos del fruto, que son las que causan mas daño directo (Heliothis y Spodoptera). En Panamá y Costa Rica se encontró que estos insectos causaron reducciones en el rendimiento del tomate de hasta el 10%; sin embargo en Guatemala se ha determinado que el daño a alcanzado de 20 hasta 40% (19).

Debido a la importancia de estas plagas, y con el afán de incrementar los rendimientos, los agricultores realizan el control de plagas basado mas que todo en diferentes insecticidas químicos, muchas veces utilizados inadecuadamente, lo que repercute en la economía y produce un efecto dañino al medio ambiente y la salud del hombre (10).

Las razones anteriormente descritas obligan a buscar nuevas alternativas de control de las larvas del fruto por medio del control biológico, por ser éste económico, no daña el ambiente y la salud humana, además su aplicación es relativamente fácil.

Por los anteriores motivos se realizó la evaluación de productos biológicos para el control del complejo de gusanos del fruto del tomate (Lycopersicon esculentum Miller), evaluando también distintas frecuencias de aplicación, con el objeto de proporcionar a los agricultores un control eficiente, económico y seguro de dichas plagas.

Esta investigación se realizó en el valle de Salamá, región en la cual el tomate es el cultivo mas importante en cuanto a la relación costo beneficio. Mediante este ensayo, se pudo determinar que los productos biológicos ayudan a controlar las larvas de Heliothis sp., además de ser rentables y también son compatibles con el medio ambiente.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fruto del tomate para ser comercial, debe ser de buena calidad, lo que incluye buen tamaño, color, y un aspecto muy importante: libre de daño de plagas y enfermedades. En Costa Rica, los frutos dañados por plagas llegan a disminuir el rendimiento hasta en un 40%, además el control incrementa los costos de producción en un 30% (9).

Heliothis sp. y Spodoptera sp. causan su mayor daño a los frutos de tomate en estado larvario. Estas especies perforan los frutos de tomate y estos se pudren a consecuencia de la entrada de patógenos. Los frutos dañados por Heliothis se caen en menos de 4 semanas (5).

Para evitar pérdidas por daños al fruto ocasionados por estas plagas, los agricultores utilizan varios productos químicos, muchas veces de forma inadecuada, lo que produce daños al medio ambiente y a la salud humana, creando también resistencia en los insectos a los químicos, y provocando el apareamiento de plagas secundarias.

Existe poca información sobre alternativas no químicas para controlar eficazmente las plagas ya mencionadas, por el cual el estudio pretendió contribuir a generar información acerca del control biológico, que ayude a disminuir el exceso en el uso de productos químicos.

Con este ensayo, se logró determinar que también los insecticidas biológicos pueden ayudar a combatir los gusanos del fruto del tomate, para no depender solamente de los insecticidas químicos, y mediante la integración de estos productos microbianos a los programas de control de plagas, se disminuirá también problemas como la contaminación ambiental, destrucción de enemigos naturales, problemas de toxicidad, entre otros, por lo que es recomendable la utilización de estos productos biológicos en la agricultura.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. Generalidades del cultivo

El tomate (Lycopersicon esculentum Miller) es una planta que pertenece a la familia de las solanáceas, originaria de América. Forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales. En algunas variedades el tallo se prolonga por un pequeño número de nudos solamente, esto sucede en las llamadas variedades de crecimiento determinado. Las hojas son alternas, bien desarrolladas, compuestas, relativamente grandes, con folíolos anchos en algunas variedades y mas o menos angostas en otras, tienen pelos glandulares que cuando se rompen liberan el olor característico de la planta, siendo éste provocado por un aceite volátil (alcaloide) que se llama Tomatina (12).

Entre la floración y la maduración del fruto transcurren 45 a 55 días y de 90 a 120 días desde el semillero hasta la cosecha. De acuerdo a su maduración, se puede clasificar al tomate en tres tipos: Precoz de 65 a 80 días; tardío de 85 a 100 días; intermedio de 75 a 90 días, para que se pueda iniciar la cosecha (21).

Los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo del tomate, son la temperatura y la intensidad de la luz. Se puede generalizar un rango de buenos rendimientos entre los 16 a 25 °C, no fructifica cuando la temperatura pasa de los 28 °C, el crecimiento disminuye cuando se registran temperaturas inferiores a 10°C. El tomate es un cultivo que no soporta heladas. Se desarrolla mejor en alturas comprendidas entre los 0 a 1500 msnm (21).

El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelos, prefiriendo los franco arcillosos y francos, ricos en materia orgánica, bien drenados y con un pH de 6 a 7. Si el pH está debajo de 5 es necesario hacer encalado, y si se encuentra por encima de 6.8 provoca la disminución del rendimiento (12).

### 3.1.2. El Gusano barrenador del fruto del tomate.

#### 3.1.2.1. Taxonomía.

Clase	Insecta
Orden	Lepidóptera
Familia	Noctuidae
Género	<u>Heliothis</u>
Especie	<u>Heliothis zea</u> Boddie.

#### 3.1.2.2. Morfología

Es conocido como Gusano bellotero del algodón o gusano del fruto del tomate. El gusano verde, café pardo o rosado con rayas indefinidas longitudinales, alcanza 4 centímetros de largo (7).

#### 3.1.2.3. Importancia económica.

Los estudios de la plaga demuestran que es cosmopolita considerada polífaga. Se conocen más de 70 plantas hospederas frecuentadas por ella. Los agricultores que cultivan tomate en el Sur de los Estados Unidos, pierden aproximadamente 15 millones de dólares cada año, a causa de los estragos que hace dicha plaga. En Guatemala esta plaga ocasiona severos daños al fruto del tomate disminuyendo el rendimiento del cultivo en un 20 al 40% (9).

#### 3.1.2.4. Biología.

La forma adulta del gusano del tomate es una palomilla. Las otras etapas de desarrollo de su ciclo vital son: huevo, larva, y pupa. Las hembras adultas depositan nocturnamente huevos, de uno a uno en las plantas de tomate, generalmente sobre las hojas. En un lapso de 4 a 6 días, las larvas abandonan los huevos (en esta etapa se les denomina gusanos), y empiezan a alimentarse de inmediato a expensas del follaje. En uno o dos días, el gusano desciende por los tallos y penetra en los frutos (8, 16).

Los gusanos alcanzan su máximo desarrollo en 20 días. Posteriormente se dejan caer o se arrastran hasta el suelo, se ocultan a una profundidad que varía de 2.5 a 7.5 cm. Se transforman en pupas, que posteriormente se convierten en adultos. En el estado de pupa dura dos semanas como mínimo. Los adultos salen del suelo e inician un nuevo ciclo de vida: se aparean y las hembras depositan los huevos (8, 16).

#### 3.1.2.5. Ecología.

Esta plaga está ampliamente distribuida en todos los climas, considerándose una plaga a nivel mundial, pues se encuentra en áreas donde se siembra algodón, tomate, maíz, tabaco, ornamentales. Además tiene una gran cantidad de hospederos, que se cultivan en nuestro medio (3).

#### 3.1.2.6. Daños.

En el cultivo del tomate, los gusanos se pueden alimentar al principio de las hojas y eventualmente al encontrar el camino al fruto penetra a este. A menudo entran por debajo del cáliz produciendo una cavidad acuosa contaminada con heces y desechos de piel (procedentes de la muda). Las heridas del fruto del tomate comúnmente se encuentran infectadas por hongos y fermentos, así frutos dañados tempranamente se pudren antes de la cosecha. El daño de Heliothis zea Boddie no siempre puede ser distinguido del daño del gusano soldado (Spodoptera sunia), aunque el daño de esta última es usualmente seco y poco profundo (9). Heliothis zea hace agujeros profundos en los frutos del tomate, que le sirven de alimento (22). Por lo general una sola larva devora cuatro a cinco frutos. Ataca el follaje pero daña principalmente a los frutos verdes en desarrollo, dejando cavidades circulares generalmente cerca del pedúnculo (7).

#### 3.1.3. Manejo Integrado de Plagas de insectos.

El Manejo integrado de plagas es un método ecológicamente orientado, que utiliza diversas técnicas de control, combinadas armónicamente en un sistema integral de manejo de plagas. Para que alcance la máxima eficacia, deben establecerse y conocerse los niveles económicos de daño

para determinar en qué momento deben iniciarse las aplicaciones de control. Al mismo tiempo, se hace todo lo posible para preservar agentes de mortalidad bióticos existentes en estado natural, tales como parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Cuando se necesitan procedimientos de control artificial (por ejemplo aplicaciones de plaguicidas químicos, liberación de parasitoides, aplicaciones de virus de insectos), se emplean del modo más selectivo que sea posible únicamente cuando su empleo está justificado desde el punto de vista económico y ecológico (14).

El objetivo final del manejo integrado de plagas, es producir los máximos beneficios, con costo mínimo, teniendo en cuenta los aspectos ecológicos y sociológicos existentes en cada ecosistema y la conservación a largo plazo del medio ambiente (14).

#### 3.1.4.1. Establecimiento del Sistema de Manejo Integrado:

El desarrollo ordenado y adecuado de los programas de manejo integrado, exige un buen fundamento científico y el desarrollo de la información en los aspectos siguientes (14) :

- a) La biología general, comportamiento, fenología y distribución de las principales plagas.
- b) Niveles de población de plagas que pueden ser toleradas, sin pérdidas importantes.
- c) Los principales factores de mortalidad natural que regulan la abundancia y dinámica de la población de las plagas.
- d) Tiempo y lugar ocurrencia y la significación de los principales depredadores, parasitoides y entomopatógenos
- e) El impacto de los procedimientos de manejo sobre las plagas, así como sobre los factores de mortalidad natural y el ecosistema general.

La aplicación satisfactoria del manejo integrado de plagas, exige personal convenientemente capacitado a todos los niveles. En la fase de desarrollo del programa, se necesitan especialistas que conozcan bien la biología y la ecología de los factores involucrados (planta, plaga, entomopatógenos, etc.), y que sean receptivos a los nuevos métodos de manejo integrado de plagas. Por ello hoy, hay que recalcar que los programas de manejo integrado de plagas, se desarrollan con lentitud, generalmente a base de un proceso escalonado y la complejidad del programa surge lentamente (14).

#### 3.1.4.2. Principios del Manejo Integrado de Plagas:

Hernández (18) señala que el manejo integrado de plagas (MIP), es la selección, integración e implementación del control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológica y sociológica predecibles.

Los principios básicos del MIP son los económicos, los ecológicos y los sociales. Estos principios se basan e incluyen fundamentos que forman la estructura MIP, los cuales se resumen a continuación:

- La integración de disciplinas( Entomología, Estadística y Fitopatología)
- La integración de estrategias(objetivos) y tácticas(métodos de control)
- La existencia y conservación del control natural.
- El conocimiento del sistema de producción
- El entendimiento del contexto socioeconómico y político.

Debe señalarse que los cultivos son la fuente principal de subsistencia y fuente de ingresos de los agricultores. Por lo tanto cada cultivo de ser visto como un proyecto de inversión que genera ganancias económicas a corto plazo.

Lo anterior demanda en cada cultivo una planificación detallada de las plagas principales a controlar, época más oportuna de manejar plagas y compra de insumos. Esto conlleva hacer uso de todas las prácticas agronómicas, de todos los métodos de control y seleccionar muy bien los agroquímicos (18).

#### 3.1.4.3. Métodos de Control.

Hernández (18) señala que los distintos métodos de control de plagas se conocen como Tácticas del Manejo Integrado de Plagas. Las tácticas son herramientas importantes para cumplir con objetivos o metas denominadas Estrategias del MIP. Los distintos métodos de control son:

1. Control Biológico: El uso de enemigos naturales, tales como depredadores, parasitoides, entomopatógenos, etc.
2. Control Cultural: Prácticas agrícolas que modifican el ambiente de las plagas.
3. Control Físico: Uso de luz, sonido, refrigeración, calor, para controlar plagas agrícolas.
4. Control Mecánico: Uso de maquinaria, herramienta o malla metálica de contención, uso de polietileno, etc.
5. Control Legal: Aplicación de decretos, reglamentos y leyes para el control de plagas.
6. Control Autocida: Uso de radiación para esterilización, como Cobalto 60 o Cesio 137.
7. Control Fitogenético: Uso de plantas o variedades resistentes o tolerantes a plagas.
8. Control Etológico: Es el uso de feromonas sexuales o semiquímicos que atraen a las plagas a ciertos sitios de captura.
9. Control Químico: Es el uso de agroquímicos en la agricultura.

El uso de más de una táctica garantiza mejor el control de plagas, por lo que es importante su conocimiento y también su aplicación en los cultivos agrícolas. De estas prácticas el control biológico juega un papel muy importante en la agricultura de Guatemala.

#### 3.1.5. Control Biológico de plagas insectiles:

" Es la regulación, por medio de enemigos naturales de la densidad de la población de otro organismo a un promedio menor del que existiera en ausencia de tales enemigos" (11). Esta definición referida a especies de insectos, es la forma de presentar el control biológico natural que tiene un enfoque ecológico, sin intervención del hombre. Cuando el hombre usa los enemigos naturales insectiles da lugar al control biológico aplicado.

El hombre se ha visto en la necesidad de buscar y descubrir insectos exóticos que se alimentan de otros insectos, de transportarlos, criarlos y establecerlos en lugares lejanos a su origen, dando lugar al Control Biológico Clásico. Por otro lado el uso y cultivo de entomopatógenos se ha denominado Control Microbiano. Sin embargo el manejo de enemigos naturales insectiles o enemigos naturales entomopatógenos cae dentro del campo del control biológico (17).

### 3.1.5.1. Limitaciones para usar el control biológico de plagas en Guatemala.

Las principales limitaciones que se tiene en Guatemala para este control son los siguientes (13):

- a) Carencia de suficiente personal debidamente preparado para impulsar programas de alcance nacional.
- b) Poca disponibilidad de elemento (cepas de hongos, bacterias, insectos, virus, etc.) para el control biológico a escala comercial.
- c) Falta apoyo de las universidades y del sector público en programas de investigación para fomentar la aplicación del control biológico.
- d) Fuerte presión de las casas vendedoras de plaguicidas químicos para disuadir a los agricultores de aplicar el control biológico.
- e) Falta capacitación de sus extensionistas agrícolas y programas de transferencia tecnológica para impulsar el control biológico.
- f) Falta líneas de crédito para financiar la producción industrial de agentes de control biológico en el país
- g) Poca iniciativa de los inversionistas y empresarios para desarrollar empresas ligadas al control biológico.

### 3.1.6. Control microbiano de plagas insectiles.

#### 3.1.6.1. Definición.

El control microbiano de las plagas es parte del control biológico. En este se utilizan los microorganismos entomopatógenos como agentes de control de las plagas agrícolas (6).

Muchos hongos, bacterias y virus causan enfermedades que debilitan a una gran cantidad de plagas que atacan a los cultivos. Este tipo de microorganismos beneficiosos ofrecen algunas veces un control extraordinario sin la intervención del hombre, presentando además especificidad a ciertas especies plaga, lo que ayuda a preservar a los enemigos naturales de las plagas. Sin embargo este tipo de epidemias no ocurren en forma tal que ya no haya que preocuparse más por

las plagas, por lo que hay que ayudar a la naturaleza y producir entomopatógenos en forma masiva para controlar una plaga determinada (6, 11).

La utilización de entomopatógenos para el control de insectos depende de la biología y características tanto de los insectos huéspedes, microorganismos patógenos, así como del ambiente. Bucher tomado de Bach (11) afirma que las poblaciones grandes de insectos son más susceptibles a las epizootias que las que presentan bajas densidades de población.

#### 3.1.6.1. Ventajas del control microbiano.

Las principales ventajas del control microbiano son las siguientes (11) :

1. Son específicos para el insecto que se desea atacar.
2. La mayor parte de microorganismos entomopatógenos son inofensivos a vertebrados u otros.
3. No dejan residuos tóxicos.
4. Ejercen poca influencia en el ambiente, por lo cual los brotes de plagas secundarias son en menor escala.
5. Muchos entomopatógenos son compatibles con parasitoides y depredadores.
6. Pueden proporcionar un control a largo plazo.
7. Muchos entomopatógenos son compatibles con una gran variedad de plaguicidas químicos y otros aditivos.
8. Pueden ser fácilmente distribuidos con un equipo convencional de rociar.

#### 3.1.6.2. Desventajas del control microbiano:

El control microbiano tiene las siguientes desventajas (11) :

1. La especificidad es grande, por lo tanto no hay control de otras plagas de insectos.
2. Algunos entomopatógenos o sus subproductos son nocivos a vertebrados.
3. Es necesario saber cuando se debe de aplicar, que las condiciones ambientales deben ser favorables para el entomopatógeno.
4. Es necesario que exista una buena cobertura de la planta, debido a que la mayoría de los entomopatógenos deben ser ingeridos para causar enfermedad.

5. El tiempo de infección hasta causar la muerte, frecuentemente es largo, y por lo tanto el insecto infectado continúa causando daño.
6. El período de almacenamiento de muchos entomopatógenos no es muy largo.
7. La virulencia y la patogenicidad pueden perderse no es muy largo.
8. El cadáver del insecto en plantas, no es estéticamente aceptable.

### 3.1.6.3. Bacillus thuringiensis, Berliner.

#### 3.1.6.3.A. Generalidades.

Esta bacteria se incluyen en el orden Eubacteriales, pertenecen a la familia Bacillaceae, el género Bacillus. Esporógenos gram-positivos, células en general grandes y a veces dispuestas en cadenas grandes (10).

#### 3.1.6.3.B. Virulencia.

En varias pruebas realizadas por Steinhaus (1960), citado por De Bach (11), con el gusano de seda, el y/o la variedad Bacillus thuringiensis var. Thuringiensis, fue ligeramente virulenta. Le sigue en virulencia de las variedades anteriores Bacillus thuringiensis var. Sotto, Bacillus thuringiensis var. Entomocidus y la variedad original de Mattes, Bacillus thuringiensis variedad Thuringiensis.

#### 3.1.6.3.C. Modo de acción de Bacillus thuringiensis, Berliner.

Existen por lo menos tres formas diferentes de acción, por las cuales la bacteria puede matar al insecto. Estas fueron aclaradas por Heimpel y Angus (1959) quienes las designaron como tipos I, II, III (1).

Tipo I: A los cinco o veinte minutos después de la ingestión del bacilo esporulado, hay una parálisis del intestino medio, después de una a siete horas, sucede una parálisis general de todo el insecto, la cual va acompañada por un incremento en el pH de la sangre de uno a uno punto cinco, lo que indica que hay una filtración de material alcalino del intestino a la sangre.

Tipo II: Los insectos, por ejemplo los géneros: *Malacosoma*, *Anisota* y *Nymphalis*, no sufren incremento en el pH, pero hay parálisis del intestino y muere a los dos o cuatro días con una parálisis general. No muere por la toxina en ausencia de esporas, como el caso de los tipos anteriores. Parece ser que la espora debe germinar (en presencia de las toxinas) y crecer en el intestino medio. La mayoría de especies susceptibles son Lepidópteros, pero ciertos Dípteros, Hymenópteros y Coleópteros, pueden ser susceptibles cuando reciben grandes dosis de esporas.

Heimpel, citado por Barrios, dice que actualmente se han encontrado entidades tóxicas en cultivos de *Bacillus thuringiensis* y denominadas Exotoxina alpha, Exotoxina betha, Exotoxina gamma y Endotoxina delta (3).

La Exotoxina betha es un nucleótido de bajo peso molecular, estable al calor y soluble en agua, se reporta que es una toxina mortal para Dípteros y algunas veces es activa aún por contacto superficial (3).

La endotoxina deltha, ha sido conocida como un cristal protéico. Es insoluble en agua o solventes orgánicos, pierde su actividad biológica con compuestos desnaturizantes de proteínas. Es quizá una de las más estudiadas, y con el cual se ha encontrado mucha aplicación en el control de los insectos, especialmente de Lepidópteros (3).

La Exotoxina alpha, conocida como fosfolipasa C. Una enzima que produce la célula en desarrollo y que destruye los fosfolípidos esenciales en la celda del insecto (11) .

La bacteria penetra al insecto principalmente por ingestión y ocasionalmente por heridas en la cutícula. Las larvas susceptibles poseen en el sistema digestivo una combinación de pH, sales y enzimas, necesarias para descomponer y activar los cristales altamente insolubles del bacilo, al pH alcalino del intestino (mayor de 7.0), causa la disolución de los cristales en componentes tóxicos (11) .

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

Las lesiones causadas en la pared intestinal puede ser de la larva, o pueden dar origen a cambios internos que permiten el crecimiento del bacilo y otros organismos, produciendo una septicemia. Los daños en el sistema digestivo de la larva, impiden que ésta siga alimentándose y la combinación del escape intestinal, la falta de alimentación y la septicemia, generalmente causan la muerte de la larva, dentro de uno a cuatro días dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales (11).

#### 3.1.6.3.D. Sintomatología del Bacillus thuringiensis, Berliner

Steinhaus (1960-1962) citado por De Bach (11), dice que para obtener un diagnóstico adecuado, el mejor procedimiento es remitir insectos afectados a un laboratorio de patología de insectos. Sin embargo, como un procedimiento práctico en el campo, se puede obtener idea bastante acertada de la naturaleza de la enfermedad, observando los síntomas, características y los cambios después de la muerte.

El primer signo, es generalmente una actividad reducida y una pérdida de apetito, seguida por la descarga de fluidos por la boca y el ano. La infección puede comenzar con diarrea y por último causar una septicemia y causar la muerte del hospedero. Después de la muerte, la larva se oscurece, con un color café o negro. Generalmente los insectos muertos están blandos y al perder su forma, los tejidos internos pueden desintegrarse, o tomar una consistencia viscosa, olorosa, pero normalmente no se derriten o licuan como los insectos muertos por ciertas infecciones virales. El cadáver del insecto generalmente se seca y se encoge, el integumento permanece intacto (11). Examinando al microscopio secciones histológicas de un insecto muerto o seco, normalmente se ve un gran número de bacterias. Si el examen bacteriológico se retarda pueden entonces estar presentes bacterias similares al verdadero patógeno, en estos casos hay que tener cuidado en diferenciar los verdaderos patógenos de los saprófitos de apariencia análoga, que pueden florecer en los tejidos del insecto muerto (11).

#### 3.1.6.3.E. Ventajas en el uso de bacterias entomopatógenas para el control de plagas (11).

1. Especificidad a invertebrados, pero generalidad entre ciertos grupos de invertebrados.
2. Mortalidad rápida en hospederos susceptibles.
3. Uso de mezclas formuladas para uso en equipo convencional de aplicación.

### 3.1.6.3.F. Desventajas en el uso de bacterias.

1. Tiende a desaparecer rápidamente de la zona de alimentación de las larvas, debido a degradación ambiental.

### 3.1.6.4. El Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN)

#### 3.1.6.4.A. Definición y generalidades.

Los virus de la familia baculoviridae son los llamados virus de la poliedrosis nuclear y citoplasmática y los virus de la granulosis. Biológicamente diferentes a otros virus que causan enfermedades a las plantas y a los vertebrados (13).

Los virus de la poliedrosis se caracterizan porque las partículas virales se encuentran ocluidas dentro de matrices cristalinas llamadas poliedros, las cuales presentan diferentes formas de acuerdo a la especie del virus. Adentro de los poliedros se encuentran las partículas virales llamadas viriones las cuales son alargadas en forma de bastón o báculo. En el caso de la poliedrosis citoplasmática, las partículas virales son esféricas. Las partículas virales contienen ADN o ácido desoxiribonucleico, pudiendo afectar el citoplasma (Poliedrosis citoplasmática) (VPN). Dentro de cada poliedro de un virus de poliedrosis nuclear (VPN), pueden existir varias partículas adentro de una membrana o una sola, así se habla de virus poliembidos o simplemente embidos respectivamente. En el caso de las poliedrosis citoplasmáticas las partículas esféricas se encuentran simplemente embidas (13).

Los VPN son muy específicos y afectan solamente a un número muy limitado de organismos, esa característica los hace ser muy convenientes para ser utilizados en programas de MIP en los cuales se desea conservar los enemigos naturales de las plagas. La mayor parte de VPN conocidos están relacionados con los Lepidópteros; solamente hay un caso de VPN que se ha utilizado contra coleópteros, es el caso del VPN para control del ronrón del cocotero (Coleóptero, noctuidae) en Asia (13).

#### 3.1.6.4.B. Método de reproducción comercial.

En Guatemala se producen los VPNs desde hace diez años, se utiliza para su reproducción el hospedero, así se cría en insectario con dieta artificial la especies Spodoptera sunia, S. exigua y Trichoplusia ni, siendo el primer país en América que produce virus comercialmente para control de las larvas de Prodenia (Spodoptera sunia) y Soldado (Spodoptera exigua), registrado y conocido como VPN -82 (17).

#### 3.1.6.4.C. Plagas que controla el VPN.

Hernández (17), indica que el virus de la Poliedrosis nuclear del gusano medidor de la alfalfa (Autographa californica), afecta a las especies siguientes: Falso medidor del repollo (Trichoplusia ni), gusano peludo (Estigmene acrea), gusano Soldado (Spodoptera exigua), palomilla dorso de diamante (Plutella xylostella), minador del algodón (Bucculatrix thurberiella) y falso medidor pata negra (Pseudoplusia includens). En Guatemala está registrado y se comercializa con el nombre de VPN-80.

#### 3.1.6.4.D. Dosificación.

Para el producto comercial VPN ULTRA 1.6 WP, la dosis recomendada es 1.4 kg/ha. El agua para la solución debe tener un pH de 6 a 7 y se deben realizar aplicaciones a intervalos de 3 a 5 días para poder hacer llegar el VPN Ultra a los nuevos crecimientos de la planta. Preferentemente aplicar en las últimas horas de la tarde (10).

#### 3.1.6.4.E. Ventajas del Control Biológico a base de VPN.

Las principales ventajas que se obtienen de utilizar el control biológico a base de VPN son los siguientes: (13 )

1. Por su selectividad, los agentes de control microbiano no afectan a los polinizadores silvestres ni a las abejas, parasitoides y depredadores que ejercen control natural eficiente sobre las plagas de artrópodos o a la fauna en general.

2. Los agentes de control microbiano, no causan efectos tóxicos a las plantas ni a los vertebrados.
3. Por ser parte del control natural y biodegradables no impactan negativamente el ecosistema.
4. No introducen residuos indeseables en los productos agrícolas.
5. Al ser producidos o recolectados en el país no incrementan la dependencia económica de Guatemala, ni presionan sobre las divisas internacionales, siendo normalmente mucho más baratos que los plaguicidas importados.
6. Pueden dar lugar a industrias locales que generen ingresos a los Guatemaltecos y al país en forma de divisas.
7. El aprovechamiento de los mismos dará lugar al desarrollo de una verdadera tecnología local de alto nivel, Guatemala puede convertirse en potencia de control biológico, pudiendo exportar tecnología y generar riqueza y bienestar, combinando equilibradamente la ciencia, la tecnología y el comercio.
8. Se pueden reproducir masivamente con equipo no complicado.

#### 3.1.6.5. El producto biológico SPINOSAD.

##### 3.1.6.5.A Generalidades

Spinosad, es un producto natural derivado de la fermentación para el control de los insectos. Provee una alternativa a los químicos sintéticos convencionales o biológicos que es altamente efectiva y deriva naturalmente para el control de una variedad de insectos que incluye larvas, ácaros, moscas y hormigas para mencionar unos cuantos (4).

Si se compara con los insecticidas sintéticos, Spinosad que es derivado natural, posee una baja toxicidad en los mamíferos y pocas restricciones con respecto al agua, vida silvestre y/o el

ambiente. Spinosad posee varias características atractivas comparado con los insecticidas sintéticos (4).

- Spinosad es derivado naturalmente.
- Es seguro para el ambiente, incluyendo mamíferos, peces, aves e insectos benéficos, y
- Por su singular modo de acción, no existe resistencia cruzada que se conozca a insecticidas sintéticos o biológicos (4).

#### 3.1.6.5.B. Origen del Spinosad.

Spinosad es el producto de fermentación de la bacteria Saccharopolyspora spinosa. Esta nueva especie pertenece a la familia Actinomicetes, una bacteria que exhibe características de hongo. Los actinomicetes son los responsables de la descomposición de mucho material orgánico en la tierra. Algunos producen sustancias beneficiosas como el antibiótico y la tetraciclina (4).

#### 3.1.6.5.C. Nomenclatura.

El nombre común Spinosad proviene del nombre de la especie del organismo que la produce S. spinosa. Debido a que Spinosad representa un nuevo tipo de producto, se debe utilizar una nueva terminología para describirlo. Saccharopolyspora spinosa produce muchos factores durante la fermentación. Estos factores se han denominado colectivamente como Spinosinos. Los derivados sintéticos o análogos se denominan spinosoides. A continuación se definen los diversos términos asociados a Saccharopolyspora spinosa (4).

S. spinosa. Nombre biológico.

Spinosin Nombre genérico para el grupo de factores producidos por S. spinosa.

Spinosoides Derivados sintéticos o análogos de Spinosin.

Spinosad Nombre común del producto que contiene Spinosin A y Spinosin D.

Debido a que los spinosinos son productos únicos para el control de plagas, se ha designado una nueva categoría para describirlos: NATURALYTE. Los Naturalyte combinan la baja toxicidad

de los agentes biológicos en los mamíferos y el medio ambiente, con la alta eficacia asociada a los insecticidas sintéticos (4).

#### 3.1.6.5.D. Ventajas en el uso de Spinosad, (4):

1. Se estimula el control biológico debido a riesgo reducido de Spinosad a los depredadores naturales.
2. La cantidad de aplicaciones durante el periodo de cultivo se reduce debido a que los agentes benéficos se preservan y se previenen las infestaciones de áfidos ( Aphididae) y ácaros (orden acarina).
3. Los consultores o técnicos de cultivos pueden explorar y esperar los umbrales de acción gracias a la rápida acción y la actividad de Spinosad.
4. Al rotar con Spinosad se pueden desarrollar Programas de Resistencia para prevenir o retrasar la resistencia en otros compuestos de control de insectos tales como los piretroides.
5. Spinosad ayuda a proteger el ambiente gracias a su reducido riesgo en los mamíferos, los peces y las aves (4).

#### 3.1.6.5.E. Modo de entrada.

Spinosad trabaja en ambos casos por contacto y por ingestión. El contacto ocurre ya sea por aplicación directa o por movimiento sobre una superficie tratada. La ingestión ocurre al alimentarse el insecto con el follaje tratado. Aunque el control por contacto es altamente efectivo, la ingestión es de 5 a 10 veces más efectiva (4).

#### 3.1.6.5.F. Modo de acción.

Los productos para el control de plagas varían según su modo de acción. Spinosad posee un modo de acción único, actuando sobre el sistema nervioso de los insectos en una forma que aún no se comprende totalmente. El sitio es novedoso y no muestra resistencia cruzada con químicos o biológicos conocidos (4).

### 3.1.6.5.G. Sintomatología.

Spinosad actúa rápidamente gracias a la combinación de actividad de contacto e ingestión. El comienzo del control y la protección del cultivo ocurre en minutos y es irreversible. Los síntomas ocurren en minutos y la mortalidad total dentro de un plazo de horas. Spinosad actúa con mayor rapidez que productos de lenta acción tales como los Bacillus thuringiensis y otros reguladores bacteriales o biológicos o reguladores de crecimiento de los insectos (4).

Los síntomas típicos de la exposición a Spinosad son los siguientes (4) :

1. Parálisis flácida. Los insectos se muestran flojos e incapaces de moverse.
2. La alimentación se detiene. Se detiene también el caminado o arrastre. Puede que el insecto no esté muerto, pero el daño al cultivo se detiene.
3. Temblores débiles. Los insectos parecen tener convulsiones débiles.
4. No hay recuperación. Una vez que el insecto comienza a mostrar los síntomas a la exposición, no hay recuperación.

### 3.1.6.5.H. Selectividad en el control de plagas.

Esto significa que algunos insectos serán afectados, mientras que otros no lo serán. Spinosad controla la mayoría o a todos los insectos de los órdenes:

1. Lepidóptera; como larvas de Plutella xylostella, Trichoplusia ni, etc.
2. Díptera; tal como el minador de la hoja, Liriomyza sativa.
3. Siphonáptera; y
4. Thisanóptera; como Trips tabaci.

## 3.2. MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1. Descripción del lugar

La aldea San Juan pertenece al municipio de Salamá, del departamento de Baja Verapaz. Se encuentra a 970 msnm., a una latitud norte de 15° 5' 5" , longitud oeste de 90° 17' 30" (15).

El valle de Salamá, región donde se encuentra ubicado San Juan, pertenece a la zona de vida Monte Espinoso Subtropical (me-S). De acuerdo al reporte del ICTA San Jerónimo (1994), la precipitación promedio del lugar es de 876.96 mm anuales. La temperatura máxima anual es de 29 °C y la mínima de 16.82. La humedad relativa anual es de 74.73% (20).

Según Simmons et al. (20), los suelos de San Juan pertenecen a la serie Salamá y Chicaj. Los suelos Salamá son suelos bien drenados, sobre ceniza volcánica, mientras que los suelos Chicaj son suelos mal drenados, sobre ceniza volcánica, se encuentran en relieve casi plano y con una textura muy pesada para ser cultivados, por lo que comúnmente son usados para pastoreo.

### 3.2.6. Descripción de la planta de tomate utilizada

Se utilizó el híbrido SILVERADO, ya que se adapta bien a las condiciones del lugar y a la época del año. El tipo de hábito de esta planta de tomate es determinado, el fruto es en forma de pera, las plantas son muy densas y muy productivas, el rendimiento promedio es de 60,000 Kg/ha., los frutos de tamaño mediano son de 80 gramos de peso promedio. Presenta resistencia a Verticillium sp., Fusarium sp. Raza I y II, y Alternaria solani. Es un híbrido utilizado para el mercado fresco y para la industria (2).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. General:

Contribuir a buscar soluciones o alternativas compatibles con la naturaleza al evaluar los productos biológicos en tres distintas frecuencias de aplicación, para disminuir el daño causado por el gusano del fruto del tomate.

### 4.2. Específicos:

1. Evaluar el efecto de tres productos biológicos para disminuir el daño causado al fruto por el Heliothis zea, en el cultivo del tomate y su efecto en el rendimiento.
2. Determinar que frecuencia es la mas adecuada para la aplicación de los productos a evaluarse.
3. Determinar la mejor tasa de retorno marginal de los productos biológicos a evaluar.

## 5. HIPOTESIS

1. Ningún producto biológico ni frecuencia de aplicación produce diferencias significativas para disminuir el número de frutos dañados por Heliothis zea en el cultivo del tomate.
2. Las tasas de retorno marginal son iguales en los distintos tratamientos.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Descripción de los tratamientos

A continuación se describen los tratamientos utilizados en este ensayo, así como la dosis y frecuencia de aplicación de los productos biológicos.

**CUADRO 1:** Descripción de los tratamientos utilizados en esta evaluación.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	FRECUENCIA DE APLICACIÓN	DOSIS/Ha.	TOTAL DE APLICACIONES
Tratamiento 1	<u>Bacillus thuringiensis</u> var. Kurstaki *	3 días	1.25 litros	19
Tratamiento 2	<u>Bacillus thuringiensis</u> var. Kurstaki	5 días	1.25 litros	11
Tratamiento 3	<u>Bacillus thuringiensis</u> var. Kurstaki	7 días	1.25 litros	7
Tratamiento 4	Virus de la poliedrosis nuclear **	3 días	1.4 kg	19
Tratamiento 5	Virus de la poliedrosis nuclear	5 días	1.4 kg	11
Tratamiento 6	Virus de la poliedrosis nuclear	7 días	1.4 kg	7
Tratamiento 7	Spinosad ***	3 días	60 gramos	19
Tratamiento 8	Spinosad	5 días	60 gramos	11
Tratamiento 9	Spinosad	7 días	60 gramos	7
Tratamiento 10	Testigo absoluto	Aquí no se aplicó ningún producto para el control del gusano del fruto del tomate.		
Tratamiento 11	Testigo relativo	3 aplicaciones de Thiodan (endosulfan) a 2 lt/ha, 1 de Lannate (Metomil) a 2 lt/ha, 1 de Match (Lufenuron) a 0.5 lt/ha y 2 de Baytroid (Cyflutrin) a 1 lt/ha, a cada semana, después de los 45 ddt.		

- \* El producto comercial utilizado fue el BST 88A
- \*\* Se utilizó VPN – ULTRA como producto comercial.
- \*\*\* El nombre comercial del producto utilizado fue Trazer 48 SC.

Los tres productos biológicos en las tres frecuencias de aplicación hacen 9 tratamientos, mas el testigo absoluto y el relativo (del agricultor), que hacen en total 11 tratamientos a evaluar. La aplicación de los tratamientos se inició aproximadamente a los 45 días después del transplante, ya que es allí cuando se inicia el problema mas serio de esta plaga. Las plagas que aparecieron desde el transplante hasta el inicio de la aplicación de los tratamientos se controlaron con insecticidas químicos (Cuadro 2A).

## 6.2. Diseño experimental.

Se realizó un experimento bifactorial combinatorio, dispuesto en un diseño en bloques al azar. El factor A fueron los productos biológicos y tuvo 3 niveles. El factor B fueron las frecuencias de aplicación, que también tuvo 3 niveles, para hacer 9 tratamientos, mas los testigos absoluto y relativo, que hicieron un total de 11 tratamientos. Se hicieron 3 repeticiones.

### 6.2.1. Tamaño de bloques.

Los bloques fueron de 38.5 m de largo por 7.5 m de ancho. Cada bloque fue separado 1.5 m del otro bloque. La separación de las parcelas de cada bloque fue de 0.5m. Además para evitar derivas y efectos no deseados, al momento de hacer las aplicaciones, se dividieron los bloques con una malla de nylon, el cual se colocó en la dirección del viento (Figura 1 A).

### 6.2.2. Tamaño de la parcela bruta.

Tuvo 3.4 m de ancho por 7.5 m de largo. Estuvo compuesto por 6 hileras de plantas separadas por 1.3 m. Cada hilera fue de 7 plantas, sembradas a cada 0.4 m (Figura 2 A).

### 6.2.3. Tamaño de la parcela neta.

Para esta, no se tomaron en cuenta las plantas y los surcos de la orilla de la parcela bruta para evitar el efecto de borde, esto hizo un total de 20 plantas por parcela neta.

#### 6.2.4. Número de parcelas.

Fueron 30 parcelas, lo que hizo un área total de 981.75 metros cuadrados.

### 6.3. Variables de respuesta.

#### 6.3.1. Recuento de frutos afectados semanalmente por parcela neta.

#### 6.3.2. Rendimiento en kilogramos/parcela neta.

Número de plantas viróticas a partir del transplante por parcela neta.

Este dato se tomó como referencia para determinar el comportamiento de la virosis y si podría tener efecto en el rendimiento.

### 6.4. Análisis de la información.

#### 6.4.1. Análisis estadístico.

Se hizo un análisis de varianza correspondiente al diseño y arreglo utilizados, a las variables siguientes: Número de frutos dañados por las larvas y rendimiento de fruto sano. Se hizo prueba de Tuckey cuando existió significancia.

#### 6.4.2. Modelo estadístico.

Corresponde a experimento bifactorial, en arreglo combinatorio dispuesto en bloques al azar.

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + B_k + E_{ijk}.$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta asociada a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$U$  = Efecto de la media general.

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A, que fue productos biológicos.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B, que fue frecuencias de aplicación.

$AB_{ij}$  = Interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B. (Biológicos-Frecuencias)

$B_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

#### 6.4.3. Análisis económico.

Se hizo un análisis económico del presupuesto parcial para obtener la mejor tasa de retorno marginal. Se realizó de la siguiente manera:

- a) Para cada tratamiento se obtuvo el rendimiento de fruto sano en kilogramos por hectárea.
- b) Se calcularon los costos variables para los distintos tratamientos, siendo estos, costos de los productos biológicos y horas hombre para cada tratamiento, ya que este varía según las frecuencias de aplicación.
- c) El siguiente paso fue obtener el ingreso bruto, que resulta de la multiplicación del rendimiento por el precio de venta.
- d) Restando el ingreso bruto menos el costo variable, se obtuvieron los beneficios netos.
- e) De los beneficios netos se realizó el análisis de dominancia.

Para hallar la tasa de retorno marginal, la metodología fue la siguiente.

- a) Se separaron los tratamientos No Dominados.
- b) Se calculó el cambio en el costo variable y el cambio en el beneficio neto.
- c) La tasa marginal de retorno se halló dividiendo el cambio en el beneficio neto entre el cambio en el costo variable, multiplicado por cien, así:

$$TMR = \frac{\Delta B N}{\Delta C V} \times 100$$

#### 6.4.4. Análisis gráfico.

Se realizó un análisis gráfico para todas las variables en estudio, mediante el tipo de gráficas de barras, para comparar el comportamiento de los datos obtenidos entre los distintos tratamientos, para realizarlas se utilizó el programa Excel.

## 6.5. Manejo agronómico.

### 6.5.1. Preparación del terreno.

Se eliminaron las malezas con el herbicida Paraquat (Gramoxone). Luego se hizo un paso de arado y dos de rastra. Dos días antes de la siembra se prepararon los surcos.

### 6.5.2. Transplante.

Los surcos estuvieron separados a 1.3 metros entre uno y el otro. La distancia de siembra entre plantas fue de 0.40 metros. Antes del transplante se aplicó un riego profundo.

### 6.5.3. Fertilización.

Se aplicaron 186 kilogramos de 10-50-0, 4 de 15-15-15 y 3 de Nitrato de potasio por hectárea. Las dosis totales de fertilizantes se fraccionaron, para hacer aplicaciones cada 10 días. Se realizaron fertilizaciones foliares a partir de la semana del transplante con Bayfolán Forte, a razón de 3 litros / ha.

### 6.5.4. Control de enfermedades.

Al momento del transplante se hizo una aplicación de forma tronqueada del fungicida Banrot (Etridiazole-Metiltiofanato) para prevenir el ataque de hongos del suelo. Para el control de las enfermedades como: Tizón tardío (Phytophthora infestans), tizón temprano (Alternaria solani) y otras se hicieron con los principales fungicidas químicos usados en la región.

### 6.5.5. Control de plagas.

Se controlaron las plagas que aparecieron desde los 0 días hasta el inicio de la aplicación de los productos biológicos. El control se hizo con insecticidas químicos usados en la región, cuando el nivel de plaga lo ameritaba. Para el control de la mosca blanca se aplicó Confidor (Imidacloprid) en forma tronqueada, la dosis utilizada fue de 0.5 kg/ha.

### 6.5.6. Control de malezas.

La primera se hizo a los 10 días del transplante, se realizó en forma manual, la segunda se hizo a los 30 días del transplante, también en forma manual, en las limpiezas también se realizaron los aporques respectivos. Después de la segunda aplicación se aplicó el herbicida Sencor (Metribuzin).

#### 6.5.7. Colocación de tutores.

Se colocaron cuando la planta llegó a 30 cm. de altura. Se colocaron a cada 2 metros, con 4 niveles de pita. Cada nivel de pita se colocó según el crecimiento del cultivo con una separación de 20 centímetros.

#### 6.5.8. Riegos.

Se efectuaron regularmente con una frecuencia de una semana, iniciando al momento del transplante.

#### 6.5.9. Cosecha.

El fruto de cada unidad experimental (parcela neta) se recolectó y se pesó con una balanza convencional para obtener el dato de rendimiento por parcela.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la investigación fueron los siguientes:

### 7.1. NUMERO DE FRUTOS DAÑADOS POR Heliothis zea POR PARCELA NETA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DEL TOMATE

A continuación se presentan los datos del número de frutos dañados de tomate, tomados de cada muestreo de campo.

**CUADRO 3:** Número de frutos dañados de tomate por Heliothis zea por parcela neta.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	Promedio
Bt 3 días	478	355	308	380.3
Bt 5 días	709	371	297	459
Bt 7 días	368	319	847	511.3
VPN 3 días	458	335	411	401.3
VPN 5 días	483	182	697	454
VPN 7 días	266	377	343	328.6
Spinosad 3 días	28	07	35	23.3
Spinosad 5 días	96	87	78	87
Spinosad 7 días	163	50	44	85.6
Testigo absoluto	551	430	819	600
Testigo relativo	54	73	93	73.3

Este muestreo se realizó a partir de la cosecha, anotando el total de frutos dañados por parcela neta. Se hicieron 4 muestreos a cada semana.

#### 7.1.1. Análisis simple de varianza.

**CUADRO 4:** Análisis de varianza para la variable frutos dañados de tomate por cada 10 plantas muestreadas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	Pr>FC
Modelo	12	1354188.24	112849.020	5.32	0.0005
Bloque	2	95840.7273	47920.3636	2.26	0.1303
Tratamiento	10	1258347.51	125834.751	5.94 *	0.0004
Error	20	423913.939	21195.6970		
Total	32	1778102.18			

- = Existe significancia con un alfa de 0.05

CV = 47.046464%

N = 0.6637

Existió significancia en el modelo y en los tratamientos realizados para el número de frutos dañados de tomate Silverado por parcela neta, incluyendo los testigos, por lo tanto se realizó la prueba de medias para los tratamientos (Cuadro 5).

**CUADRO 5:** Prueba de Tukey para el Número de Frutos de tomate dañados por cada 10 plantas muestreadas por parcela neta.

Tratamiento	Promedio	Grupo Tukey
Testigo absoluto	600.0	A
Bt 7 días	324.3	A B
Bt 5 días	312.0	A B C
VPN 5 días	310.3	A B C
VPN 3 días	308.3	A B C D
Bt 3 días	212.0	A B C D
VPN 7 días	197.0	A B C D
Spinosad 5 días	63.0	B C D
Spinosad 7 días	62.3	B C D
Testigo relativo	42.7	C D
Spinosad 3 días	16.0	D

Después de realizar la prueba múltiple de medias para el número de frutos dañados de tomate por parcela neta, el Testigo absoluto al cual no se le aplicó ningún producto para el control de Heliothis zea, con una media de 600 frutos dañados por parcela, presentó diferencias significativas con el producto biológico Spinosad aplicado a una frecuencia de 3 días, con solamente 16 frutos dañados por parcela, esto indica que con aplicaciones de Spinosad se puede obtener un menor número de frutos de tomate dañados por el gusano del fruto.

## 7.1.2. Análisis factorial de los datos.

**CUADRO 6:** Análisis de varianza (factorial) para el número de frutos dañados de tomate por Heliothis zea por parcela neta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	Pr>FC
Modelo	10	906769.26	90676.9259	3.92	0.0075
Bloque	2	69918.7407	34959.3704	1.51	0.2502
Biológicos	2	779058.963	389529.481	16.85 *	0.0001
Frecuencias	2	19370.2963	9685.1481	0.42NS	0.6647
Biol*Frec	4	38421.2593	9605.3148	0.42NS	0.7950
Error	16	369813.259	23113.3287		
Total	26	1276582.52			

- = Existe significancia con un alfa de 0.05
- CV = 50.107769%

Como se aprecia, existió significancia en el modelo utilizado y en los productos biológicos utilizados para el control de Heliothis zea en el cultivo del tomate con un alfa de 0.05. No hubo significancia en las frecuencias de aplicación, lo que indica que estadísticamente no hay una mejor frecuencia de aplicación de los productos biológicos para lograr un menor daño del gusano causado directamente al fruto del tomate. Se realizó la prueba de medias (Tukey) para el factor productos biológicos (Cuadro 7).

**CUADRO 7:** Prueba de medias (Tukey) para el factor Productos biológicos del Número de frutos dañados de tomate por parcela neta

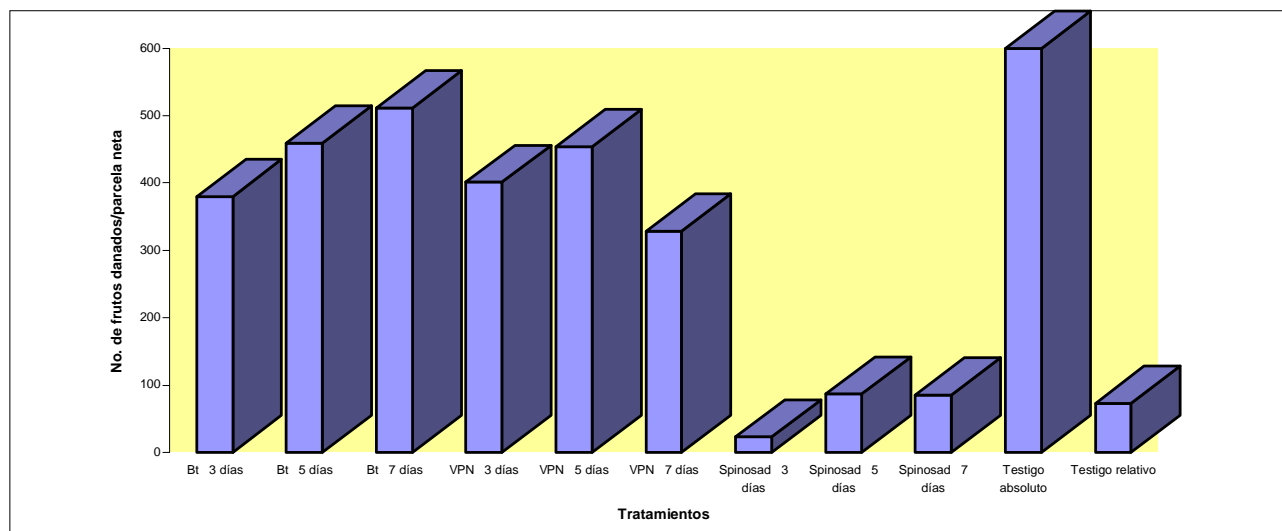
Biológicos	Medias	Grupo Tukey
VPN	450.22	A
Bt	394.67	A
Spinosad	65.33	B

Los productos Virus de la Poliedrosis nuclear y Bacillus thuringiensis se encuentran dentro del mismo grupo Tukey, lo que indica que entre ellos no existen diferencias significativas para la variable frutos dañados de tomate por parcela neta, presentando ambos un mayor número de

frutos dañados por parcela neta. El VPN presentó la mayor media, con 450.22 frutos dañados por Heliothis zea durante el ciclo del cultivo, mientras que el Bacillus thuringiensis presentó una media de 394.67. Para la variable anteriormente mencionada, se puede decir con un 95% de confianza que el mejor producto fue el Spinosad, que mostró diferencias significativas, presentando solamente una media de 65.33 frutos dañados por parcela neta.

Las frecuencias de aplicación de los productos no presentaron significancia entre sí, por lo que estadísticamente fueron iguales para reducir el número de frutos dañados por Heliothis zea en el cultivo del tomate.

En la figura 3 se muestran los distintos tratamientos y el número de frutos dañados por Heliothis zea.





## 7.2. RENDIMIENTO EN KG/PARCELA NETA

A continuación se detallan los datos de rendimiento y su respectivo análisis.

**CUADRO 8:** Rendimiento total de frutos sanos de tomate, expresado en kilogramos por parcela neta.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	Promedio
Bt 3 días	37.3	16.87	33.86	29.34
Bt 5 días	33.33	21.82	19.82	24.99
Bt 7 días	33.31	37.63	27.59	32.84
VPN 3 días	37.95	14.99	21.05	24.66
VPN 5 días	43.18	31.41	21.88	32.16
VPN 7 días	38.54	26.27	12.35	25.72
Spinosad 3 días	21.24	14.32	27.56	21.04
Spinosad 5 días	61.79	47.88	23.41	44.36
Spinosad 7 días	43.64	21.72	22.80	29.72
Testigo absoluto	19.81	13.80	16.27	16.63
Testigo relativo	41.18	19.88	24.92	28.66

Parcela neta: 20 plantas

7.2.1. Análisis simple de varianza del rendimiento de frutos sanos de tomate de los distintos tratamientos para el control de gusanos del fruto, en Salamá, Baja Verapaz.

Con los datos del rendimiento se efectuó un análisis de varianza para determinar si hubieron diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos realizados (Cuadro 9).

**CUADRO 9:** Análisis de varianza para la variable Rendimiento de frutos sanos de tomate, expresado en Kg/parcela neta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	Pr>FC
Modelo	12	2955.92197	246.32683	3.96	0.0033
Bloque	2	1406.84141	703.420703	11.32	0.0005
Tratamiento	10	1549.08056	154.90806	2.49 *	0.0394
Error	20	1243.30713	62.165356		
Total	32	4199.22910			

• = Existe significancia con un alfa de 0.05

CV = 27.966%

N = 0.8854

Aquí existió diferencia significativa para el modelo, los tratamientos y los bloques, o sea, entre los distintos tratamientos con los productos biológicos y las distintas frecuencias de aplicación. Para ver cual de los tratamientos fue el mejor estadísticamente, fue necesario realizar la prueba de medias de Tukey (Cuadro 10).

**CUADRO 10:** Prueba de Tukey para la variable Rendimiento de fruto sano de tomate, expresado en Kg/parcela neta.

Tratamiento	Promedios (Kg/pn)	Grupo Tukey
Spinosad 5 días	44.360	A
Bt 7 días	32.843	A B
VPN 5 días	32.157	A B
Spinosad 7 días	29.720	A B
Bt 3 días	29.343	A B
Testigo relativo	28.660	A B
VPN 7 días	25.720	A B
Bt 5 días	24.990	A B
VPN 3 días	24.663	A B
Spinosad 3 días	21.040	B
Testigo absoluto	16.627	B

Después de realizar la prueba múltiple de medias (Tukey) para el rendimiento de fruto sano de tomate, expresado en kg/parcela neta, se aprecian los siguientes resultados: El producto biológico Spinosad aplicado a una frecuencia de 5 días, presentó diferencias estadísticas en el promedio del rendimiento (44.36 kg/parcela neta), comparado con el Spinosad aplicado a una frecuencia de 3 días y el testigo absoluto, al que no se le aplicó ningún producto para el control del gusano del fruto del tomate (21.04 y 16.63 kg/parcela neta respectivamente). Los demás tratamientos se encuentran dentro del mismo grupo tukey del testigo absoluto y el del Spinosad a cada 3 días, pero también pertenecen al grupo del Spinosad a cada 5 días, lo que indica que si se repitiera el experimento, estos tratamientos pueden ser tan buenos como Spinosad a cada 5 días, o tan malos como el testigo absoluto.

### 7.2.2. Análisis de varianza factorial de la variable rendimiento de frutos sanos de tomate.

**CUADRO 11:** Análisis de varianza (factorial) para el rendimiento de frutos sanos de tomate, expresado en kg/parcela neta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	Pr>FC
Modelo	10	2353.69510	235.369510	3.31	0.0162
Bloque	2	1247.67654	623.838270	8.78	0.0027
Biológicos	2	80.9505407	40.4752704	0.57 NS	0.05767
Frecuencias	2	350.065830	175.032915	2.46 NS	0.1167
Biol*Frec	4	675.002193	168.750549	2.38 NS	0.0955
Error	16	1136.39473	71.0246704		
Total	26	3490.08983			

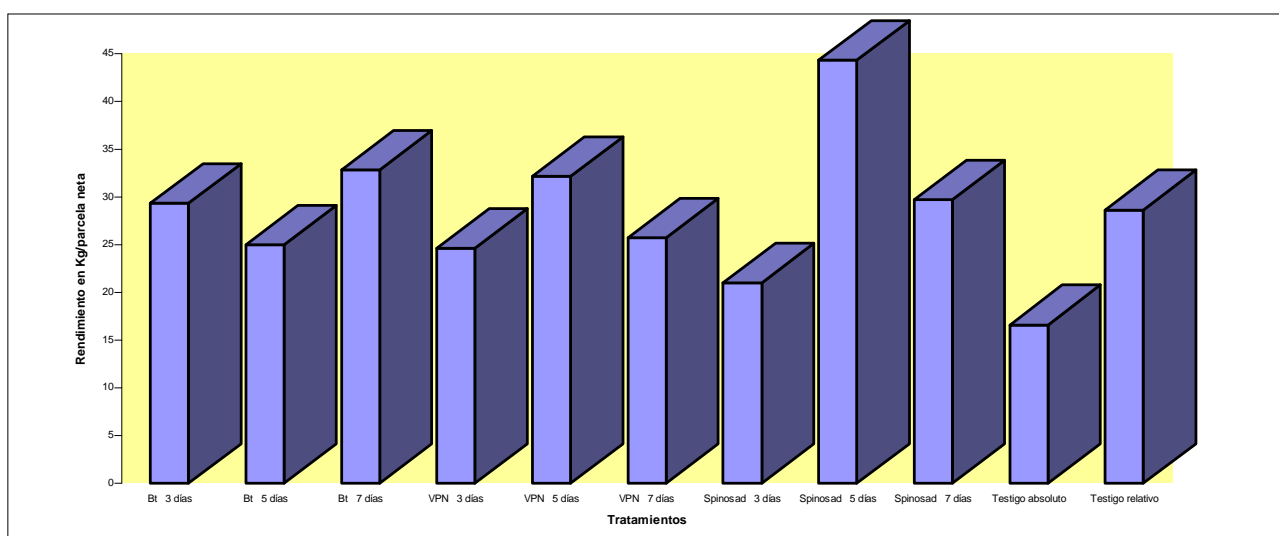
- = Existe significancia con un alfa de 0.05

CV = 28.63974%

N = 0.9536

Con un alfa de 0.05 se aprecia que los 3 productos biológicos aplicados son estadísticamente iguales en el efecto sobre el rendimiento de fruto sano de tomate (sin tomar en cuenta los testigos). Tampoco existió alguna frecuencia de aplicación que manifestara algún efecto sobre el rendimiento del tomate, ya que tampoco hubo significancia en las frecuencias, por lo tanto, tampoco existió significancia en la interacción de los productos biológicos con las frecuencias de aplicación. El producto que presentó el mejor rendimiento medio fue el Spinosad (31.71 Kg/parcela neta), siguiéndole el Bacillus thuringiensis con 29.06 kg/parcela neta, y finalmente el VPN con 27.51 kg/parcela neta.

En la Figura 4 se puede ver el comportamiento de los distintos tratamientos en la variable rendimiento.



### 7.3. Número de plantas viróticas de tomate Silverado por parcela neta.

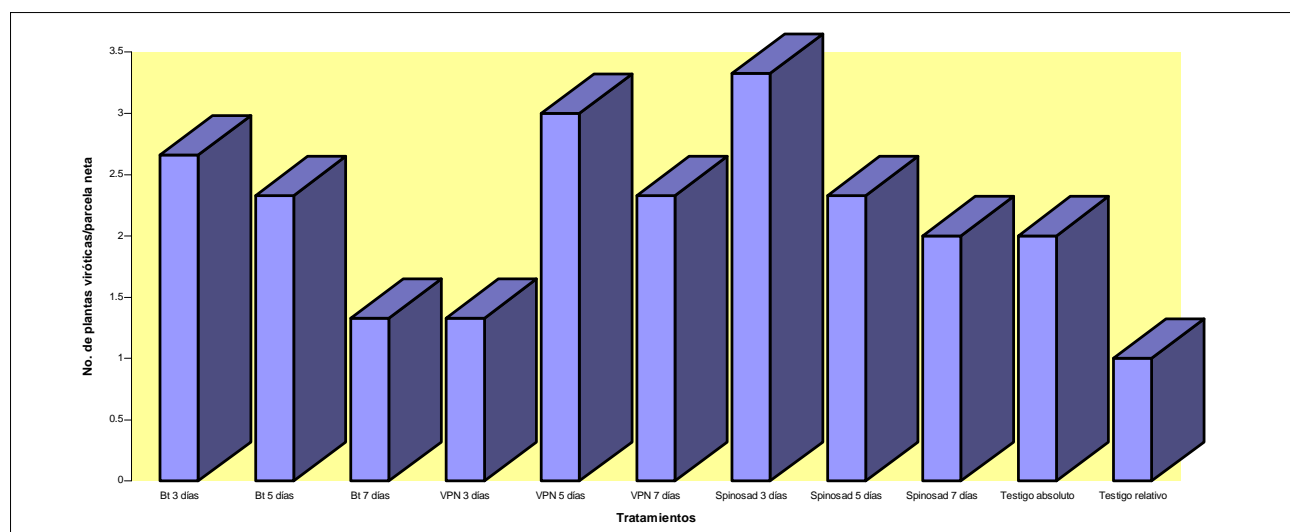
Este dato se midió visualmente al final de la cosecha, anotando el número de plantas que presentaron síntomas de virosis. Para disminuir este efecto, después del trasplante se hizo una aplicación de Confidor (Imidacloprid) a dosis de 500 gramos por hectárea.

Esta variable, tal y como se describió en la metodología, se le realizó solamente un análisis gráfico (Figura 5).

**CUADRO 12.** Número de plantas viróticas de tomate por parcela neta.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
Bt 3 días	1	4	3	2.67
Bt 5 días	2	3	2	2.33
Bt 7 días	1	2	1	1.33
VPN 3 días	2	1	1	1.33
VPN 5 días	2	4	3	3.0
VPN 7 días	1	2	4	2.33
Spinosad 3 días	4	1	5	3.33
Spinosad 5 días	0	3	4	2.33
Spinosad 7 días	1	3	2	2.0
Testigo absoluto	4	1	1	2.0
Testigo relativo	0	2	1	1.0

El tratamiento que tuvo un mayor promedio de plantas viróticas fue el Spinosad a cada 3 días, mientras que el que tuvo menos fue el Testigo relativo. Por la baja cantidad de plantas viróticas presentes, se puede decir que este factor no afectó considerablemente el rendimiento de los tratamientos.



#### 7.4. Análisis económico de los tratamientos.

Se realizó el análisis de presupuestos parciales, donde no se tomaron en cuenta los gastos que fueron similares en todos los tratamientos, tales como fertilizantes, mano de obra, entre otros.

**CUADRO 13.** Análisis de presupuestos parciales para todos los tratamientos en el control de gusanos del fruto de tomate.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO VARIABLE (Q/ha)	INGRESO BRUTO (Q/ha)	BENEFICIOS NETOS (Q/ha)
Testigo absoluto	15987.03	0	24620	24620
Bt 7 días	31579.85	700	48633	47933
VPN 7 días	24730.55	833	38332	37499
Testigo relativo	27557.44	1014	42438	41424
Bt 5 días	24028.63	1100	37004	35904
VPN 5 días	30919.59	1309	47616	46307
Spinosad 7 días	28576.67	1690.5	44008	42317
Bt 3 días	28214.49	1900	43450	41550
VPN 3 días	23714.53	2261	36520	34259
Spinosad 5 días	42653.47	2656.5	65686	63029
Spinosad 3 días	20230.59	4588.5	31155	26567

**CUADRO 14.** Análisis de dominancia para todos los tratamientos en el control de gusanos del fruto de tomate.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO VARIABLE (Q/ha)	BENEFICIOS NETOS (Q/ha)
Testigo absoluto	15987.03	0	24620 ND
Bt 7 días	31579.85	700	47933 ND
VPN 7 días	24730.55	833	37499 D
Testigo relativo	27557.44	1014	41424 D
Bt 5 días	24028.63	1100	35904 D
VPN 5 días	30919.59	1309	46307 D
Spinosad 7 días	28576.67	1690.5	42317 D
Bt 3 días	28214.49	1900	41550 D
VPN 3 días	23714.53	2261	34259 D
Spinosad 5 días	42653.47	2656.5	63029 ND
Spinosad 3 días	20230.59	4588.5	26567 D

**CUADRO 15.** Tasa marginal de retorno para los tratamientos No Dominados.

TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES	BENEFICIOS NETOS	CAMBIO EN CV	CAMBIO EN BN	TMR
T. Absoluto	0	24620			
Bt 7 días	700	47933	700	23313	333%
Spinosad 5 días	2656.5	63029	1956.5	15096	771%

La tasa marginal de retorno mas alta se logró mediante el uso del Spinosad aplicado a cada 5 días, con un 771%, lo que indica que por cada quetzal invertido, se obtiene 77.1 quetzales, siguiéndole el Bacillus thuringiensis a cada 7 días, con una tasa de retorno marginal de 333%, indicando que por cada quetzal invertido se obtienen 33.3 quetzales. El mejor tratamiento económicamente hablando fue Bacillus thuringiensis, ya que a pesar que el Spinosad posee una tasa marginal de retorno mas alta, para lograrlo se tuvo que incrementar el costo variable en un 279.5%, mientras que la tasa de retorno marginal se incrementó en un 231%.

## 8. CONCLUSIONES

1. Mediante aplicaciones con Spinosad, se obtuvo un menor número de frutos dañados de tomate por el gusano del fruto (Heliothis zea), lo que se traduce en buen control de la plaga. La frecuencia de aplicación que presentó menor número de frutos dañados fue a cada 3 días, haciendo un total de 19 aplicaciones en el ciclo del cultivo.
2. El mejor rendimiento de fruto sano de tomate se obtuvo con el producto biológico Spinosad aplicado con intervalos de 5 días, utilizando una dosis de 60 gramos de producto comercial por hectárea (Trazer 48 SC).
3. El VPN Y el Bacillus thuringiensis no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto al número de frutos dañados de tomate.
4. La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con el Spinosad a cada 5 días, siguiéndole el Bacillus thuringiensis a cada 7 días.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Para obtener un mayor control del gusano del fruto del tomate, se recomienda utilizar Spinosad, ya que posee una buena eficacia.
2. Al realizar otros ensayos similares, se recomienda utilizar una metodología de muestreo que permita tomar mas área de la planta, para obtener resultados más exactos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. ABBOT LABORATORIES (EE.UU.). 1978. Manual técnico. Illinois, EE.UU. p. 4-29.
2. ALBURES O., C.F. 1994. El tomate (Lycopersicon esculentum), chile picante y chile pimienta (Capsicum sp). En: Manual Agrícola Superb. Guatemala, Productos Superb. p. 285-290.
3. BARRIOS GARCIA, E. 1976. Ensayos biológicos en Bacillus thuringiensis Berliner en Brassica oleracea var. Capitata. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 12-32.
4. BAYER. s.f. Descripción sobre Spinosad. Alemania. p. 44.
5. BRAN SHAW, E.R. 1983. Estudio del ciclo biológico, comportamiento y dinámica de la población del gusano barrenador del fruto (Heliothis sp.) en tomate (Lycopersicon esculentum) en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 2-7.
6. BUSTILLO, A.E. 1989. Microorganismos entomopatógenos. En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Ed. K.L. Y J.R. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. p. 221-226.
7. CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. p. 71-106.
8. CASTRO UMAÑA, J. de J. 1971. Reproducción de la especie Heliothis zea. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 7.
9. CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Costa Rica. p. 138-151.
10. CAVE, R.D. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 52-62.
11. De BACH, P. 1968. Control biológico de plagas e insectos y malas hierbas. México, Continental. p. 582-721.
12. EDMOND, J.B. et. al. 1985. Principios de horticultura. Trad. Federico Garza. México, Continental. 575 p.
13. ESTRADA, R.E. 1991. Control microbiano de plagas en curso de enseñanza de control biológico en universidades de América Latina. Guatemala, Agrícola El Sol. 15 p.
14. FALCON, C.A.; SMITH, R.F. 1974. Manual de control integrado de plagas del algodón. Roma, FAO. 87 p.

15. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Comp. Francis Gall. Guatemala. t. 3, 804 p.
16. GUDIÉL, V.M. 1980. Manual agrícola Superb. Guatemala, Productos Superb. 291 p.
17. HERNÁNDEZ DAVILA, A.G. 1991. Descripción general de las tácticas en el manejo integrado de plagas. En: Seminario sobre Manejo y uso de plaguicidas en actividades agrícolas. Guatemala, COGAAT. p. 61-77.
18. \_\_\_\_\_. 1991. Principios y fundamentos del manejo integrado de plagas. En: Seminario sobre Manejo y uso de plaguicidas en actividades agrícolas. Guatemala, COGAAT. p. 43-60.
19. METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Trad. Alonso Blackaller Valdéz. México, CECSA. 1208 p.
20. SIMMONS, C.H.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
21. VILLEDA RAMIREZ, J.D. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 147.
22. WILCOX, J.H.; HOWLAND, A.F. s.f. El gusano del tomate: como combatirlo. Estados Unidos, Departamento de Agricultura. s.p.

## 11. APENDICE

**CUADRO 2 A.** Productos utilizados en el cultivo del tomate en Salamá Baja Verapaz.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
Thimeth 10 GR	Forato	25 kg/ha
Confidor 70 WG	Imidacloprid	350 g/ha
Vydate 24 SL	Oxamil	3.0 lt/ha
Antracol 70 WP	Propineb	2.5 kg/ha
Euparen 50 WP	Diclofluanida	2.0 kg/ha
Positron Duo 69 WP	Iprovalicarb-Propineb	2.0 kg/ha
Silvacur 30 EC	Tebuconazol-Triadimenol	0.5 lt/ha
Bayfolan Forte	Nutrientes	3.0 lt/ha
Banrot 40 WP	Etridiazole-Metiltiofanato	1.0 kg/ha
Sencor 70 WP	Metribuzin	0.5 kg/ha

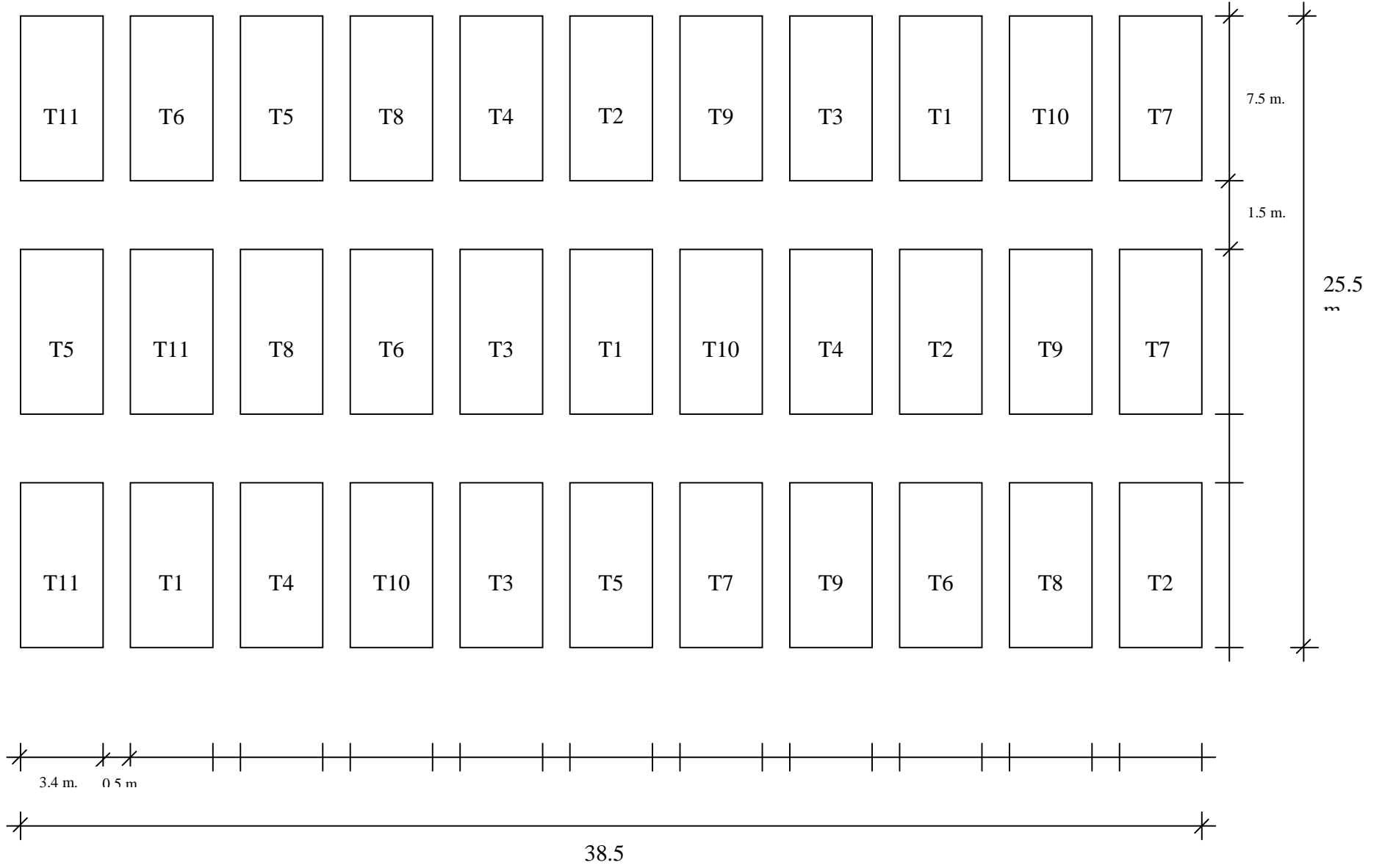


Figura 1A. Aleatorización de los tratamientos en el campo.

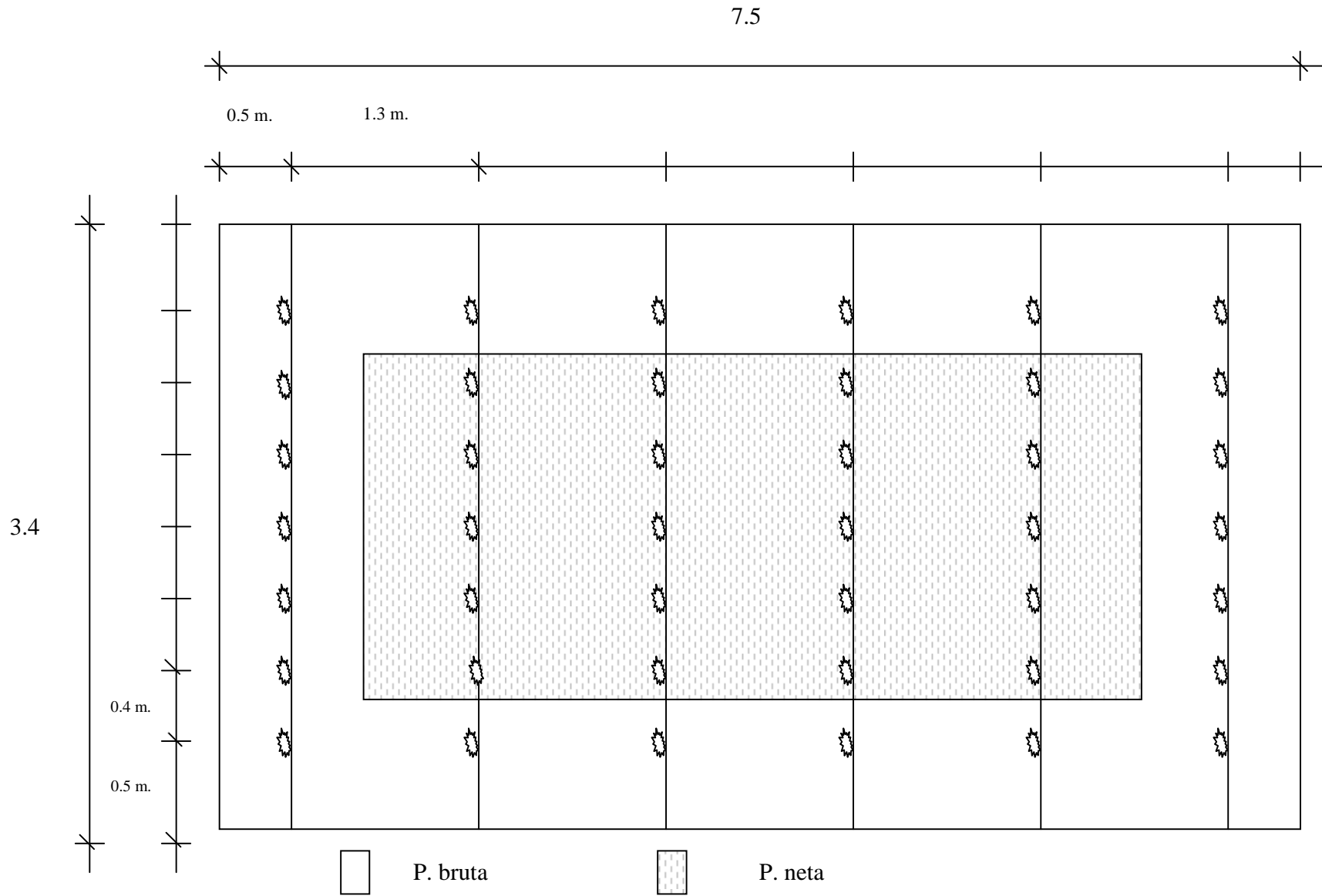


Figura 2A. Tamaño de las unidades experimentales y parcela neta.

