UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL DE *Helicoverpa zea* EN TOMATE; SANTA ROSA

TESIS DE GRADO

LUIS FERNANDO PIVARAL SOTO
CARNET 10554-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL DE *Helicoverpa zea* EN TOMATE; SANTA ROSA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LUIS FERNANDO PIVARAL SOTO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, 15 de junio de 2015.

A quien corresponda
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Estimados profesionales:

Tengo el honor de dirigirme a ustedes, deseándoles éxito en su laudable labor, para hacer de su conocimiento que he trabajado en conjunto con el estudiante Luis Fernando Pivaral Soto carné No. 1055410 para incorporar las observaciones a la tesis titulada **"EVALUACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE PARA EL CONTROL DE *Helicoverpa zea* (NOCTUIDAE) EN SANTA ROSA".**

Hemos agregado todas las observaciones de forma y de fondo, incluyendo cambios en el texto y la incorporación del análisis de varianza no paramétrico para el área bajo la curva, calculada para períodos de tiempo y mortalidad de la larva.

Luego de lo anterior, considero nuevamente que el documento reúne los requisitos que la Facultad establece para poder someterse a defensa privada, por lo cual recomiendo su revisión y aval.

Atentamente,

Ing. Luis Moisés Peñate Munguía M.A.
Especialista en Protección Vegetal
Colegiado 5495 CIAG

Universidad Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06350-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LUIS FERNANDO PIVARAL SOTO, Carnet 10554-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0699-2015 de fecha 21 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL
DE *Helicoverpa zea* EN TOMATE; SANTA ROSA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 7 días del mes de octubre del año 2015.

ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
SECRETARIA

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me lo ha dado todo y nunca me ha dejado solo.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Por ser parte de mi formación.

Ing. Luis Moisés Peñate Munguía, por su asesoría,

Revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Alfredo González por brindarme el apoyo necesario

Para desarrollar la presente investigación.

Lic. Anna Cristina Bailey Hernández por su apoyo,

Asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su inmenso amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice infinitamente todos los días.

Mis padres: Luis Alberto Pivaral Ruano e Irma Soto Arévalo a quienes amo con todo mi corazón y gracias a su esfuerzo, consejos y amor puedo seguir cumpliendo sueños.

Mi familia: A mis hermanos que son una base fundamental en mi vida y gracias a su apoyo han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

INDICE GENERAL

Página

I. INTRODUCCIÓN 3

2.1 CULTIVO DEL TOMATE 4

2.1.1 Importancia del cultivo de tomate en el área de estudio 4

2.1.2 Tomate variedad Retana 4

2.1.3 Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de tomate 5

Trips – *Trips spp* 5

A) El gusano del fruto 5

- Ciclo de vida 6

2.2 PRODUCTOS UTILIZADOS PARA SU CONTROL 8

2.2.2 Productos biológicos 8

B) *Metarhizium anisopliae* 10

C) Beauveria bassiana 12

Picudo del banano *(Cosmopolites sordidus)* 13

D) Virus de la poliedrosis 13

b) Investigaciones anteriores realizadas con Virus de la poliedrosis 15

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO 16

IV. OBJETIVOS 18

4.1 OBJETIVO GENERAL 18

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18

V. HIPÓTESIS 19

VI. METODOLOGÍA 20

6.1 LOCALIZACIÒN 20

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL 20
6.3 FACTOR A ESTUDIAR 20
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS 20
6.6 MODELO ESTADÍSTICO 22
6.7 CROQUIS 23
6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO 24
6.10.1 Elaboración de gráficos de larvas muertas 26
a. Comparación de área bajo la curva de larvas muertas en relación al tiempo 26
6.10.2 Resumen de daño en fruto 27
6.10.3 Resumen de rendimiento comercial 27
VII. BIBLIOGRAFÍA 38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Plagas y enfermedades que más afectan al cultivo de tomate. 5
Cuadro 2: Plagas que ataca *Bacillus thuringiensis.* 9
Cuadro 3: Plagas de combate *Metarhizium anisopliae.* 11
Cuadro 4: Plagas que combate *Beauveria bassiana.* 13
Cuadro 5: Plagas que controla el Virus de la poliedrosis..... 15
Cuadro 6: Organismo entomopatógenos utilizados en el experimento..... 20
Cuadro 7: Descripción de tratamientos..... 21
Cuadro 8: Áreas bajo la curva de mortalidad de *Helicoverpa zea.* 32
Cuadro 9: Prueba de Kruskal Wallis de área bajo la curva de mortalidad. 33
Cuadro 10: Mortalidad máxima de *Helicoverpa zea* por agente de control biológico utilizado. 34
Cuadro 11: Rendimiento comercial y frutos dañados. 35
Cuadro 12: Plan de fertilización del cultivo de tomate. 42
Cuadro 13: Cronograma de trabajo. 44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida de *Helicoverpa zea* (Bayer CropScience, 2015). 7

Figura 2: Esquema de los diferentes eventos en el modo de acción de la proteína Cry. (1) Solubilización, (2) Procesamiento, (3) Unión a receptor caderina, (4) Formación del pre-poro, (5) Unión a receptor aminopeptidasa, (6) inserción a membrana (Soberón y Bravo, 2007). 9

Figura 3: Distribución de los tratamientos en el área experimental para evaluar cuatro entomopatógenos para el control del *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate. 23

Figura 4: Comportamiento de la variable mortalidad, por tratamiento. 28

Figura 5: Comportamiento de la variable mortalidad de *Virus de la poliedrosis nuclear*.29

Figura 6: Comportamiento de la variable mortalidad de *Bacillus thurigiensis*. 29

Figura 7: Comportamiento de la variable mortalidad de *Metarhizium anisiopliae*. 30

Figura 8: Comportamiento de la variable mortalidad de *Beauveria Bassiana*. 30

Figura 9: Comportamiento de la variable mortalidad de Endosulfan. Las flechas indican aplicación de tratamiento. 31

Figura 10: Daño de *Helicoverpa zea* en planta de tomate. 47

Figura 11: Gusano del fruto – *Helicoverpa zea* observado sobre el mulch de uno de los surcos donde se estaba aplicando productos evaluados. 48

Figura 12: Aplicación de los productos biológicos a evaluar. 48

Figura 13: Huevos de *Helicoverpa zea* colocados sobre el agrill. 49

EVALUACION DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL DE *Helicoverpa zea* EN TOMATE, SANTA ROSA

RESUMEN

El cultivo del tomate *(Solanum lycopersicum)* es una de las hortalizas más importantes cultivadas en Guatemala por las más de 11,000 mil hectáreas cultivadas en el país y porque está incluido en la canasta básica del consumidor guatemalteco.

Paralelamente a la expansión del cultivo se han desarrollado enfermedades que afectan el rendimiento como la calidad del producto final. Una de las plagas que más daños está causando es la del gusano del fruto *Helicoverpa zea.* Tradicionalmente todas las plagas del tomate son controladas con productos químicos pero últimamente Helicoverpa zea ha tomado resistencia. A raíz de estos problemas se ha decidido evaluar otras alternativas biológicas (*Bacillus thurngiensis, Virus de la poliedrosis nuclear, Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae*) para control de Helicoverpa zea.

El objetivo principal de la presente investigación es evaluar la efectividad de los cuatro agentes de control biológico. Para ello en la metodología se crearon 24 parcelas de observación divididas en los cuatro tratamientos a evaluar y los dos tratamientos testigo. Además de la efectividad también se obtuvieron datos como el rendimiento, daños en el fruto y el efecto supresivo de los cuatro tratamientos.

Del estudio realizado se concluye que en el análisis epidemiológico el Virus de la poliedrosis nuclear como el Metarhizium anisopliae producen un efecto supresivo sobre *Helicoverpa zea.* En efectividad *Bacillus thuringiensis* (BT) fue el que obtuvo mayor efectividad en el control de las larvas. Y en cantidad de frutos dañados se obtuvo que el tratamiento de *Bacillus thurigiensis* tuvo menor cantidad de frutos dañados.

EVALUATION OF ENTOMOPATHOGENS TO CONTROL *Helicoverpa Zea* IN TOMATO CROP, SANTA ROSA

Summary

The tomato is one of the most important crop in Guatemala by the most of 11,000 hectares intended for production in the country and because it is included in the basic basket for the Guatemalan consumer. In parallel with the expansion of the crop, several pests and diseases that affect both the yield and quality of the final product have spread. One of the most damaging pests is the Fruit Worm (*Helicoverpa zea*). Traditionally all pests of tomato are controlled with chemicals, and *H. zea* is an example of the resistance development. The motivation of this study was to evaluate biological alternatives (*Bacillus thuringiensis, nuclear polyhedrosis viruses, Beauveria bassina* and *Metarhizium anisopliae*) to control *H. zea*. The main objective of this research was to evaluate the effectiveness of the mentioned biological control agents. In order to archieve this, the methodology included 24 observation plots, divided into six treatments. Besides the effectiviness also productivity and quality data was obtained. The conclusions based on the epidemiological analysis where: Both nuclear polyhedrosis virus and *Metarhizium anisopliae* produce suppressive effect on *H. zea.* About effectiviness, *Bacillus thuringiensis* (BT) was the one who obtained the higher indicators of larvae control. In terms of production, the number of damaged fruits obtained in the treatment of *B. thuringiensis* was lower.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importantes cultivadas en Guatemala, ya que según cifras del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) para el año 2011 el cultivo del tomate había rebasado la cifra de 11,000 hectáreas cultivadas en el país, de las cuales la mayoría se encuentran en el sur-oriente del país, en los departamento de Santa Rosa, Jutiapa y Jalapa según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Por la gran cantidad de tierra cultivada de tomate en los últimos años se han desarrollado plagas que están afectando el rendimiento de las áreas cultivadas. Una de las plagas que más daño está causando es la del gusano del fruto, *Helicoverpa zea*.

Este se alimenta de los follajes de la planta y cuando aparece el fruto verde abre cavidades dentro de ellos imposibilitando su comercialización. Si esta plaga no se trata a tiempo el daño repercute en el rendimiento, el cual puede ser reducido hasta en un 40% (González, 2013).

El control más común para esta plaga son los químicos que durante mucho tiempo fueron efectivos para el control de la misma, pero en los últimos años se ha tenido el problema de que la plaga ha tomado resistencia hacia cualquier control químico que se les aplique, hasta se le ha aplicado con más dosis y aun así no se controla como antes la plaga.

Buscando una solución a este problema se evaluaron cuatro alternativas biológicas para el control de Gusano del fruto - *Helicoverpa zea* en donde se quiere establecer si exististe un efecto control de la plaga y si afectó de alguna manera el rendimiento en campo.

Los agentes entomopatógenos evaluados fueron *Bacillus thurigiensis, Metarhizum anisopliae, Virus de la poliedrosis nuclear* y *Beauveria bassiana*, se destacó el *Bacillus thurigiensis* como el que mayor mortalidad y mejor rendimiento obtuvo y seguido muy de cerca el tratamiento del *Virus de la poliedrosis nuclear* obtuvo un segundo lugar en estas las áreas ya mencionadas, solamente superando a *Bacillus thurigiensis* en el análisis económico con su relación beneficio/costo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DEL TOMATE

El tomate pertenece a la familia Solanaceae (FAO, 2013). Es una planta nativa de América, se cree que es originaria de la zona andina (Colombia, Chile, Ecuador, Bolivia y Perú) y es también el lugar donde se encuentra la mayor variabilidad genética de esta especie (Smith, 2001).

Es una planta anual, posee tallos angulosos en plantas maduras y cilíndricos en plantas jóvenes, puede alcanzar una altura de 0.40 a 2 m de altura y sus raíces son fibrosas y robustas pudiendo sumergirse en el suelo hasta 1.8 m (Valadez, 1998).

Su fruto normalmente es rojo pero también existen colores amarillos, naranjas y verdes que alcanzan alrededor de 10cm de diámetro, es considerado una baya compuesta por varios lóculos pudiendo tener dos, tres o más lóculos pero las variedades comerciales son multiloculares (tres o más lóculos) (Valadez, 1998).

2.1.1 Importancia del cultivo de tomate en el área de estudio

Pueblo Nuevo Viñas es un municipio netamente agrícola; por sus condiciones geográficas el cultivo más importante para la región es el café, pero también se producen alimentos de consumo diario, entre los principales está el tomate que es el segundo producto de mayor importancia, en el municipio. La mayoría del tomate producido es comercializado en los mercados de la Ciudad de Guatemala y el resto abastece al municipio. El sector tomatero proporciona trabajos fijos a las personas que trabajan en café solo para épocas de cosecha. No se poseen cantidades exactas de la producción pero si se sabe que se producen alrededor de 2,000 cajas de tomate por manzana (Municipalidad de Pueblo Nuevo Viñas, 2013).

2.1.2 Tomate variedad Retana

La variedad Retana fue creada en Guatemala, en la región de la laguna de Retana, Jutiapa. Entre sus características se encuentran: crecimiento determinado, vigorosa y con buena cobertura foliar, es un hibrido versátil de alta productividad. Su fruto es uniforme de color rojo intenso y posee una larga vida de anaquel por la firmeza que posee el fruto (Vilmorin, 2010).

Esta variedad presenta resistencia a varias plagas y enfermedades como el Virus del mosaico del tomate, *Verticillium*, Virus del bronceado del tomate, *Fusarium oxysporum* f. sp. radicis-lycopersic y Nematodos tales como *Meloidogyne incógnita*, *M. arenaria*, *M. javanica* (Vilmorin, 2010).

2.1.3 Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de tomate

El tomate es uno de los cultivos que más se ve afectado por plagas y enfermedades que le imposibilitan su comercialización (cuadro 1). Desde hace varios años se ha hecho un esfuerzo en cuanto a identificación y tratamientos de enfermedades, creando así plaguicidas, fungicidas de todo tipo y hasta variedades resistentes (Cornell University, 2006)

Cuadro 1: Plagas y enfermedades que más afectan al cultivo de tomate.

Plagas	Enfermedades
Gusano del fruto - *Helicoverpa zea*	Ceniza u oídio - *Podosphaera leucotricha*
Acaro bronceador del tomate - *Aculops lycopersici*	Podredumbre gris Botritis – *Botrytis cinerea*
Mosca blanca - *Bemisia tabaco*	Podredumbre blanca – *Allium White Rot*
Pulgones – *Aphis sp*	Mildiu – *Plasmopara viticola*
Trips – *Trips spp*	Alternariosis del tomate – *Alternaria solani*
Minador de la hoja - *Liriomyza strigata*	*Fusarium oxysporum*
Araña roja - *Tetranychus urticae*	*Verticilium lecanii*
Nematodos – *Meloidogyne*	*Damping – off – Pythium spp.*

(Cornell University, 2006)

A) El gusano del fruto

El gusano del fruto, *Helicoverpa zea* (Boddie), pertenece a la familia Noctuidae (Igarzábal, 2008), está distribuido por todas las zonas del país pero se desarrolla mejor en las zonas cálidas.

En su etapa adulta las polillas pueden llegar a medir hasta 20mm de largo y su composición física es robusta y cuando abren sus alas pueden llegar a alcanzar los 40mm. Su color varía con cada espécimen pero generalmente mantienen un color café grisáceo o café verdoso. Las alas generalmente son más claras y algunas tienen una mancha negra en el ápice.

Las larvas presentan el mismo patrón de colores variables solo que estas abarcan un amplio repertorio de colores que pueden ir desde verde hasta rosado; incluso con larvas de la misma generación y que se encuentren en la

misma área de cultivo. Todas las larvas tienes estrías longitudinales alternadas claras y oscuras, su patas son casi negras y su cabeza es amarilla y su piel es áspera y al completar su desarrollo llegan a medir de 35 a 40mm.

Los huevos pueden llegar a medir alrededor de 0.5 a 0.6 mm de diámetro y unos 0.5mm de altura, su forma es esférica con estrías verticales, generalmente son depositados en un lugar aislado de la hoja. La pupa mide alrededor de 20mm de largo y es generalmente de color café (Larraín, et al, 2001).

- **Ciclo de vida**

Esta plaga esta activa durante todo el año en zonas tropicales y subtropicales pero aumenta su población en meses cálidos del año sin importar cuál sea, el clima es la variable que indica el momento del aumento de la población. Las hembras pueden llegar a ovopositar alrededor de 3,000 huevos en cautiverio pero en campo es más usual que sean de 1,000 a 1,500 por hembra. Los huevos pueden llegar a medir alrededor de 0.5 a 0.6 mm de diámetro y unos 0.5mm de altura.

Las larvas llegan a eclosionar en 2-5 días. Al principio las larvas pueden llegar a estar juntas comiendo en la planta en la cual se transportan por toda ella hasta encontrar el lugar indicado para alimentarse y estar seguras, pero luego en estadios mayores llegan a ser muy agresivos hasta el punto del canibalismo.

Una vez pasadas tres o cuatro semanas las larvas llegan a su máximo desarrollo, un proceso que atraviesa de 5-7 estadios, estas excavan un par de centímetros en el suelo, fase de pupa, la duración de fase es de unos 13 días durante el verano, donde luego se convierten en crisálidas (figura 1) (Celaya, 2004).

Cuando emergen estas polillas por lo general llegan a medir de 32 a 45 mm. Los adultos son principalmente nocturnos y en los treinta días que sobreviven solo se les puede ver de noche y durante el día se esconden entre la vegetación. La ovoposición se realiza principalmente de noche por el hábito nocturno que poseen los adultos (Capinera, 2000).

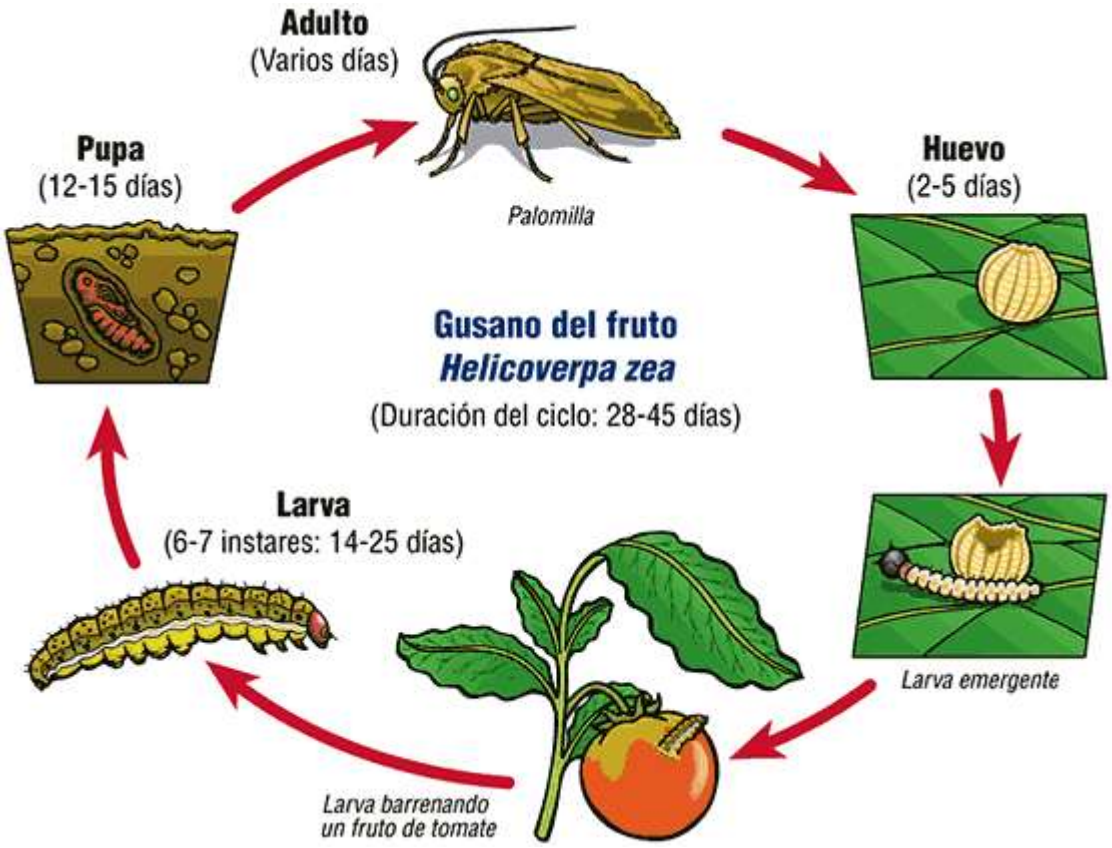

Figura 1: Ciclo de vida de *Helicoverpa zea* (Bayer CropScience, 2015).

- **Daño que causa en el tomate**

Son numerosos los cultivos que ataca *Helicoverpa zea* por la que se le conoce con diferentes nombres comunes en las diferentes áreas que atacan. Las larvas atacan preferiblemente flores, brotes y frutos.

En el tomate y el chile las larvas se alimentan al principio de las hojas y flores de la planta pero alrededor de los 45 días comienza a aparecer el fruto y los gusanos se dirigen a masticarlo, abriendo túneles dentro del fruto y comienza a comérselo desde el interior lo que hace imposible su comercialización. Además cuando se encuentran en los túneles dentro del tomate van dejando abundante heces fecales, en donde se desarrollan microorganismos y larvas de dípteros que son los agentes causantes de las pudriciones acuosas de los frutos. Un gusano puede llegar a afectar hasta tres frutos (Gastelúm, 2011).

2.2 PRODUCTOS UTILIZADOS PARA SU CONTROL

2.2.1 Endosulfan

Es un insecticida químico de un grado de toxicidad muy tóxico y su uso principal es agrícola para el control de una amplia gama de insectos en varios cultivos. Tiene una acción selectiva para parásitos e insectos benéficos (Makhteshim, 2013).

Para la preparación se llena con agua la mitad de una bomba de 16 L y se mezcla con la dosis requerida dependiendo la plaga a tratar (1.0 a 1.4 L/ha) (Makhteshim, 2013). La aplicación debe de realizarse de forma foliar. Este insecticida actúa por contacto o ingestión y no tienen ningún efecto sistémico o tras laminar en la planta (Makhteshim, 2013).

Es recomendable que después que aparezcan los primeros síntomas de daño se repita la dosis anterior cada 7 a 14 días pero suspender la aplicación 15 días antes de la cosecha (Makhteshim, 2013).

2.2.2 Productos biológicos

Son los productos utilizados para evitar la degradación de los ecosistemas, los cuales respetan el ciclo natural de los cultivos, lo cual al evitar el desgaste de los suelos no es necesario utilizar un abono químico que contamine el suelo.

El insecticida biológico o natural está elaborado respetando el medioambiente y nuestra salud. Estos productos, a diferencia de otros insecticidas convencionales, están compuestos por plantas, aceites vegetales y un activo no químico que determinará sus efectos. Este activo se extrae, muy a menudo, de plantas con propiedades insecticidas (Bonet, 2009).

A) *Bacillus thurigiensis* (Bt)

Es una bacteria Gram-positiva, aerobia estricta, que durante su ciclo de vida presenta dos fases principales: crecimiento vegetativo, donde las bacterias se duplican por bipartición, y esporulación, un programa de diferenciación de bacteria a espora. *Bacillus thurigiensis* (Bt) es considerada una bacteria ubicua, ya que se ha aislado de todas partes del mundo y de muy diversos sistemas, como suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos, telarañas, etc. A Bt se le caracteriza por producir un cuerpo paraesporal conocido como cristal durante su fase de esporulación, el cual es de naturaleza proteínica.

Modo y mecanismo de acción: El mecanismo de acción del *Bacillus thurigiensis* por medio de las proteínas Cry que se descubrió principalmente por atacar lepidópteros, como lo es *Helicoverpa zea*, pero su mecanismo de acción consta de diferentes etapas (figura 2). Los cristales de Bt son ingeridos por el lepidóptero y luego solubilizados en el intestino del insecto que los consumió, tras lo cual liberan las proteínas cristalinas en forma de protoxina, la cual no las matara al instante sino que deberán ser procesadas por el intestino del insecto para que las toxinas se activen y lleven a la muerte a la larva.

Por su forma de rombo, las toxinas atraviesan la membrana peri trófica y se unen univalentes a la caderina, con afinidad en la cara apical de la membrana epitelial. Luego se inicia una cascada de señalización dependiente del ion magnesio que sería el responsable de la muerte celular (Soberón y Bravo, 2007).

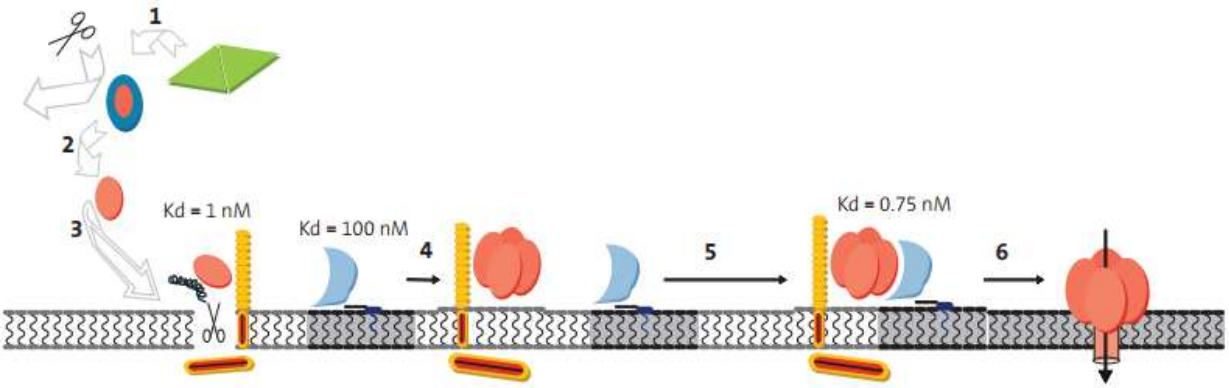

Figura 2: Esquema de los diferentes eventos en el modo de acción de la proteína Cry. (1) Solubilización, (2) Procesamiento, (3) Unión a receptor caderina, (4) Formación del pre-poro, (5) Unión a receptor aminopeptidasa, (6) inserción a membrana (Soberón y Bravo, 2007).

Plagas que combate: Bacillus thurigiensis combate una gran cantidad de insectos-plaga en varios cultivos (cuadro 2).

Cuadro 2: Plagas que ataca *Bacillus thuringiensis.*

Plagas que controla	**Cultivos que protege**
Gusano del fruto del tomate (*Helicoverpa zea)*	Tomate
Cogollero del repollo(*Spodoptera frugiperda)*	Repollo
Gusano de la hoja del banano *(Ceramidia sp.)*	Banano
Polilla dorso de diamante *(Plutella xylostella)*	Col
Medidor del algodón *(Alabama argillacea)*	Algodón
Gusano del fruto del melón (*Diaphania nitidalis* S.)	Melón
Gusano defoliador de la palma *(Opsiphanes cassina F.)*	Palma africana

Soyero o Caterpillar *(Megalopyge opercularis)*	Soya
Falso medidor del repollo *(Trichoplusia ni)*	Caña de azúcar
Falso medidor pata negra *(Autographa Brassicae)*	Maíz

Fuente: Agrícola El Sol, 2013.

Investigaciones anteriores realizadas con *Bacillus thurigiensis:* En investigaciones realizadas en San Jerónimo, Baja Verapaz, donde se evaluaron agentes de control biológico (*Bacillus thurigensis*, Virus de la poliedrosis y Tricogramas) y dos ingredientes químicos (*Azadarichta* indica más Carbonato de Sodio y Permetrina) para el control del complejo del gusano del fruto de tomate, aplicados al inicio de la floración. Los tratamientos evaluados fueron 1 litro por hectárea de *Bacillus thurigiensis,* 2) Aplicar 1.4 kilogramos por hectárea de VPN Ultra que es una conformación de varios virus 3) Se liberaron 30,000 avispas *Trichograma* por hectárea y se añadieron dos veces más 4.000 avispas. 4) *Bacillus thurigiensis* con VPN Ultra. 5) *Bacillus thurigiensis* con *Trichograma*. 6) *Trichograma* con VPN Ultra. 7) Extracto de semilla de Azadirachta indica (Nim) más carbonato de sodio, 1 litro por hectárea y por último se utilizó el testigo Permetrina 1.5 litros por hectárea (López, 2000)

Zenner, Álvarez, y Arévalo (2009) evaluaron las respuestas de *Helicoverpa zea* a la Toxina Cry1Ac del *Bacillus thuringiensis* en diferentes concentraciones, en la cual se evaluó la mortalidad y el desarrollo del gusano. Se utilizaron diferentes dosis para evaluar el efecto de cada una en el gusano estas dosis seriadas de 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, y 10.0 µg/ml, estaban basadas en la solución madre de 100 µg/ml, se incorporaron a la dieta merídica y un testigo absoluto. De las cuales se concluyó que las concentraciones obtenidas en este estudio, se pueden considerar como una línea base de mortalidad para el *H. zea* procedente de maíz (Zenner, et al, 2009).

B) *Metarhizium anisopliae*

Es un hongo que se distribuye ampliamente en el suelo, anteriormente solía llamarse *Entomophthora anisopliae*. El uso más común que se le da es como agente microbiano contra los insectos, la primera vez que fue utilizado fue en 1879 por Elie Metchnikoff que hizo pruebas con este para controlar el escarabajo del grano del trigo, *Anisoplia austriaca*. También fue utilizado para controlar el gorgojo de azúcar de la remolacha, *Cleonus punctiventris*.

Se cree que *M. anisopliae* puede llegar a controlar aproximadamente a más de 200 especies de insectos y otros artrópodos (cuadro 3). *M. anisopliae* se clasifica como un hongo muscardina verde debido al color verde de las colonias esporuladas y aunque se sea toxico para los mamíferos, la inhalación de sus esporas puede provocar reacciones alérgicas en los individuos (Cloyd, 1999).

Modo y mecanismo de acción: Este hongo entra a los insectos por medio de espiráculo y poros en los órganos de los sentidos. Una vez dentro del insecto, el hongo produce una extensión lateral de las hifas, que eventualmente proliferar y consumir los contenidos internos del insecto. Este proceso sigue hasta que el insecto comienza a llenarse de micelios, luego de haberse consumido los contenidos internos del insecto, el hongo se rompe a través de la cutícula y esporulados. El hongo *M. anisopliae* es bastante resistente a las condiciones adversas del ambiente y se ha demostrado que puede liberar esporas bajo condiciones de humedad. Se alimenta de los lípidos que obtienen con la cutícula y puede producir metabolismo secundario (Cloyd, 1999).

Cuadro 3: Plagas de combate *Metarhizium anisopliae.*

Plagas que controla	**Cultivos que protege**
Gusano del fruto *(Helicoverpa zea)*	Tomate
Gallina ciega *(Phyllophaga spp.)*	Maíz
Gusano nochero *(Agrotis spp.)*	Frijol
Gusano alambre *(Agriotes sp.)*	Melones
Chinche salivosa *(Aenolamia sp.)*	Fresas
	Brócoli
	Repollo
	Coliflor
	Caña de Azúcar
	Pastos

(Agrícola El Sol, 2013)

Investigaciones anteriores realizadas con *Metarhizium anisopliae:* En la investigación sobre el efecto del hongo entomopatógeno *M. anisopliae* sobre el control de larvas del gusano cogollero bajo condiciones de campo. Se pudo demostrar que las larvas de esta plaga son susceptibles al insecticida empleado en el estudio, al grado de lograr un índice de daño inferior a 6 y alrededor del 7 si se aplica a la mitad de la dosis, junto con el hongo *M. anisopliae* (Lezama, Molina, López, Pescador, Galindo, Ángel y Michel, 2005). Lo que los llevo a concluir de que dos aplicaciones de insecticida son capaces de mantener a la planta con índice de daño menor a 8, valor establecido como umbral económico de daño (Bottrell, 1979).

C) Beauveria bassiana

Es un hongo entomopatógeno que se encuentra principalmente en el suelo pero también se puede encontrar en algunas plantas. Los climas templados y húmedos favorecen en gran medida a las epizootias. Este hongo es utilizado como insecticida microbiano y las larvas que infecta se tornan de color blanco o gris y entre los insectos que ataca podemos encontrar a la mosca blanca, algunos áfidos, saltamontes, termitas, escarabajos, gorgojos, chinches, hormigas y mariposas.

Dependiendo de sus cepas así también dependerá su nivel de virulencia, patogenicidad y rango de hospederos, en el suelo se desempeñan como saprofitos (cuadro 4). Lamentablemente con este hongo no solo los insectos-plaga se ven afectados también algunos insectos benéficos pueden ser afectados pero existen métodos de aplicación para evitar que este hongo provoque la muerte de insectos benéficos, como por ejemplo es crear trampas o cebos de feromonas contaminadas con el hongo, las cuales solo atraerían especies específicas (Nicholls, 2008).

Modo y mecanismo de acción:*Beauveria* al igual que los demás hongos produce esporas que es la etapa más infecciosa del ciclo de vida de los hongos. Su modo de acción comienza cuando las esporas caen sobre la parte exterior de la piel del insecto. En condiciones adecuadas las esporas se adhieren a la piel y comienzan a germinar, las hifas que emergen de la espora segrega enzimas que comienzan a disolver la piel del insecto hasta comenzar atacar en su interior. Una vez dentro se comienza a producir una toxina llamada beauvericina que ataca al sistema inmunológico del insecto (Mahr, 2010).

Cuadro 4: Plagas que combate *Beauveria bassiana.*

Plagas que controla	**Cultivos que protege**
Barrenador del tallo de la caña de azúcar *(Cosmopolites sordidus)*	Algodón
Broca del grano del café *(Hypothenemus hampei)*	Caña de azúcar
Mosca blanca *(Bemisia tabaci)*	Café
Gusano del fruto *(Helicoverpa zea)*	Cardamomo
Picudo del banano *(Cosmopolites sordidus)*	Chile
Picudo del cardamomo *Cholus (subcaudata) pilicauda*	Sandia
Picudo del chile *(Anthonomus eugenii)*	Tabaco
Picudo del tabaco*(Trichobaris championi)*	Melón
Tortuguillas del banano *(Diabrotica Sp)*	Fresas
Trips	Tomate

(Agrícola El Sol, 2013)

Investigaciones anteriores realizadas con *Beauveria Bassiana:* Prasad (2010), evaluó cuatro diferentes dosis (0.1, 0.125, 0.2 y 0.25 de 108 esporas / ml) de *Beauveria bassiana* vía tópica para controlar larvas de *Helicoverpa armiguera*. Los resultados obtenidos muestran que los hongos entomopatógenos producen micotoxinas que mata al huésped mediante la inducción degeneración progresiva de los tejidos del huésped, debido a la pérdida de la integridad estructural de las membranas seguido de deshidratación de las células como resultado de pérdida de fluido.

D) Virus de la poliedrosis

El Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) pertenece a la familia Baculoviridae, la cual tiene la capacidad de atacar gran cantidad de especies de insectos, entre ellos los lepidópteros que son su principal víctima (cuadro 5). Es utilizado como insecticida microbiano, la cual compite favorablemente con insecticidas sintéticos por el control de plagas de importancia agrícola, sin causar daños a los insectos benéficos.

En un gran mercado donde se compite por controlar de una manera efectiva las plagas, el virus de la poliedrosis presenta varios obstáculos para su superación, tales como su lenta acción letal y el alto costo de producción in vivo (Borges, Vargas y Álvarez, 2000).

Modo y mecanismo de acción: El virus entra al cuerpo del insecto por medio de intestino, se replican en muchos tejidos y pueden interrumpir componentes de la fisiología de un insecto, lo que interfiere con la alimentación, la puesta de huevos, y el movimiento.

Normalmente el modo de infección del VPN es por medio de que el insecto ingiera el hongo pero también un modo de transmisión es de insecto a insecto durante el apareamiento o la puesta de huevos. Algunos insectos benéficos pueden propagar el virus al momento de que los insectos malos estén buscando hospederos para colocar los huevos.

Este virus es resistente a cambios climáticos y puede sobrevivir al invierno o hibernación de insectos para volver a establecer la infección en las temporadas siguientes.

Este virus no representa una amenaza para los animales domésticos, ni para el ser humano y con los insectos beneficiosos solo afecta a algunos lepidópteros que no permite que completen su desarrollo (Hoffman y Frodsham, 1993).

Cuadro 5: Plagas que controla el Virus de la poliedrosis.

Plagas que controla	**Cultivos que protege**
Barrenador de la Caña de Azúcar *(Cosmopolites sordidus)*	Alfalfa
Gusano Bellotero *(Helicoverpa zea)*	Algodón
Gusano Cabrito *(Caligo illioneus*)	Banano
Gusano Cogollero *(Spodoptera frugiperda)*	Tomate
Gusano de la hoja del Banano *(Ceramidia sp.)*	Brócoli
Gusano de la yema del Tabaco	Caña de azúcar
Gusano de la Yuca *(Erinnyis ello)*	Chile
Gusano del Tallo del Melón *(Diaphania hyalinata)*	Espárragos
Gusano Peludo *(Spodoptera* spp*.)*	Fresas
Gusano Perforador *(Neoleucinodes elegantalis)*	Palma africana

(Agrícola El Sol, 2013).

b) Investigaciones anteriores realizadas con Virus de la poliedrosis

Waqas, Usman, Nasir, Abdul y Tahir (2012) investigaron sobre la eficiencia de insecticidas *Azadimchta indica*, virus de la poliedrosis nuclear y clorantraniliprol solo o combinado contra poblaciones de campo de *Helicoverpa armigera* (NOCTUIDAE).

Las larvas infectadas con VPN mostró el síntoma de secreción de contenido del cuerpo, la transparencia y el estiramiento del cuerpo.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO

El tomate es uno de las hortalizas más importantes de Guatemala. Para el año 2011 se superó la cifra record de 11,000 hectáreas cultivadas (MAGA, 2011).

Paralelamente a la expansión del cultivo se han desarrollado últimamente varias plagas, que le han creado una barrera para que este pueda ser comercializado. Una de las plagas más importantes que afecta el cultivo del tomate es el gusano del fruto *Helicoverpa zea*.

El gusano del fruto es un lepidóptero que se alimenta del follaje de las hojas y en especial de sus frutos, su daño comienza a observarse cuando los frutos aún están verdes, los daños son tan significativos que es imposible su comercialización, los daños que produce el gusano del fruto pueden llegar a causar una disminución hasta del 40% de la producción, causándole grandes pérdidas al productor (Davidson y Lyon, 1992).

Según cifras del MAGA para el año 2006 se estaba obteniendo un rendimiento 43 toneladas por hectárea cosechada, pero debido a los problemas que ha tenido el tomate con las diferentes plagas que lo afectan, ese rendimiento para el año 2011 se redujo a 34 toneladas por hectárea, poniendo en peligro la inversión de los productores y la cosecha de tomate (MAGA, 2011).

En una entrevista personal al Ingeniero González que es un productor del área desde hace más de cinco años, manifestó que la presencia del gusano del fruto ha sido alta, ya que ha estado presente todos los años que él ha producido, haciéndolo perder entre 3,750 a 5,000 Kg (150 a 200 cajas) de tomate, aun con su plan de control químico para esta plaga. También indicó que los productores de la zona pierden la misma cantidad de Kg por ha por el mismo problema, haciéndolos perder fuertes cantidades de dinero que redondean de Q25, 000.00 a Q35, 000.00 dependiendo el precio del tomate en ese momento (González, 2013).

Estas razones han llevado a que anualmente los productores del área inviertan grandes cantidad de dinero, alrededor de Q2, 000.00 por hectárea en plaguicidas (González, 2013), sin respetar el número de aplicaciones y las dosis recomendadas, su uso masivo ha ocasionado efectos perjudiciales sobre los agro-ecosistemas tales como: desarrollo de resistencia, resurgimiento de plagas secundarias o provocadas, contaminación del medio ambiente y por ende causando efectos adversos a la salud humana.

El problema del gusano del fruto es una de las mayores causas de pérdidas económicas para los productores de tomate de Guatemala, los daños que causa en el fruto evitan su comercialización provocando grandes pérdidas de hasta el 10% de la producción (González, 2013).

La única opción hasta el momento era el control químico pero con el tiempo de utilizar este y por el abuso indiscriminado del mismo se comenzaron a observar las consecuencias de su uso como la resistencia de la plaga a estos productos, obligando a invertir más en controles para el gusano y aumentando la dosis recomendada para tratar de hacer el control más eficaz, perjudicando grandemente al medio ambiente.

Es necesario buscar nuevas alternativas viables y eficaces que sustituyan a insecticidas químicos que se utilizan para el control de *Helicoverpa zea*; en ese sentido, se evaluaron cuatro productos biológicos de diferentes cepas, que se encuentran disponibles en el mercado para que los productores les sea de fácil adquisición. A demás estos productos biológicos están registrados por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y poseen la autorización de libre venta. También todos los productos pertenecen a la franja verde de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con un grado de toxicidad IV, lo que hace de los productos sean más amigables con el medio ambiente.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de cuatro agentes de control biológico para el manejo del gusano del fruto (*Helicoverpa zea*) en el cultivo del tomate, en Pueblo Nuevo Viñas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar epidemiológicamente el efecto supresivo de agentes de control biológico para el control de *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate.

- Estimar el daño de frutos causados por *H. zea* bajo la acción de cuatro agentes de control biológico en el cultivo del tomate.

- Determinar el efecto de las aplicaciones de los entomopatógenos (*Bacillus thurigiensis, Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana* y Virus de la Poliedrosis) sobre el rendimiento de tomate.

V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los cuatro agentes de control biológico evaluados será efectivo para el control del gusano del fruto (*Helicoverpa zea*) en el cultivo de tomate en Pueblo Nuevo Viñas.

Al menos uno de los tratamientos de control biológico evaluados producirá un mejor rendimiento en el cultivo de tomate en Pueblo Nuevo Viñas.

Al menos uno de los cuatro agentes de control biológico evaluados tendrá una mejor relación beneficio-costo al final del experimento.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÒN

La investigación se realizó en los campos de producción de la finca La Casita, ubicada en el municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, a una altura de 912msnm, coordenadas geográficas 14° 19´ 24.94´´ latitud norte y 90° 27´ 42.46´´ longitud oeste (Google Earth, 2013). Según datos de la página oficial de la municipalidad de Pueblo Nuevo Viñas la precipitación anual media es de entre 2,000 a 2,800 milímetros anuales, una temperatura media que oscila entre los 20ºC y 28ºC y una humedad relativa del 50%, teniendo predominantemente un clima cálido templado.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El experimento se realizó con tomate variedad Retana. Los tratamientos entomopatógenos que se evaluaron se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6: Organismo entomopatógenos utilizados en el experimento.

Organismos entomopatógenos	Nombres comerciales
Bacillus thuringiensis	Dipel (Bayer)
Metarhizium anisopliae	*Metharizium anisopliae* (Successo)
Beauveria bassiana	*Teraboveria* (Agrícola El Sol)
Virus de la poliedrosis nuclear	VPN Ultra (Agrícola El Sol)

6.3 FACTOR A ESTUDIAR

El factor estudiado fue el efecto insecticida de los entomopatógenos *Bacillus thurigiensis, Beauveria bassiana, Metharizium anisopliae* y virus de la poliedrosis nuclear sobre el control de *Helicoverpa zea.*

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se evaluaron se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Los tratamientos evaluados para el control del gusano del fruto de tomate en Pueblo Nuevo Viñas.

Cuadro 7: Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Agente de control biológico	Código de identificación	Dosis producto comercial	Concentración de i.a
T1	*Bacillus thuringiensis*	BT	500 g/ha	1.6 x 10^{10} UFC/ha
T2	*Beauveria bassiana*	BB	1 L/ha	3.6 x 10^{11} conidias/ha
T3	*Metarhizium anisopliae*	MET	1 L/ha	5 x 10^{12} conidias/ha
T4	Virus de la poliedrosis nuclear	VPN	1 kg/ha	8 g de Cuerpos Poliédricos del VPN de *Autographa califórnica*
T5	Testigo relativo - Endosulfan	END	1 L/ha	350 g i.a. /ha
T6	Testigo absoluto – Agua	AGU	-	-

Los tratamientos constaron de cuatro repeticiones cada uno y estas se realizaron cada 7 días.

Los tratamientos se aplicaron cuando las larvas sobrepasaron el umbral de acción, alrededor del día 45 según datos de la finca cuando ya comenzaron a desarrollarse los primeros frutos verdes del tomate.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL – UNIDAD EXPERIMENTAL.

Se estructuraron parcelas de observación, 24 en total, para un total de 744.12 metros cuadrados, correspondiendo a 124.02 metros cuadrados para cada uno. Dentro de cada parcela bruta se tuvo 943 plantas, de las cuales 156 fueron consideradas como parcela neta. Las parcelas que compusieron la unidad experimental para cada tratamiento se encontraron distribuidas aleatoriamente correspondiendo a un arreglo completo al azar con repeticiones en el tiempo. Los datos se sumaron para el análisis final.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado se detalla a continuación.

Yij = u + Ti + Eij {i = 1,2,… t y j = 1,2,… r

Siendo,

Yij = variable de respuesta de la ij – ésima unidad experimental.

U = medida general de la variable de respuesta.

Ti = efecto del i – ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

Eij = error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental. (López, 2009).

6.7 CROQUIS

Este fue el croquis explicando cómo se aplicó los tratamientos en campo. Cada parcela de tratamiento fue de una dimensión de 12.5m de ancho por 8.33m de largo y todas sumadas hacen 2,500m^2.

T5	T4	T4	T6
T2	T6	T3	T3
T6	T3	T1	T4
T3	T1	T5	T2
T4	T2	T2	T5
T1	T5	T6	T1

Figura 3: Distribución de los tratamientos en el área experimental para evaluar cuatro entomopatógenos para el control del *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate.

6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Preparación del terreno:

El terreno se mecanizó con dos arados comenzando desde el eje Y negativo hasta Y positivo y luego desde el eje X negativo hacia el eje X positivo.

Elaboración de surcos:

Los surcos se realizaron manualmente con azadón, dejando una distancia de 1.30 m entre surcos y cada surco con 50m de largo con 45 cm de ancho.

Colocación de riego:

Se colocaron mangueras de riego por goteo en el centro del surco con un largo de 50m cada manguera. Estas fueron colocadas desde el primer día junto con la colocación del mulch para evitar problemas de daño a la planta cuando esta fuera trasplantada.

Colocación de Mulch:

Luego de la elaboración de los surcos se colocó al siguiente día un mulch de color negro sobre los surcos, con un grosor de 1.25mm para proteger la raíz de la planta, este fue colocado desde el principio del surco y estirado hacia el final con el fin de cubrir toda el área donde se encontrará la raíz de la planta.

Trasplante:

Luego de colocar las mangueras de riego por goteo y el mulch se realizó el trasplante de pilones de la variedad Retana comprado en la Pilonera local. Los cuales fueron esterilizados físicamente siendo sometidos a alta temperaturas para evitar problemas con nematodos que puedan afectar el pilón.

Riego:

Se realizó riego por goteo para el mayor aprovechamiento del agua que es escasa en la zona. El agua es obtuvo de un pozo que se encuentra dentro de la finca cerca de la zonas de siembra.

Fertilización:

La fertilización se realizó de acuerdo al el plan de la finca, el cual se muestra en el anexo 1.

Control de plagas:

El control de plagas se realizó con base al monitoreo de las mismas y según los datos obtenidos se aplicaron el control correspondiente. Ver en anexos el cuadro 14 donde se expresa las aplicaciones de control de plagas más detallado.

Control de malezas:

El control de malezas se realizó manualmente cada 15 días, sólo realizándolo entre surcos y alrededor de las parcelas.

Tutorado:

Se colocó varas de bambú a los 45 días después de trasplante, cada vara con una altura de 2m y se coloca a 25cm de las plantas de tomate; como guías se utilizó rafia (pita plástica).

Cosecha:

La cosecha se realizó por medio de recolección manual y los frutos se clasificaron en 1era calidad, 2da calidad y frutos de descarte. Esta se realizó a los 90 días después de trasplante

6.9 VARIABLES DE RESPUESTA

- Control de la larva

En cada parcela se realizó un conteo de larvas muertas en campo en cada parcela donde se aplicaron los productos, recogiendo larvas muertas del suelo en toda el área que conforma cada parcela y la cantidad de larvas recogidas fueron comparadas entre los seis tratamientos que se aplicaron. Esto fue realizado 7 días después de la aplicación de los tratamientos debido a que muchas larvas entran en un periodo de diapausa en donde se debe dejar cierto periodo de tiempo para poder observar si las larvas están realmente muertas.

Se comenzó cuando las larvas rebasaron el umbral de daño que según el propietario de la finca esto ocurre alrededor del día 45 dds y se finalizó hasta el día 90 cuando se coseche el tomate, haciendo esto cada 7 días. Durante estos días se tomó muestras de 50 plantas al azar dentro del área bruta designada.

El control de la larva se medirá por medio de la mortalidad de la misma haciendo análisis para obtener que tratamiento evaluado fue el que mejor control obtuvo.

- Daños en el fruto

En cada parcela de aplicación se hizo un recuento de la cantidad de frutos dañados mensualmente por el gusano del fruto en cada parcela donde se aplicaron los tratamientos y se compararan entre ellas para ver cuál es la que menos daños obtuvo.

- Rendimiento

Esta variable inicio desde el principio hasta el final de la cosecha. Diariamente se contabilizaron la cantidad de frutos cosechados, registrándose el tamaño, color y calidad. La clasificación de estándares de primera, segunda y tercera calidad se estableció por medio del peso como se realiza en los mercados donde se vende el producto como por ejemplo en la Central de Mayoreos (CENMA), la primera calidad se maneja a mayor de 115g, la segunda calidad se encuentra entre 115 y 75g y la tercera es menor a los 75g. Para clasificar por color, se ve la intensidad del color del fruto y si está limpio y sin manchas, así es como se clasifica por color. Se clasifico el fruto dañado (rechazo) y el que cumple con lo que el mercado requiere. Esta información se calculó por hectárea de producción.

6.10 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

6.10.1 Elaboración de gráficos de larvas muertas

Se realizaron conteos de larvas controladas a los 5 días luego de la aplicación de los agentes de control biológico, con éstos, en función del tiempo, se elaboraron las curvas de progreso del parasitismo y se realizaron los análisis y comparaciones correspondientes.

a. Comparación de área bajo la curva de larvas muertas en relación al tiempo

Con éste indicador se comparó la efectividad en función del tiempo y para el período de tiempo en cuestión, la efectividad del controlador biológico.

b. Tasa máxima de infección

Como un parámetro de la capacidad infectiva de los agentes de control biológico se estimara en función de la mayor mortalidad observada de acuerdo a los intervalos entre observaciones, se calculara también para endosulfan y agua sin embargo se aclara que no se hace referencia a su capacidad infectiva sino a su capacidad o efecto supresivo.

6.10.2 Resumen de daño en fruto

A lo largo de la investigación se contaron todos los frutos dañados para la parcela neta establecida, al final de ésta se acopiaron y presentaron resumidos en un cuadro los valores correspondientes por agente de control biológico.

6.10.3 Resumen de rendimiento comercial

A lo largo de la investigación se contaron todos los frutos dañados para la parcela neta establecida, al final de acopian y presentan resumidos en un cuadro los valores correspondientes por agente de control biológico.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta el análisis de intensidad de infección y otros elementos para considerar en la comparación de los agentes de control biológico empleados en la evaluación.

7.1 Comportamiento de la epizootia

En función de haber liberado agentes de control biológico para el control de lepidópteros, se atribuye, a diferencia del tercer tratamiento mostrado en la tabla de marcas (AGU) en el que sólo se aplicó agua, la mortalidad en número de individuos para la suma de las unidades experimentales 39 plantas se muestra en los siguientes gráficos, primero en conjunto y luego por tratamiento el comportamiento de la variable.

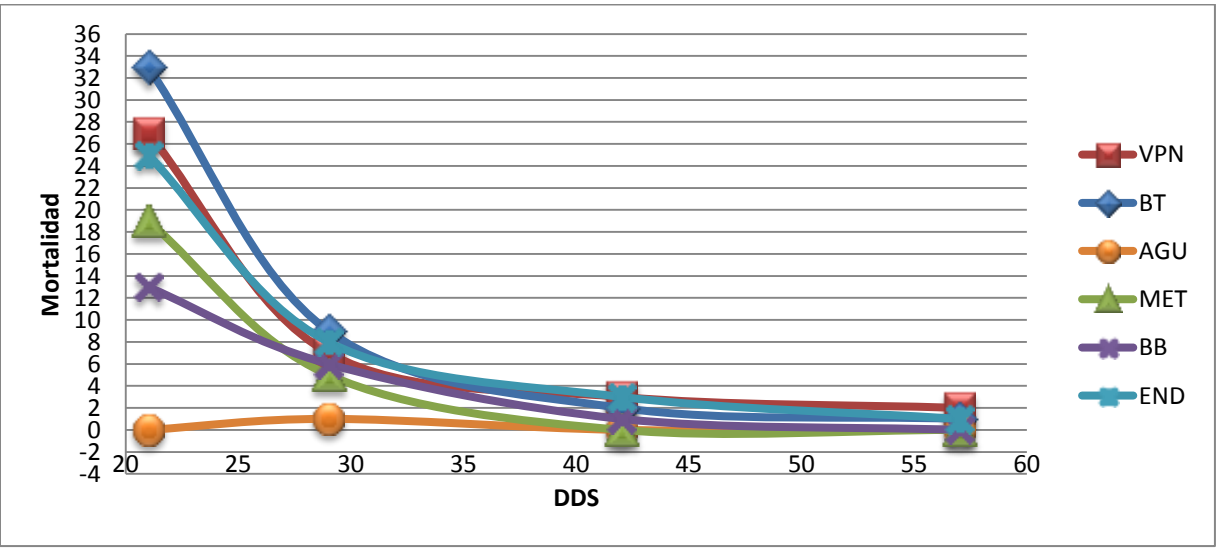

Figura 4: Comportamiento de la variable mortalidad, por tratamiento.

La mortalidad no se expresa en porcentaje; sino en función de la dinámica de la población estudiada, para la cual no se obtuvo un nivel poblacional total de referencia. Al momento de la exposición a los agentes de control biológico, tampoco se pudo identificar la magnitud de la presencia de las larvas, siendo válido aun así, la comparación de individuos controlados, por tratamiento (Márquez & López, S.F.).

En la figura 4 se puede observar que en todos los casos el nivel poblacional decrece alrededor del día 20, momento en el que se cuantifica la mortalidad a 7 días de la primera aplicación, aunque las tasas de infección en función del tiempo son variables. Puede notarse que aunque la mortalidad cuantificada fue distinta, al final, ésta tiende a cero, por referencia de muestreo, de igual la población de la plaga estudiada.

A continuación se presenta el comportamiento de la variable por cada tratamiento aplicado.

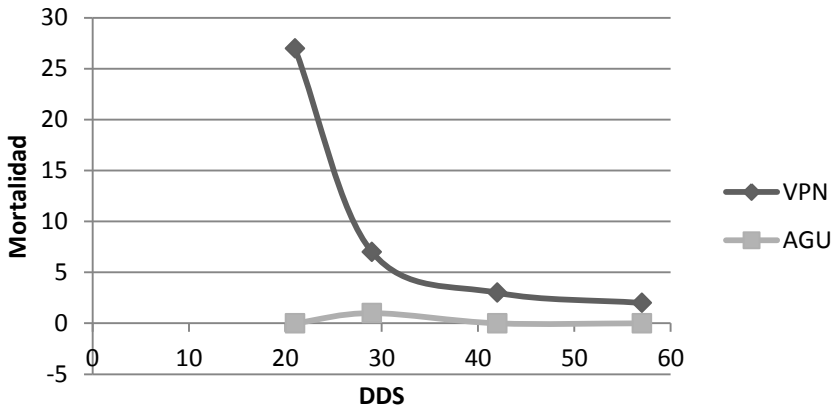

Figura 5: Comportamiento de la variable mortalidad de *Virus de la poliedrosis nuclear*.

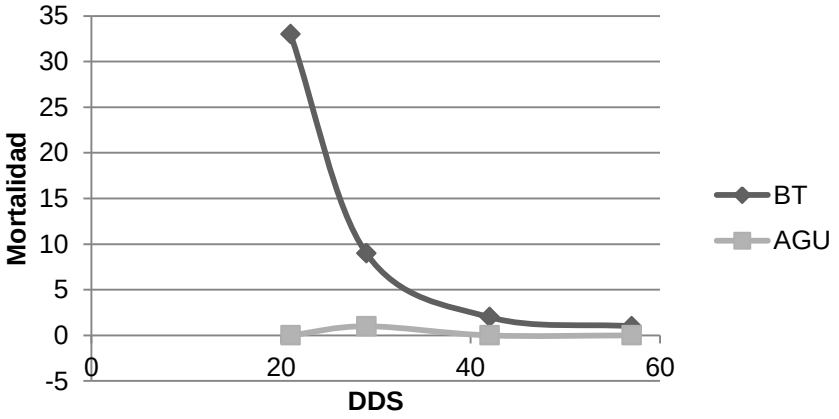

Figura 6: Comportamiento de la variable mortalidad de *Bacillus thuringiensis*.

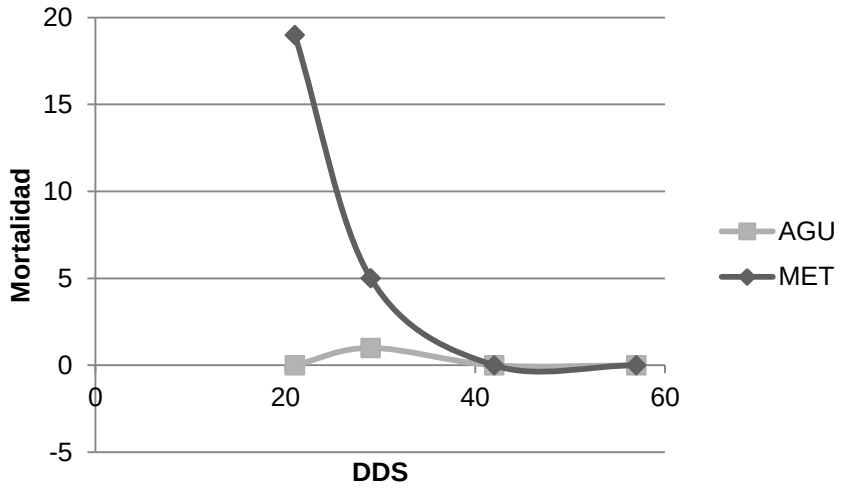

Figura 7: Comportamiento de la variable mortalidad de *Metarhizium anisiopliae*.

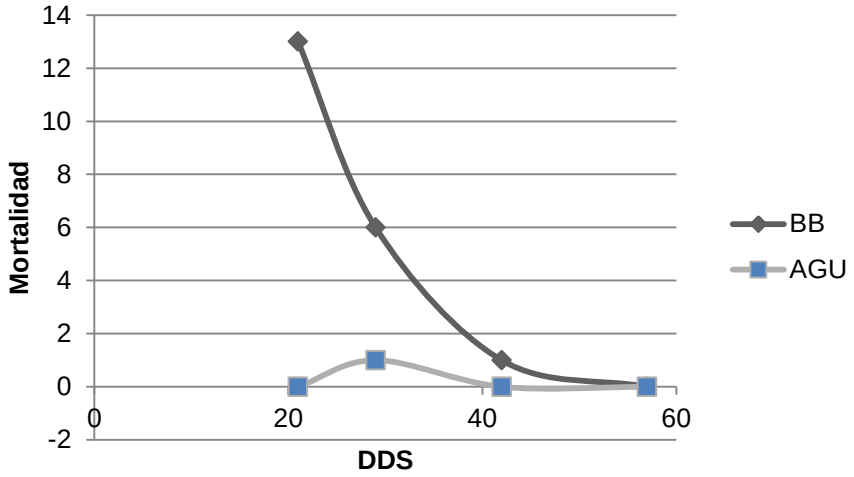

Figura 8: Comportamiento de la variable mortalidad de *Beauveria Bassiana*.

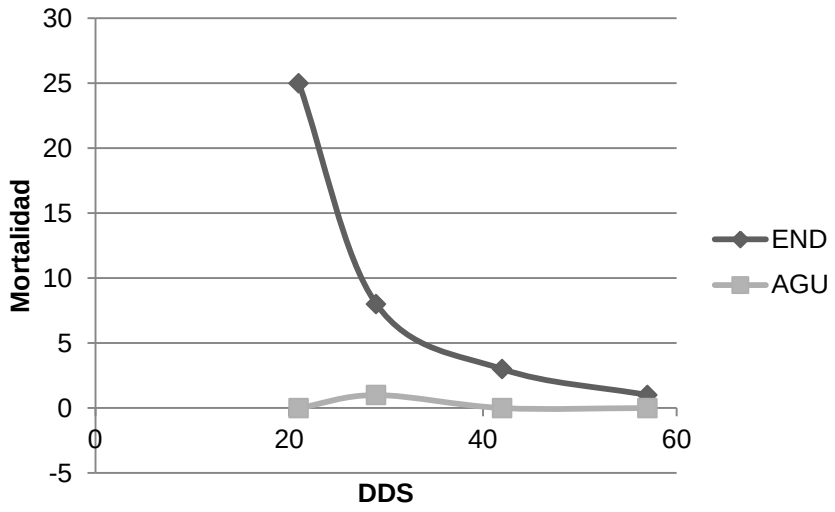

Figura 9: Comportamiento de la variable mortalidad de Endosulfan. Las flechas indican aplicación de tratamiento.

En las figuras anteriores se muestra el comportamiento de la mortalidad a lo largo de 60 días. Se puede observar una caída gradual diaria de la mortalidad después del día 20 en cada tratamiento. Esto se atribuye a la reducción de la población de *Helicoverpa zea* por la primera aplicación, por lo cual para las aplicaciones 2, 3 y 4 los valores de mortalidad fueron inferiores.

7.2 Área bajo la curva de mortalidad

Para garantizar la diferenciación en cuanto a la velocidad de la epizootia inducida con la aplicación de agentes de control biológico se integra a las curvas de desarrollo de la epidemia mostrada, las respectivas áreas bajo la curva de la enfermedad, que se calcularon de acuerdo a las dos metodologías indicadas en el acápite del cuadro.

Cuadro 8: Áreas bajo la curva de mortalidad de *Helicoverpa zea.*

Tratamiento	Trapecio	Simpson
BT	1350	1600
VPN	1170	1380
END	1110	1300
MET	720	860
BB	600	680
AGU	30	20

Puede notarse que ambos métodos concurren para el ordenamiento de los tratamientos en primer sitio al *Bacillus thuringiensis*. Puede notarse que el tratamiento sin agentes de control biológico tuvo el área más baja, descontando el área para éste de l87as respectivas, tendríamos el "tamaño del efecto" para los tratamientos restantes.

La interpretación de las áreas presentadas es simple, a mayor área, mayor el nivel de mortalidad en función del tiempo. Analizándose como epidemia monocíclica, a su vez indicaría la mayor tasa de infección en función del tiempo. Cabe indicarse que los patógenos evaluados no son mono cíclicos, sin embargo, el período de tiempo para la evaluación realizada consiste en solamente uno de ellos, completado en individuos plaga, luego, no fueron observados.

Puede notarse que los dos primeros *Bacillus thurigiensis* y *Virus de la poliedrosis nuclear* fueron superiores al Endosulfan, COP, restringido en Guatemala y próximo a salir del mercado por su alta toxicidad residual, lo que indica alto potencial como alternativas al control químico de la plaga bajo estudio. Estos resultados se deben a la resistencia que el Gusano del Fruto al Endosulfan ya que anteriormente este producto era utilizado de una forma des moderada y como único control para reducir la población del Gusano del Fruto creando una resistencia de la plaga hacia el producto.

Se identifica a su vez que los dos tratamientos *Metarhizium anisiopliae* y *Beauveria Bassiana* son significativamente menos agresivos, mostrando cerca de un 50% menos mortalidad en función del tiempo.

Cuadro 9: Prueba de Kruskal Wallis de área bajo la curva de mortalidad.

Variable	Trat.	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
ABCEP	AGU	5	6	8.22	0	9.78	0.0777
ABCEP	BB	5	120	120.93	105		
ABCEP	BT	5	270	276.99	165		
ABCEP	END	5	222	206.32	165		
ABCEP	MET	5	144	167.91	75		
ABCEP	VPN	5	234	211.76	150		

Trat.	Ranks		
AGU	5.7	A	
BB	13.8	A	B
BT	14.6	A	B
END	19		B
MET	19.8		B
VPN	20.1		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0.05).

Del análisis anterior se puede inferir que existe diferencia estadísticamente significativa entre el agua y los agentes de control biológico *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, y un segundo grupo conformado por Endosulfan, *Metarhizium anisopliae* y Virus de la Poliedrosis Nuclear, los últimos tres producen efectos estadísticamente iguales, con lo cual se cuenta con suficientes elementos para recomendarlos como alternativa para rotación del citado COP.

7.3 Tasa máxima de infección

Se calculó la tasa máxima de infección para cada tratamiento, manteniéndose el *ranking* presentado gráficamente y a través del cálculo de áreas bajo la curva de la enfermedad.

Cuadro 10: Mortalidad máxima de *Helicoverpa zea* por agente de control biológico utilizado.

Tratamiento	Mortalidad máxima	Período requerido	MM/PR
BT	33	21	1.6
VPN	27	21	1.3
END	25	21	1.2
MET	19	21	0.9
BB	13	21	0.6
AGU	1	29	0.0

Puede notarse que los primeros tres tratamientos tienen una tasa significativamente superior al resto, más del 30% en todos los casos, teniendo la mejor el tratamiento *Bacillus thurigiensis*.

Integrando el análisis gráfico, áreas bajo la curva de la enfermedad y tasa máxima de infección, puede identificarse que los mejores agentes de control biológico para el control de larvas de *Helicoverpa zea* son *Bacillus thurigiensis* y *Virus de la poliedrosis nuclear* ambos presentando ventajas al control químico en número de individuos controlados en el período de estudio y con tasas máximas de infección (mortalidad) que MET Y BB.

Lo anterior probablemente se explique en la susceptibilidad propia de los lepidópteros a BT y VPN en (Waqa, et, al, 2012) y (Zenner, et al, 2009).

7.4 Rendimiento Comercial

Se midió el rendimiento comercial de todos los tratamientos evaluados. Los cuales mantienen un nivel similar de rendimiento, pero en la columna de frutos dañados se puede ver una diferencia mayor en la cantidad de frutos dañados.

Cuadro 11: Rendimiento comercial y frutos dañados por hectárea.

Tratamiento	Tomate de primera	Tomate de segunda	Tomate de tercera	Frutos dañados
BT	2,419.35 cajas	564.51 cajas	241.93 cajas	37.60 cajas
VPN	1,895.16 cajas	887.09 cajas	362.90 cajas	39.47 cajas
END	2,681.45 cajas	645.16 cajas	322.58 cajas	31.73 cajas
MET	1693.54 cajas	564.51 cajas	564.51 cajas	49.87 cajas
BB	1612.90 cajas	645.16 cajas	725.80 cajas	54.93 cajas
AGU	1532.25 cajas	564.51 cajas	645.16 cajas	61.60 cajas

Como se puede observar en los resultados de los tratamientos evaluados el de *Bacillus thurigiensis (BT)* fue el que obtuvo un mejor rendimiento solamente superado por el tratamiento testigo Endosulfan, obteniendo un 12% más rendimiento que el tratamiento con el rendimiento más bajo. Esto se debe a que si observamos el cuadro 9 podemos observar que *Bacillus thurigiensis* tuvo un 43% más mortalidad comparado con *Metharizium anisopliae (MET)* que en este caso fue el que obtuvo el rendimiento más bajo. La cantidad de mortalidad de los tratamientos se ve reflejada en los rendimientos comerciales porque había menor cantidad de larvas que pudieran dañar el fruto, que a su vez disminuyera el rendimiento y afectara la calidad del tomate, la cual esta especificada en la metodología apartado 6.9.

Además como se muestra en la tabla las calidades del tomate obtenido en los cortes por tratamiento variaba mucho. Como se puede observar en la tabla nuevamente el tratamiento de *Bacillus thurigiensis (BT)* tuvo la mejor calidad en los tomates obtenidos en el área donde se aplicó el tratamiento, seguido por el tratamiento del *Virus de la poliedrosis nuclear (VPN)* y con el de menor calidad de tomates fue el tratamiento de *Metarhizium anisopliae (MET).* Al igual que el rendimiento, la calidad del fruto también está ligada a la mortalidad de las larvas ya que estas antes de que aparezcan los frutos se alimentan de las hojas las cuales dependiendo de la severidad así se verá afectada la planta la cual no producirá la misma calidad y cantidad de frutos que se esperaba. Por eso al igual que el rendimiento la calidad del fruto obtenido por tratamiento dependió de la mortalidad de la larva al momento de aplicar cada tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

- Los análisis epidemiológicos realizados concurren para mostrar que tanto el Virus de la Poliedrosis Nuclear como *Metarhizium anisopliae* producen un efecto supresivo sobre *Helicoverpa zea* lo suficientemente elevado para ser estadísticamente igual al Endosulfan.

- Se pudo determinar que el agente de control biológico *Bacillus thuringiensis* (BT) fue el que obtuvo mayor efectividad en el control de las larvas de *Helicoverpa zea* por la alta mortalidad lograda tras su aplicación.

- Se estimó la cantidades de frutos dañados bajo los tratamientos evaluados, obteniendo que el tratamiento de *Bacillus thurigiensis* tuvo menor cantidad de frutos dañados.

- El rendimiento comercial sufrió un efecto en las áreas donde se aplicaron los diferentes tratamientos siendo el tratamiento *Virus de la poliedrosis nuclear (VPN)* el que obtuvo un mejor rendimiento de los tratamientos evaluados.

- El tratamiento con *Bacillus thuringiensis* obtuvo una mejor calidad en los frutos, obteniendo más cajas de tomate de primera calidad y segunda calidad comparado con los demás tratamientos evaluados.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y *Mfethrizium anisopliae* dentro de un plan fitosanitario como alternativa a Endosulfan u otros insecticidas químicos de síntesis para controlar *Helicoverpa zea* en el cultivo de tomate.

- Es recomendable revisar el plan fitosanitario que utiliza normalmente en el cultivo de tomate para evitar que algún fungicida u otro veneno de uso común inhabilite los efectos de los organismos entomopatógenos utilizados.

- Se recomienda investigar la sensibilidad de agentes de control biológico a algunos productos químicos que se usan recurrentemente en el manejo de las plagas en el cultivo de tomate.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Agrícola el sol. (2011). Productos para el control biológico y manejo integrado de plagas. Guatemala. Guatemala. http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=53

Agrícola El Sol. (2013). Bacillus Thuringiensis. Consultada el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=35&Itemid=56

Agrícola El Sol. (2013). Beauveria Bassiana. Consultada el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=38&Itemid=60

Agrícola El Sol. (2013). Metharizium anisopliae. Consultada el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=58

Agrícola El Sol. (2013). Virus de la poliedrosis. Consultada el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=40&Itemid=61

Bayer CropScience. (2015). Pests/ Gusano del fruto. Bayer CropScience México. México DF. Consultado el 28 de mayo del 2015. Disponible en http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/gfrutopests_bcs?Open&setprintmode

Bonet, Elena. (2009)¿Qué es un insecticida biológico? Consultado el 28 de mayo del 2015. Disponible en http://www.enfemenino.com/trucos/insecticidas-biologicos-s448505.html

Borges, P, Vargas, E, Álvarez, C. (2000). *acti*vidad biológica de un Virus de la Poliedrosis Nuclear en Heliothis armigera y Spodoptera exigua. Escuela Superior de Agricultura de Mossoró. Brasil. Consultado el 29 de septiembre del 2013. Disponible en http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip55/art5-a.htm

Bottrell, D. G. 1979. Guidelines for integrated control of maize pests. FAO. Plant production and protection, FAO. 18 p.

Capinera, J. (2000). Corn Earworm. Última revisión: Agosto del 2007. Universidad de Florida. Estado Unidos. Consultada el 20 de septiembre del 2013. Disponible en http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/corn_earworm.htm

Celaya, G. (2004). Ficha Técnica: Helicoverpa Zea. Guanajuato, México. Consultado el 26 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.cesaveg.org.mx/new/fichastecnicas/fichatecnicahelicoverpazea.pdf

Cloyd, R. (1999). El hongo entomopatógenos *Metharizium anisopliae*. (VI edición). Universidad de Illinois. Estados Unidos. Consultada el 25 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf607.html

Cornell University. (2006). Plagas y enfermedades del tomate. Meister Media. Consultada el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf

Davidson, R y Lyon, W. (1992). Plagas de insectos. Editorial Limusa. 8va. Edición. México D.F, México. (p.p. 351).

DeBach (2008). Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico. (1era. Edición). Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. P 1

Entrevista con el Ing. Agr. Alfredo González, productor de tomate de la región. 30 De Agosto Del 2013.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). Ficha técnica del tomate. FAO. Consultado el 10 de octubre del 2013. Disponible en http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/tomate.htm

Gastelúm, R. (2011). El gusano del fruto en tomate y chile. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Google Earth. (2013). Explorador google earth. Consultado el 28 de septiembre del 2013. Disponible en https://www.google.es/intl/es_es/earth/explore/products/

González, A. (2013, Agosto). Entrevista personal con Alfredo González.

Hoffmann, M. y Frodsham, C. (1993). Los enemigos naturales de las plagas de insectos vegetales. Extensión Cooperativa de la Universidad de Cornell, Ithaca , NY. 63 pp

Igarzábal, D. (2008). Producción de Maíz: Plagas del cultivo de maíz. CREA (Consorcio Regional de Experimentación Agrícola); Editor: Satorre, Emilio. Página/s: 163.

Larraín, P, Graña, F, Vázquez C. (2001). Plagas clave en el maíz. INIA intihuasi. Consultado el 27 de septiembre del 2013. Disponible en http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR23495.pdf

Lezama, R. Molina, J. López, M. Pescador, A. Galindo, E. Ángel, C. y Michel, A. (2005). Efecto del hongo entomopatógenos Metarhizium anisopliae sobre el control del gusano cogollero del maíz en campo. Universidad de Colima. México.

López, E. (2009). Diseño y Análisis de experimentos. (1era. Edición). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. (p.p. 19).

López, V. (2000). ´´Evaluación de agentes de control biológico para el control del complejo del gusano del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum, Miller*), Bajo las condiciones del Valle de San Jerónimo, Baja Verapaz. (1era tesis). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

MAGA. (2011). El agro en cifras 2011. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 1ra edición 2011. Ciudad de Guatemala. (p.p. 9 y 37).

Mahr, S. (2010). El entomopatogeno Beauveria bassiana. (vol. IV). Universidad de Wisconsin- Madison. Consultado el 28 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf410.html

Makhteshim Chemical Workks LTD. (2013). Ficha técnica endosulfan. Actualizado enero 2013. Guatemala.

Municipalidad de Pueblo Nuevo Viñas. (2013). Mi Pueblo Nuevo Viñas. Consultado el 30 de agosto del 2013. Disponible en http://mipueblonuevovinas.com/

Nicholls, C. (2008). Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico. (1era. Edición). Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. P 128

Prasad, A. (2010). Beauveria Bassiana (Balsamo) vuilemin: A successful biopesticide against key pest Helicoverpa armigera (Hubner). University Udaipur, Rajasthan.

Smith, A. (2001). El tomate en América. (3era. Edición). Universidad de Carolina del Sur. Estado Unidos

Soberón, M. y Bravo, A. (2007). Las toxinas Cry de Bacillus thuringiensis: modo de acción y consecuencias de su aplicación. Instituto de biotecnología. Universidad de Monterrey. México.

Valadez, A. (1998). Producción de hortalizas. Editorial Limusa. 7ma. Edición. México. P. 197

Velázquez, C. y Gerding, M. (2004). Evaluación de diferentes especies de *Trichogramma* spp. Para el control de *Helicoverpa zea* (Boddie) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, (vol. 66). 4to edición. Chillán, Chile.

Vilmorin. (2010). Retana F1. Consultado el 28 de septiembre del 2013. Disponible en https://www.seedquest.com/vegetables/tomato/expofm/vilmorin/pdf/RETANA%20%20F1%20Vilmorin%2002-04-2010.pdf

Waqas, *et al.* (2012). Insecticidal efficacy of *Azadirachta indica,* nucleopolyhedrovirus and chlorantraniliprole singly or combined against field population of *Helicoverpa armigera.* Chilean Journal of agricultural research. Consultado el 28 de septiembre del 2013. Disponible en http://www.bioline.org.br/abstract?id=cj12009

Zenner, J. Álvarez y H. Arévalo. (2009). Respuestas de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), Procedente del Piedemonte Llanero Colombiano, a la Toxina Cry1Ac del *Bacillus thuringiensis.* Universidad de Ciencias aplicadas y ambientales. Bogotá, Colombia.

VIII. ANEXO

Cuadro 12: Plan de fertilización del cultivo de tomate.

Semana	Día	Día	Fórmula (N-P-K)	Libras
1	2	lunes	11-60-0	10
	4	miércoles	24-007-15	10
	6	viernes	11-60-0	10
2	9	lunes	24-007-15	10
	11	miércoles	11-60-0	10
	13	viernes	24-007-15	10
3	16	lunes	11-60-0	10
	18	miércoles	24-007-15	10
	20	viernes	11-60-0	10
4	23	lunes	11-60-0	10
	25	miércoles	24-007-15	10
	27	viernes	11-60-0	10
5	30	lunes	10-5-30	10
	32	miércoles	0-40-40	10
	34	viernes	0-40-40	10
6	37	lunes	10-5-30	10
	39	Miércoles	nitrato calcio	10
	41	viernes	10-5-30	10
7	44	lunes	0-40-40	10
	46	Miércoles	10-5-30	10
	48	viernes	0-40-40	10
8	51	lunes	17-05-40	10
	53	miércoles	0-40-40	10
	55	viernes	sulfato mg	10

9	**58**	**lunes**	nitrato potasio	10
	60	**miércoles**	nitrato calcio	10
	62	**viernes**	17-05-40	10
10	**65**	**lunes**	17-05-40	10
	67	**miércoles**	0-40-40	10
	69	**viernes**	nitrato potasio	10
11	**72**	**lunes**	17-05-40	10
	74	**miércoles**	nitrato calcio	10
	76	**viernes**	0-40-40	10
12	**79**	**lunes**	17-05-40	10
	81	**miércoles**	nitrato calcio	10
	83	**viernes**	nitrato potasio	10
13	**86**	**lunes**	nitrato calcio	10
	88	**miércoles**	nitrato calcio	10
	90	**viernes**	0-0-50	10

Cuadro 13: Cronograma de trabajo.

Actividades	Mes 1																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Transplante de pilones de tomate variedad retana																															
Aplicación preventiva contra hongos Doble vía 72 sl + inicio 50 sc																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 24-007-15, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 24-007-15, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación contodo 72 sc																															
Fertilización 24-007-15, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación preventiva contra hongos Doble vía 72 sl + inicio 50 sc																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación contodo 72 sc																															
Fertilización 24-007-15, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación de sulfato cuprocalc. + contodo 72 sc																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación seguro sc + contodo 72 sc																															
Fertilización 24-007-15, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Fertilización 11-60-0, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															
Aplicación doblevía 72 sl + contodo 72 sc																															
Fertilización 10-5-30, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																															

Actividades	Mes 3																											
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Aplicación de sulfato cuprocalc. + contodo 72 sc																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicaciión seguro 50 sc + contodo 72 sc + vista fruto																													
Fertilización 10-5-30, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación Inicio 50 sc + contodo 72 sc																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización 10-5-30, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación doblevía 72 sl + contodo 72 sc																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación de sulfato cuprocalc. + contodo 72 sc																													
Monitorear población del gusano del fruto																													
Tomar 20 muestras de larvas que se llevarán al laboratorio para aplicación																													
Aplicación de sulfato cuprocalc. + contodo 72 sc																													
Fertilización 10-5-30, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Se evaluará la eficiencia del control de los productos en laboratorio																													
Aplicación de los 6 tratamientos en campo con sus dosis comerciales																													
Aplicación en campo paralela a la aplicación en laboratorio																													
Aplicaciión seguro 50 sc + contodo 72 sc + vista fruto																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación Inicio 50 sc + contodo 72 sc																													
Fertilización 17-05-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación doblevía 72 sl + contodo 72 sc																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización Sulfato mg, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación cuprocal. + contodo 72 sc																													
Determinación de la mortalidad del gusano en c/u de las parcelas																													
Evaluación de daño en fruto por cada parcela donde se aplicó los productos																													
Fertilización nitrato de potasio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicaciión seguro 50 sc + contodo 72 sc + vista fruto																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													

Actividades	Mes 3																										
	61	62	62	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	88	89	90
Aplicación Inicio 50 sc + contodo 72 sc + ryzup 40 sg																													
Fertilización 17-05-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización 17-05-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación doblevía 72 sl + contodo 72 sc																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación sulfato cuprocalc. + contodo 72 sc																													
Fertilización nitrato de potasio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación seguro 50 sc + contodo 72 sc																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación contodo 72 sc + vista fruto																													
Fertilización 0-40-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación doblevía 72 sl + contodo 72 sc + ryzup 40 sg																													
Fertilización 17-05-40, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Aplicación contodo 72 sc																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización nitrato de potasio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización nitrato de calcio, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Fertilización 0-0-50, 10 lbs diluidas en 50 lts de agua																													
Toma de datos de rendimiento por parcela en donde se aplicaron los productos																													
Cosecha de tomate																													

Figura 10: Daño de *Helicoverpa zea* en planta de tomate.

Figura 11: Gusano del fruto – *Helicoverpa zea* observado sobre el mulch de uno de los surcos donde se estaba aplicando productos evaluados.

Figura 12: Aplicación de los productos biológicos a evaluar.

Figura 13: Huevos de *Helicoverpa zea* colocados sobre el agrill.