

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE COGOLLERO
(*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mayz* L.)
EN EL CIFO-UNHEVAL - HUÁNUCO, 2019.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA:

CARBAJAL SÁNCHEZ, KELSSY KATHERIN

ASESORA:

M.Sc. AGUSTINA VALVERDE RODRÍGUEZ

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dios por haberme dado la vida por darme unos padres maravillosos Oscar Carbajal Gonzales y Gloria Celia Sánchez Chaupis a encaminarme a seguir adelante a pesar de las adversidades y me demostraron el camino para alcanzar mis metas como persona, madre y como profesional y al amor de mi vida mi hija Gloria Catalina Hikea quien me motiva a seguir adelante todos los días y a lograr mis metas trazadas a corto, mediano y largo plazo y quien me inspiro para realizar este estudio de investigación.

Mis hermanos Oscar Meliton Carbajal Sánchez, Silvia Raquel Carbajal Sánchez, Guz Arnulfo Carbajal Sánchez, Aldo Teofilo Carbajal Sánchez, Higinia Gloria Carbajal Sánchez y Hemann Hideky Carbajal Sánchez por mostrarme su apoyo incondicional guía consejos de superación a lo largo de mi vida.

A mis sobrinos Oscar David Mishell Katherin, Dayami Yissu Estefany, Valery Raquel, Choe Ahilin Mey, Aldo Jheral, Kim Guz, Celia Emeli y Hanna Vela que también forman parte de mi vida y están en todo momento conmigo

A la universidad Hermilio Valdizán por haberme permitido formar parte estos cinco años de enseñanza con buenos docentes que me enseñaron y fortalecieron mis conocimientos en lo que amo mi carrera de agronomía.

AGRADECIMIENTO

M Sc. Agustina Valverde Rodríguez, mi asesora por haberme aceptado, apoyado en todo el proceso de mi tesis y por haber dedicado su tiempo en todo momento conmigo.

M Sc. Antonio Cornejo y Maldonado por su apoyo en la conducción, supervisión y conclusión de Tesis.

Al ingeniero Fleli Fara Claudio, por mostrarme mucha enseñanza y ayuda en mi supervisión y guía de esta investigación.

Al ingeniero Grifelio Vargas García, por haberme orientado en cada momento de mi investigación.

Al ingeniero Luis Villodas Rosales, por mostrarme siempre su ayuda incondicional y mucha Constanza en cada momento.

A la M Sc. Luisa Madolyn Alvarez Benaute, por brindarme su ayuda en la culminación y proceso de elaboración del informe de tesis.

Al grupo de investigación que forme parte a mis dos colegas, por el apoyo que me brindaron desde el comienzo has la conclusión de la investigación.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome y colaborando en este trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo; evaluar el efecto del uso de entomopatógenos en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el maíz morado (*Zea mays* L.) en el CIFO – UNHEVAL, Huánuco, 2019; para ello se determinaron la variable de reducción de la incidencia, porcentaje de daño, rendimiento de cultivo y la eficacia en campo y laboratorio de los productos biológico empleando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, analizado con la técnica estadística ANDEVA y la prueba de Duncan al 5% y 1% de significación; para la eficiencia de producto biológico en campo y laboratorio se utilizó la fórmula de Henderson-Tilton y Abbott. Los tratamientos fueron: T1(*B. thuringiensis var kurstaki*), T2(*B. subtilis*), T3(*M. anisopliae*) T4 (*B. bassiana*) y T0 (Testigo). Entre los resultados se tiene que para la variable: Número de larvas vivas y muertas/área neta experimental en campo y laboratorio; con la aplicación de productos biológicos mostraron significación ante el Testigo, según la prueba de significación de Duncan al 5% y 1%, el tratamiento que reporto menor porcentaje de incidencia es el *B. thuringiensis var kurstaki*, con 1% mientras que *M. anisopliae*, *B. subtilis* y *B. bassiana* reportan mayor porcentaje de incidencia y estadísticamente son iguales a comparación del testigo llegando a un 5%. Para la reducción de la incidencia de larvas se obtuvo menor cantidad con la aplicación de *B. thuringiensis var kurstaki*, seguida de *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *B. subtilis*, no siendo estadísticamente diferentes entre sí en comparación con el testigo. Para la mejor eficiencia el mejor fue con *B. thuringiensis var kurstaki*; seguido de *M. anisopliae* y la efectividad en laboratorio fue superior con el entomopatógeno *B. thuringiensis var kurstaki*. Para rendimiento obtuvo el mayor *B. thuringiensis var. kurtaki* con 4533 kg superior al resto de tratamientos.

Palabras clave: Control biológico, plagas, gramíneas.

ABSTRAC

The present research work was aimed at; evaluate the effect of entomopathogens use in the control of cogollero (*Spodoptera frugiperda*) in purple corn (*Zea mayz* L.) in the CIFO - UNHEVAL, Huánuco, 2019; For this purpose, the variable of reduction of the incidence, percentage of damage, crop yield and the effectiveness in the field and laboratory of the biological products were determined using the Completely Randomized Block Design (DBCA) with 5 treatments and 4 repetitions, analyzed with ANDEVA statistical technique and the Duncan test at 5% and 1% significance; The Henderson-Tilton and Abbott formula was used for the efficiency of the biological product in the field and in the laboratory. The treatments were: T1 (*B. Thuringiensis* var *kurstaki*), T2 (*B. Subtilis*), T3 (*M. Anisopliae*) T4 (*B. bassiana*) and T0 (Witness). The results include that for the variable: Number of live and dead larvae / net experimental area in the field and laboratory; with the application of biological products they showed significance before the Witness, according to the Duncan significance test at 5% and 1%, the treatment that reported the lowest percentage of incidence is *B. thuringiensis* var *kurstaki*, with 1% while *M. anisopliae* , *B. subtilis* and *B. bassiana* report a higher percentage of incidence and are statistically equal compared to the control reaching 5%. To reduce the incidence of larvae, a smaller amount was obtained with the application of *B. thuringiensis* var *kurstaki*, followed by *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *B. subtilis*, not being statistically different from each other compared to the control. For the best efficiency, the best was with *B. thuringiensis* var *kurstaki*; followed by *M. anisopliae* and laboratory effectiveness was superior with entomopathogen *B. thuringiensis* var *kurstaki*. For yield he obtained the largest *B. thuringiensis* var. *Kurtaki* with 4533 kg higher than other treatments.

Keywords: Biological control, pests, grasses.

ÍNDICE

I. MARCO TEÓRICO	20
1.1. COGOLLERO	20
1.1.1. Taxonomía	20
1.1.2. Distribución.....	21
1.1.3. Características generales	22
1.1.4. Ciclo de vida y hábitos.....	22
1.1.5. Daños.....	24
1.1.6. Reproducción del cogollero	25
1.2. ENTOMOPATÓGENOS.....	26
1.2.1. Historia de los entomopatógenos	26
1.2.2. Entomopatógenos en el control de plagas	26
1.2.3. Generalidades de los entomopatógenos	30
1.2.4. Entomopatógenos	31
1.2.5. Eficiencia y eficacia de los entomopatógenos.....	38
1.2.6. Cultivo de maíz.....	39
1.3. ANTECEDENTES	40
1.4. HIPÓTESIS	42
1.4.1 Hipótesis general.....	42
1.4.2 Hipótesis específicos.....	42
1.5. VARIABLE	43
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	44
2.1.1 Posición geográfica	44
2.1.2 Ubicación Política	44
2.1.3 Zona de vida.....	45
2.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	45
2.2.1 Tipo de Investigación	45
2.2.2 Nivel de Investigación	45
2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	46

2.3.1	Población.....	46
2.3.2	Muestra	46
2.3.3	Unidad de análisis	46
2.4	TRATAMIENTO DE ESTUDIO.....	47
2.5	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	47
2.5.1	Diseño de Investigación.....	47
2.5.2	Esquema del análisis estadístico.....	48
2.5.3	El modelo de Ecuación lineal.....	48
2.5.4	Técnicas estadísticas	49
2.5.5	Datos a registrar.....	53
2.5.6	Técnicas e Instrumentos de recolección y procesamiento de información 53	
2.6	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	54
2.6.1	Materiales.....	54
2.6.2	Equipos	58
2.6.3	Herramientas.....	58
2.6.4	Insumos.....	58
2.7	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	59
2.7.1	Metodología en campo	59
2.7.2	Determinación de eficacia biológica.....	68
III.	RESULTADOS	72
3.1	Evaluación de la cantidad de larvas vivas por semanas.	72
3.1.1	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental pre aplicación.....	72
3.1.2	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 14 días aplicación.	74
3.1.3	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 21 días aplicación.	76
3.1.4	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 28 días aplicación.	78
3.1.5	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 35 días aplicación.	80

3.1.6	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 42 días aplicación.	82
3.1.7	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 49,56 y 63 días aplicación.	84
3.1.8	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 70 días aplicación.	86
3.1.9	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 77 días aplicación.	88
3.1.10	Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 84 días aplicación.	90
3.2	El porcentaje de Incidencia del cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) del maíz morado (<i>Zea mayz</i> L.).....	93
3.3	Evaluación, cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo por semanas.	94
3.3.1	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 21 días aplicación.	94
3.3.2	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 28 días de aplicación.	96
3.3.3	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 35 días de aplicación.	98
3.3.4	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 42 días de aplicación.	99
3.3.5	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 49 días de aplicación.	101
3.3.6	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 70 días de aplicación.	103
3.3.7	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 77 días de aplicación.	105
3.3.8	Cantidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por área neta experimental en campo a los 84 días de aplicación.	107
3.4	Efectividad de los entomopatógenos en la reducción del porcentaje de incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz morado.	109
3.5	Efectividad de los entomopatógenos en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz morado en laboratorio.....	113

3.6	Evaluación del rendimiento del maíz morado por área neta experimental en campo.	115
3.7	Evaluación del diámetro de mazorcas de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) por área neta experimental en campo.	117
IV.	DISCUSIÓN	120
4.1	PORENTAJE DE INCIDENCIA DE DAÑO	120
4.2	REDUCCIÓN DE LARVAS	120
4.3	EFECETIVIDAD EN LABORATORIO	120
4.4	RENDIMIENTO	121
V.	CONCLUSIONES	122
VI.	RECOMENDACIONES	123

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables.	43
Cuadro 2. Tratamientos en estudio.	47
Cuadro 3. Esquema de análisis estadístico.	48
Cuadro 4. Distribución de tratamientos y repeticiones en estudio.	48
Cuadro 5. Ficha de evaluación del cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).	62
Cuadro 6. Características de los productos biológicos aplicados.	63
Cuadro 7. Análisis de agua.	64
Cuadro 8. Número y frecuencia de las aplicaciones, la cantidad de agua utilizada y la cantidad de entomopatógenos empleados por cada aplicación.	67
Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, pre recuento.	72
Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 14 días.	74
Cuadro 11. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 14 días de aplicación/área neta experimental.	74
Cuadro 12. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 21 días.	76
Cuadro 13. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 21 días de aplicación.	76
Cuadro 14. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 28 días.	78
Cuadro 15. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 28 días de aplicación.	79
Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 35 días.	80
Cuadro 17. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 35 días de aplicación.	81
Cuadro 18. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 42 días.	82
Cuadro 19. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 42 días de aplicación.	83
Cuadro 20. Análisis de varianza del número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 49, 56 y 63 días.	84

Cuadro 21. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 49, 56 y 63 días de aplicación.....	85
Cuadro 22. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 70 días.	86
Cuadro 23. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 70 días de aplicación.....	87
Cuadro 24. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 77días.	88
Cuadro 25. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 77 días de aplicación.....	89
Cuadro 26. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 84 días.	90
Cuadro 27. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 84 días de aplicación.....	91
Cuadro 28. Evaluación semanal mediante la fórmula general del porcentaje de incidencia de larvas durante los 84 días.	93
Cuadro 29. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 21 días.	94
Cuadro 30. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 21 días de aplicación.	94
Cuadro 31. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 28 días.	96
Cuadro 32. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 28 días de aplicación.	96
Cuadro 33. Análisis de varianza en el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 35 días.	98
Cuadro 34. Promedios que corresponden al número de muertas a los 35 días de aplicación.	98
Cuadro 35. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 42 días.	99
Cuadro 36. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 42 días de aplicación.	100

Cuadro 37. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 49 días.	101
Cuadro 38. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 49 días de aplicación.	102
Cuadro 39. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 70 días.	103
Cuadro 40. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 70 días de aplicación.	104
Cuadro 41. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 77 días.	105
Cuadro 42. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 77 días de aplicación.	106
Cuadro 43. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo experimental, evaluada a los 84 días.	107
Cuadro 44. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 84 días de aplicación.	108
Cuadro 45. Tratamientos <i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , diferencias estadísticas (promedios de conteo \pm ee) de <i>spodoptera frugiperda</i> /semana en evaluación post-aplicación de cada tratamiento cifo, unheval, 2019.	112
Cuadro 46. Análisis de varianza para el rendimiento del maíz morado (<i>Zea mayz</i> L.).....	115
Cuadro 47. Promedios que corresponden al rendimiento del área neta experimental.	116
Cuadro 48. Análisis de varianza para el diámetro de mazorcas del maíz morado evaluadas después de la cosecha.	117
Cuadro 49. Promedios que corresponden el diámetro de mazorcas del maíz morado.....	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 7 días pre aplicación.	73
Gráfico 2. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 7 días pre aplicación.	75
Gráfico 3. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 21 días aplicación.	78
Gráfico 4. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 28 días aplicación.	80
Gráfico 5. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 35 días aplicación.	82
Gráfico 6. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 42 días aplicación.	84
Gráfico 7. Evaluación de nº de larvas vivas a los 49,56 y 63 días aplicación.	86
Gráfico 8. Evaluación de nº de larvas vivas a los 70 días aplicación.	88
Gráfico 9. Evaluación de nº de larvas vivas a los 77 días aplicación.	90
Gráfico 10. Evaluación de nº de larvas vivas/área neta a los 84 días aplicación.	92
Gráfico 11. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta a los 21 días aplicación. ...	95
Gráfico 12. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 28 días aplicación.	97
Gráfico 13. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 35 días aplicación.	99
Gráfico 14. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 42 días aplicación.	101
Gráfico 15. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 49 días aplicación.	103
Gráfico 16. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 70 días aplicación.	105
Gráfico 17. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 77 días aplicación.	107
Gráfico 18. Evaluación de nº de larvas muertas/área neta experimental a los 84 días aplicación.	109
Gráfico 19. Conteo de larvas/área neta experimental por semana en parcelas tratadas con <i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Beauveria bassiana</i> , cifo-unheval, 2019.	111
Gráfico 20. Porcentaje de eficacia en la mortalidad de larvas en el tercer estadio obtenidos de los tratamientos a partir del tercer día.	113
Gráfico 21. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el cuarto estadio obtenidos de los tratamientos.	114
Gráfico 22. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el quinto estadio.	114
Gráfico 23. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el sexto estadio.	115
Gráfico 24. Evaluación del rendimiento/área neta experimental del maíz morado.	117
Gráfico 25. Evaluación del diámetro/área neta experiemetal de las mazorcas del maíz morado evaluadas después de la cosecha.	119

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*. L) siendo uno de los tres principales cereales a nivel mundial en el consumo como dieta alimenticia del ser humano, después del trigo y el arroz; con un creciente valor económico, al creciente valor en el mercado internacional no solo por su calidad nutritiva sino también por sus usos medicinales ya que contienen diversos antioxidantes naturales y en la industria es muy utilizada pero el daño por plagas causan cada año importantes pérdidas para la agricultura y el mundo siendo necesario buscar nuevos métodos de control, más eficaces, y sobre todo más amigable con el medio ambiente, que permitan el desarrollo de una agricultura sostenible con menor uso de productos tóxicos y una alternativa ecológica para el control eficaz de plagas, con el aprovechamiento de patógenos naturales de insectos.

Según Pucheta *et al*, (2006), los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial como agentes controladores, constituyendo un grupo con más de 750 especies, se encuentran en el medio ambiente y provocan infecciones fungosas a poblaciones de artrópodos; para López-Llorca y Hans-Börje (2001), entre los géneros más destacados se presentan *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium*, mientras que para la FAO (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Agricultura) (2003), los géneros más importantes son; *Metarhizium*, *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*.

Los agricultores hoy en día han desarrollado una metodología de manejo inadecuado en los diversos cereales de importancia económica en el control de plagas que causan contaminación ambiental; utilizando químicos que son dañinos para la salud; ocasionando una gran reducción de controladores biológicos, resistencia de los insectos plagas y el desequilibrio de los ecosistemas; ya que un factor limitante es la asistencia técnica y capacitaciones que no se dan de forma correcta y la mayoría de productores solo son agricultores; dejando de lado diversos métodos como control biológico.

El principio de ecología refiere, entre otras cosas, al fomento de los ciclos biológicos a utilizando las relaciones y equilibrios generados durante miles de años de evolución de los ecosistemas. Una aplicación práctica de esto se encuentra en las numerosas alternativas de control biológico que se han desarrollado y se siguen generando. Hay ejemplo de hongos entomopatógenos como *Beauveria*, *Lecanicillum* o *Metarhizium*, que son capaces de afectar a insectos plaga. (INIA, Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2014)

El Perú y Huánuco el colorante del maíz morado ha sido poco estudiado, sin embargo, el contenido en gran concentración de pigmentos antociánicos son muy utilizados como una fuente natural importante. Es así que es exportable y consumida por diversos países por el consumo de productos naturales y tienen una diversidad de beneficios pero la importancia que le dan los agricultores es deficiente a causa del uso irracional de productos químicos en el control de plagas importantes cogollero y mazorquero; de un manejo tradicional y el desconocimiento de las propiedades que lo caracterizan, por ello se realizara esta investigación para controlar el daño producido por estas plagas y producir con fines de demanda a un mercado externo por la utilización que tiene la coronta y el grano de maíz como gran colorante.

La región Huánuco tiene gran diversidad de cereales de maíz amarillo duro, maíz amiláceo y el maíz morado, que no están difundidos por la calidad de granos cosechados ya que son atacados por diversas plagas en diferentes etapas fenológicas como es el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el control no es apropiado; la investigación se realizó para dar a conocer el método de control biológico y establecer estrategias para un manejo integrado usando entomopatógenos para producir enfermedades posterior erradicación de insectos plagas; compensando con los costos, la calidad del producto para la sociedad y el medio ambiente; ejecutada el estudio de investigación en el CIFO – UNHEVAL, Huánuco, 2019.

Formulación del problema

a) Problema general

¿Cuáles serán los efectos del uso de entomopatógenos en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el maíz morado (*Zea mayz L.*) en el CIFO – UNHEVAL, Huánuco, 2019?

b) Problema específicos

- ¿Cuál será el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en la reducción de la incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo maíz morado (*Zea mayz L.*)?

- ¿Cuál será el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en la reducción en el porcentaje de daño del cogollo del maíz (*Zea mayz* L.)?
- ¿Cuál será la eficacia de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en condiciones de campo y laboratorio?
- ¿Cuál será el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mayz* L.)?

Objetivos

a) Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de entomopatógenos en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el maíz morado (*Zea mayz* L.) en el CIFO – UNHEVAL, Huánuco, 2019.

b) Objetivo específicos

- Determinar el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en la reducción de la

incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo maíz morado (*Zea mayz* L.).

- Determinar el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en la reducción en el porcentaje de daño del cogollo del maíz (*Zea mayz* L.).

- Determinar la eficacia de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en condiciones de campo y laboratorio.

- Determinar el efecto *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mayz* L.).

I. MARCO TEÓRICO

1.1. COGOLLERO

1.1.1. Taxonomía

La clasificación taxonómica del gusano cogollero es la siguiente Ángulo (2000):

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Subphylum: mandibulata

Clase: Insecta

Subclase: Endopterigota

División: Pterigota

Orden: Lepidoptera

Suborden: Frenatae

Súper familia: Noctuidae

Familia: Noctuidae

Subfamilia: Amphipyirinae

Tribu: Prodeniu

Género: *Spodoptera*

Especie: *frugiperda*

1.1.2. Distribución

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), (2018) menciona que, el cogollero una plaga muy polífaga que se diversifican en muchas zonas de África, Asia, Europa, Australia y las islas de la Región del Pacífico Occidental. También se ha reportado su diseminación en Brasil y puede estar presente en otros países de Sudamérica y Centroamérica. El gusano cogollero también se reportó encontrándose por primera vez en Puerto Rico en septiembre del 2014.

El gusano cogollero del maíz, (*Spodoptera frugiperda*) se presenta ampliamente en todas las zonas tropicales y subtropicales del continente, atacando diferentes especies de importancia económica; en el cultivo del maíz bajo diferentes intensidades de ataque, los adultos pueden alcanzar vuelo has seis millas para encontrar hospederos para dejar sus huevos haciendo diversos daños, causando diversas perdidas y hasta pérdida total de diversas plantaciones. (Jaramillo et al. 1989).

La unidad de Entomología del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP que colaboró en 1986 en el inventario de Plagas y Enfermedades y Maleza del Ecuador, describe la existencia de más de 30 especies de insectos plagas, afectando todo el ciclo fenológico del maíz, entre ellas (*Spodoptera frugiperda*) como fundamental. (Valarezo citado por Coveña 2015)

El gusano cogollero es considerado como una de la plaga clave del maíz distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de América. Las diversas entidades de los países han registrado pérdidas causadas que van desde 13 hasta 60%. Su diseminación es en todas las zonas productoras de maíz; pero también este insecto plaga puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz,

pastos, leguminosas como frijol, soya y cacahuate y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Yáñez citado por Chango 2012).

1.1.3. Características generales

Corte y Mondaca citado por Coveña (2015) caracteriza que, la *Spodoptera frugiperda*, ovipone por la noche frecuentemente en el envés de las hojas, en la parte baja de las mismas en grupos de 100 a 200 huevecillos, protegido por ootecas, las larvas jóvenes son de color verde y amarillo con bandas longitudinales de tonos claros y con la cabeza oscura.

Los huevecillos son grisáceos, semiglobulares, algo afilados en sus polos; las larvas recién emergidas tiene su cuerpo blanquecino vidrioso, la cabeza y el protórax negro intenso, las larvas de los primeros estadios II, III y IV son pardos grisáceo en el dorso y verde en el lado ventral, sobre el dorso y la parte superior de los laterales tienen tres líneas blancas con una hilera característica de pelos blancos amarillentos dispuestos longitudinalmente, sobre cada segmento del cuerpo aparecen cuatro manchas negras vistas desde arriba dando una forma de un trapecio isósceles; además tiene una "Y" invertida en la parte frontal de la cabeza y es de color blanco, la pupa es de color pardo rojizo con una longitud de 17 a 20 mm (Ángulo 2000).

1.1.4. Ciclo de vida y hábitos

a) Huevos

Angulo (2000) Las hembras depositan los huevos durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en

varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos.

b) Larvas

Su periodo de duración es de 14 -21 días y pasa por 5 a 6 estadios dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento. Tiene una longitud de 35–40 mm en el último estadio.

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, posterior se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo; pasan por 6 ó 7 estadios o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra totalmente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve afectando a la planta (Angulo 2000).

c) Pupa

Chavez citado por Coveña (2015) menciona que este estadio de pupa dura de 9 – 13 días es de color pardo y miden de 18 a 20 mm de largo, envuelta en capullo o celda. El adulto mide de 32 a 38 mm, las alas delanteras de las hembras son uniformes de variable color de gris a gris pardo, en el macho son pardo claro con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala y sus alas traseras son de color blanco.

Las pupas presentan un color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal (cremaster) terminando en 2 gemaster en forma de

"U" invertida. Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa (Angulo 2000).

d) Adulto

Angulo (2000) la polilla vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, más aún cuando soplan vientos fuertes.

1.1.5. Daños

El *Spodoptera frugiperda* reduce el valor de las cosechas por destrucción del follaje, granos, de puntos apicales dando como resultado la muerte o achaparramiento de la planta, destrucción de órganos florales, ocasionado el debilitamiento de los tallos de las plantas y disminución de la calidad de los productos alimenticios del consumo humano. (Kranz et al. citado por 2015).

El cogollero puede atacar más de 60 cultivos y malezas, pero tiene mayor importancia en maíz, sorgo arroz, pastos y muchos cultivos hortícolas; plaga grave en las gramíneas como masticador del tejido vegetal. (Zeledón y Pitre citado por Coveña 2015).

El cogollero es muy dañino ya que su ataque es haciendo raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz citado por Chango 2012).

1.1.6. Reproducción del cogollero

Cortés y Mondaca citado por Coveña (2015) indican que, un insecto hembra puede ovopositar más de 1000 huevecillos durante su periodo reproductivo. Pasan por seis estadios de desarrollo en un tiempo de 14 a 21 días según el rango de la temperatura y la etapa de pupa ocurre en el suelo y alrededor de 9 a 13 días, después emerge al adulto.

Los huevos del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) duran de 3 a 5 días en eclosionar, para ser depositados en masa hasta con 300 unidades en cualquier superficie de las hojas cubierta por una tela fina formada con las escamas del cuerpo de la hembra adulta y así cumplen el ciclo de vida y causar diversos daños (Chavez citado por Coveña 2015).

1.2. ENTOMOPATÓGENOS

1.2.1. Historia de los entomopatógenos

Según Steinhaus (1985) la posibilidad de usar estos hongos para el control de insectos fue considerada por primera vez en la última década parte del siglo XIX. La idea se volvió muy importante durante ese periodo, y por varias décadas se hicieron intentos a través de todo el mundo para lograr reducir la población de insectos mediante la distribución artificial de hongos patógenos. Bair (1958) indica que algunos de estos intentos tuvieron éxito, estableciendo que las enfermedades fungosas podían ser utilizadas ventajosamente. Pero también, se tuvieron muchas fallas, ya que varios investigadores no comprendieron las condiciones necesarias óptimas para la actividad del hongo.

Durante más de un siglo Pasteur ya había pronosticado las ventajas del uso de hongos entomopatógenos, por su principal función como biorreguladores de plagas, al actuar como parásitos de insectos perjudiciales para las plantas. (Rosas 1994)

1.2.2. Entomopatógenos en el control de plagas

Rayas y Labra (2009) menciona que, el uso de los entomopatógenos (hongos, bacterias, virus, nemátodos) como agentes de control biológico son ampliamente importantes e necesarios debido a su modo de infección distintivo. Algunos no requieren ser ingeridos por su hospedero para causar la infección; las esporas del hongo pueden penetrar directamente a través de la cutícula del hospedante ayudados por la acción de enzimas hidrolíticas, además de la presión mecánica

ejercida en el punto de contacto; las enzimas participantes son factores determinantes en el éxito de la infección.

Rojas-Gutiérrez (2017), manifiesta que los entomopatógenos están en hospederos relativamente específicos con mínimo efecto en organismos benéficos, pueden ser compatibles con otros programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), tienen baja toxicidad en mamíferos, su reproducción no requiere alta tecnología siendo una alternativa viable y eficaz para el uso en la agricultura.

Bustillo *et al.* (2008) se refiere, que dentro de las estrategias de MIP, el control biológico con hongos entomopatógenos es una herramienta apropiada, debido a que las conidias pueden permanecer viables sobre la superficie de los frutos, hojas o del suelo e infectar a los insectos una vez emergen. Las especies *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales), son hongos patógenos naturales de diversas especies plaga. (Bustillo 2004; Góngora 2011)

Jackson y col (1997) menciona que los entomopatógenos tienen la capacidad de infectar exitosamente una gran diversidad de insectos plaga; estando ampliamente diseminadas en diferentes ecosistemas y diversos hábitats por lo que se pueden utilizar exitosamente en los campos agrícolas, siendo inocuos para animales de sangre caliente, plantas y demás componentes del agroecosistema.

Hajek y St. Leger, (1994) aclaran que existen más de 750 especies de casi 100 géneros que pueden infectar insectos, entre las que se mencionan: *Metarhizium spp*, *Beauveria spp*, *Aschersonia spp*, *Entomophthora spp*,

Zoophthora Basillus spp, *Verticillium spp*; tienen un amplio rango de hospederos y son patogénicas de diferentes órdenes de insectos (Khachatourians 1996).

Villabona *et al*, (2017) cita como, ejemplos de entomopatógenos a *Metarhizium anisopliae*, que ataca ortópteros y homóteros, *Beauveria bassiana*, a coléopteros, lepidópteros y dípteros, *Verticillium lecanii*, a áfidos, moscas blancas y tisanópteros, *Paecilomyces spp* a lepidópteros, coleópteros y ortópteros). Estos microorganismos están asociados con los insectos en diferentes hábitats, incluyendo agua, suelo, lugares aéreos y condiciones climáticas. (Hajek y St. Leger, 1994)

Meyling y Eilenberg (2007) afirman que los hongos entomopatógenos pueden eliminar o mantener las plagas en niveles que no ocasionan daños a los cultivos, como en el control biológico, por su capacidad natural para regular las poblaciones de insectos, reiterado por Batista Filho (1989); Alves (1998) y Robbs y Bittencourt (1998), quienes afirman que el 80% de las enfermedades naturales de los insectos en los agroecosistemas son producidos por estos microorganismos, la cual depende de la susceptibilidad del hospedero o de la asociación patógeno-hospedero.

En este último caso, el insecto hospedero puede ejercer una presión de selección que favorezca a pocos genotipos del patógeno; ya que hay una selección natural de estos microorganismos en términos de especialización con respecto al hospedero (Maurer *et al*. 1997; St. Leger y Roberts, 1997), que pueden ser producidos y utilizados como agentes de control de plagas agrícolas. (Alves, 1998)

El empleo de hongos entomopatógenos de manera integrada con insectos predadores puede ser una alternativa muy viable, pues la compatibilidad de los hongos entomopatógenos con predadores y parásitos fue demostrada por Goettel *et al.* (1990), así como por França *et al.* (2006), en un estudio realizado con *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en el control de *Podisus nigrispinus* cuya infestación se dio por diversos medios de contacto como la diseminación del hongo o pulverización, al caminar sobre las superficies de las plantas y la ingestión de presas contaminadas. Sin embargo la incompatibilidad también es relatada por Cook *et al.* (1996), incluyendo a *Perillus bioculatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Magalhães *et al.* 1988; James y Lighthart, 1994; Todorova *et al.* 2002).

Para que la manifestación epizootica de los hongos entomopatógenos tenga lugar, los factores bióticos y abióticos tienen una enorme influencia. Entre los factores abióticos que afectan la viabilidad y la persistencia de los hongos entomopatógenos en el campo se encuentran los rayos ultravioletas, la temperatura, la humedad relativa y los fungicidas; la susceptibilidad y la relación con los hospederos se relacionan con los nutrientes presentes en los insectos, que son el medio para la propagación, dispersión y persistencia de los hongos.

Las esporas de los entomopatógenos tienen requerimientos específicos de agua y temperatura, así como de otros factores ambientales que en conjunto funcionan como inductores para la activación de receptores presentes en el patógeno y que les permiten llevar a cabo el proceso infectivo sobre el hospedero. (Hajek, 1997).

Doberski (1981) realizó diversos ensayos para determinar el efecto de la humedad y temperatura de hongos entomopatógenos, encontrando que *Paecilomyces farinosus* y *Beauveria bassiana* infestaron a temperatura de 2 °C contrario a *Metarhizium anisopliae* que no tiene efectividad por debajo de los 10 °C, concluyendo que los hongos actúan de manera significativa a temperaturas de 15 a 20 °C pero la óptima es de 25 °C, hallando similitud con los resultados de Hallsworth y Magan (1999), quienes afirman que los rangos de temperatura para el crecimiento óptimo de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces farinosus* son de 25, 30 y 20 °C, respectivamente. De igual manera Doberski (1981a), evaluó humedades relativas que variaron desde el 51 al 100%, hallando que *Paecilomyces farinosus* no tiene efecto en bajas humedades contrario con los otros dos hongos.

1.2.3. Generalidades de los entomopatógenos

La forma de clasificar a los hongos es principalmente con base en sus características anatómicas o morfológicas macro y microscópicas (forma micelio, forma y tamaño de esporas, etc). En la actualidad se recurren a otros aspectos tales como; el tipo de hospedero, el lugar, las condiciones de temperatura y humedad, la fecha del aislamiento y medio de cultivo donde se desarrolla, entre otros. Pero también se hacen estudios infraestructurales (microscópica electrónica) y análisis bioquímicos, genéticos y biológicos (Lezama 1994). El conjunto de estos estudios permite diferenciar las especies de hongos e inclusive la presencia de cepas, aislamiento o pato tipos dentro de una especie de hongo (Roberts 1981).

1.2.4. Entomopatógenos

1.2.4.1. *Beauveria bassiana*

a) Taxonomía

Clasificado por Alexopoulos y Mims, (1979).

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Clavicipitaceae

Tribu: Alpinieae

Género: *Beauveria*

Especie: *bassiana*

b) Importancia y generalidades

McKinnon *et al.* (2018) Los hongos entomopatógenos del género *Beauveria* desempeñan un papel importante en el control de las poblaciones de insectos y se han utilizado cada vez más para el control biológico de las plagas de insectos.

Carranza y Krugg (2017) hacen referencia que, *Beauveria bassiana* presenta gran actividad entomopatógena en variados tipos de insectos correspondientes a los órdenes coleóptera, lepidóptera, díptera, heteróptera, homóptera y también contra los ácaros de la familia Tetranychidae

c) Modo de acción

Pariona, *et al.* (2007) reportan que, estos hongos presentan una alta producción de conidias después de 21 días de sembrado. Todas las cepas de este género producen síntomas iniciales características como manchas oscuras en el tegumento y pérdida de movimiento del insecto lo que indica que las plagas están infectadas con el hongo. Los síntomas de la invasión del hongo en el hemocele, produce parálisis al insecto; esto explicaría la inmovilidad y rigidez que se manifiestan en individuos infectados

Lecuona *et al.* (1996) manifiestan que, durante la germinación del hongo se produce una degradación enzimática de la cutícula, causada por la secreción de endoproteasas, quitinasas y lipasas, entre otras enzimas; la presencia de manchas necróticas evidencia sitios de penetración del hongo, como una respuesta a la acción lítica de las enzimas liberadas durante la penetración produciendo muerte del insecto a partir del segundo día.

1.2.4.2. *Metarhizium anisopliae*

a) Taxonomía

NCBI (Centro Nacional para la Información Biotecnológica) clasifica de la siguiente manera.

Reino: Fungi.

Phylum: Ascomycota.

Subphylum: Pezizomycotina.

Clase: Sordariomycetes.

Subclase: Hypocreomycetidae.

Orden: Hypocreales.

Familia: Clavicipitaceae.

Género *Metarhizium*.

Especie: *anisopliae*

b) Importancia y generalidades

Metarhizium anisopliae su infestación es diversa atacando más de 200 especies de insectos y ácaros de diversos géneros, en los órdenes Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Dermaptera, Hymenoptera y Coleoptera, entre otros. (Ojeda *et al.*2010)

Ojeda *et al.* (2010) menciona que, *Metarhizium anisopliae* presenta la habilidad de crecer en forma saprófita, facilidad de diseminación de los conidios, capacidad de sobrevivencia en el suelo y reproducción asexual. Requiere temperatura óptima de 25 a 30 °C y humedad relativa del 100 %. Los límites térmicos para la germinación de los conidios y de las hifas de *anisopliae* se encuentran alrededor de 37 a 40 °C respectivamente. A una humedad por debajo de 53 % se reduce la viabilidad de los conidios.

Este hongo Deuteromycota (anamorfo) se caracteriza por formar esporulación en capas, fialides sencillas, en pares o en ramilletes, con fialoconidias producidas en cadenas basipetalas, compactadas y en columnas (Samson *et al.* 2004; Kiffer y Morelet 2000; citado por Sterling 2011).

c) Modo de acción

Lezama *et al.* (2005) afirma, que el insecticida microbial, caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidios de aproximadamente 0.5-0.8 micras de diámetro o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas con un ciclo de desarrollo involucrado dos fases, primera patogénica y la segunda saprofítica.

Lezama *et al.* (2005) sostiene que, la fase patogénica sucede cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del hospedante y la fase saprofítica cuando el hongo aprovechando los nutrientes del insecto muerto. Parásito facultativo, con conidios infectivos, ocurre la germinación de esporas y penetración de hifas a través de la cutícula o por vía oral al cuerpo del hospedante esta etapa dura de 3-4 días.

1.2.4.3. *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*

a) Taxonomía

Aguavil y Enríquez, 2011 citado por Larrea (2014) señala que, el género *Bacillus* se ubica en los siguientes rangos taxonómicos:

Reino: Bacteria.

Phylum: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*.

b) Importancia y generalidades

Portela *et al.* (2013) afirman que, *Bacillus thuringiensis* es un bacilo Gram positivo que durante su fase de esporulación produce una inclusión parasporal, conformada por proteínas Cry con actividad biológica contra insectos plaga. Gracias a estas proteínas presenta toxicidad contra larvas de insectos”.

Larrea (2014) menciona que, la especie también produce una β -exotoxina o δ -endotoxinas, termoestable y soluble en agua llamado thuringiensina con actividad acaricida e insecticida que menos costosos en términos de costos de producción, con aptitud de ser tratado industrialmente para la producción masiva.

Forma esporas resistentes a condiciones desfavorables, las cuales presentan morfología oval o cilíndrica; son móviles ya que presentan flagelos laterales. *Bacillus* spp. se encuentra ampliamente distribuido en el suelo, agua, materia vegetal en descomposición, insectos y plantas. Microorganismos activos en un rango de pH entre 5.5 a 8.5. (Calvo y Zúñiga, 2010; Layton *et al.* 2011 citado por Larrea, 2014)

Las proteínas Cry son el principal factor de virulencia de Bt, las cuales poseen pesos que oscilan entre ~60 y 140 kDa, y que al estar en presencia de un ambiente reductor modifican su estructura volviéndose altamente tóxicas contra insectos de los órdenes Lepidóptera, Díptera, Coleóptera Himenóptera, Homóptera, Ortóptera y Malófaga. Las proteínas Cry han sido utilizadas ampliamente como biopesticidas o en el desarrollo de cultivos transgénicos. (Portella, 2013)

c) Modo de acción

Gómez *et al.* 2001; Sauka *et al.* 2008 citado por Huerta (2013), manifiesta que, el modo de acción de las toxinas Cry fue descrito en lepidópteros como un proceso de múltiples etapas. Las proteínas cristal son sintetizadas como protoxinas las cuales son liberadas luego de ser ingeridas por larvas susceptibles y solubilizadas en el medio alcalino (pH 10-12) del intestino medio de la larva del insecto. Estas deberán ser cortadas en sitios específicos por proteasas intestinales para generar fragmentos de toxinas activas resistentes a proteasas, de 60-70 kDa que causarán la muerte de la larva.

Bajo su forma monomérica, las toxinas atraviesan la membrana peritrófica y se unen de forma univalente a la caderina, con gran afinidad en la cara apical de la membrana epitelial. Luego, de acuerdo con estudios realizados en cultivos de células de insectos, se inicia una cascada de señalización 13 dependiente del ion magnesio que sería responsable de la muerte celular. (Sauka y Benintende, 2008).

Por último, la formación de un poro en el epitelio del intestino medio, esto provoca un desequilibrio osmótico y la consecuente lisis celular. Resultando dañado gravemente el tejido intestinal, lo que impide la asimilación y retención de compuestos vitales para la larva lo que la lleva a la muerte. La muerte puede acelerarse al germinar las esporas y proliferar las células vegetativas en el hemocele del insecto. (Sauka y Benintende, 2008)

1.2.4.4. *Bacillus subtilis*

a) Taxonomía

Aguavil y Enríquez, 2011 citado por Larrea (2014) señala que, el género *Bacillus* se ubica en los siguientes rangos taxonómicos.

Reino: Bacteria.

Phylum: Firmicutes.

Clase: Bacilli,

Orden: Bacillales,

Familia: Bacillaceae,

Género: *Bacillus*,

Especie: *subtilis*

b) Importancia y generalidades

Bacteria tipo aeróbico con capacidad de activarse en presencia de nitratos como receptor de electrones, especie netamente del suelo con de alto índice de multiplicación y que prospera en diversos habitat con amplio rango de temperatura. Productor de diversidad de antibióticos y enzimas hidrolíticas extracelulares, forma esporas termoresistentes, es catalasa (Slepecky y Hemphill, 1992). Existen subespecies diferenciados a base de su composición química de pared celular, su distribución geográfica: *Basillus subtilis* subsp. *subtilis* cepa 168 y *Basillus subtilis* subsp. *spizizenii* cepa W23, la primera cepa industrializada para la obtención de pesticidas. (Ferrari *et al.*1993)

c) Modo de acción

Todar (como se citó en Mendoza, 2016) afirma que, las cepas más eficientes de *Bacillus subdilis* presentan una actividad controladora muy parecida a la del Biosan que, el efecto de control se produce por bioacumulación lo cual origina el

colapso de centros nerviosos, digestivos y reproductivos provocando drásticamente una reducción de la actividad biológica de la plaga.

1.2.5. Eficiencia y eficacia de los entomopatógenos

1.2.5.1. Eficiencia

Los entomopatogenos son derivados de microorganismos como hongos y bacterias; siendo altamente específicos contra las plagas objetivo y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. Los pesticidas tradicionales, por el contrario, en general son materiales sintéticos, que no sólo afectan a la plaga objetivo, sino también organismos no deseados, tales como insectos benéficos, la vegetación circundante y la vida silvestre. (EPA, 2010).

Según el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2014) señala que es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso estamos buscando un uso óptimo de los recursos disponible para lograr los objetivos; la prueba más importante en el control de calidad de un biopreparado ya que permite determinar si el hongo entomopatógenos controla a la plaga para el cual está recomendado. Sin embargo, no asegura que bajo condiciones de campo su eficiencia sea igual a la registrada en el laboratorio.

1.2.5.2. Eficacia

Son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del medio ambiente. La investigación y el

desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan a mitigar la contaminación ambiental causada por residuos de plaguicidas químicos, ya que también por su naturaleza biológica promueven el desarrollo sustentable de la agricultura. Estimulando la modernización en la agricultura y sin duda, va a reemplazar gradualmente a una cantidad de los plaguicidas químicos. En la producción agrícola, en ambientes libres de contaminación, los entomopatógenos son sustitutos ideales para sus homólogos químicos tradicionales (Leng *et al.* 2011).

Según el SENASA (2014) señala que es el grado en que se alcanzan los objetivos y metas, en cuanto den los resultados esperados con el empleo de los hongos entomopatógenos no debe limitarse exclusivamente a lugares con alta humedad relativa, debido a que el aceite que se emplea en la preparación de la solución, tiene como función encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. También se debe considerar que la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo.

1.2.6. Cultivo de maíz

Vásquez citado por Quispe (2015) hace referencia que el maíz (*Zea maíz L.*) es una gramínea, constituida por un tallo único formado por nudos y entre nudos, de las cuales se originan hojas de tipo lanceoladas que crecen alternativamente en cada uno de los nudos. Esta planta es monoica, ya que la inflorescencia masculina y femenina se encuentra en diferentes partes de la planta. El período de crecimiento del maíz oscila entre 90 y 150 días, según las variedades.

La temperatura media óptima para su cultivo es de 24 °C, ya que a temperaturas inferiores a 13°C disminuye su desarrollo y la fenología es diferente; para que alcance un buen rendimiento requiere un promedio de 550

mm de agua. La necesidad es de alta cantidad de días despejados, por lo que un excesivo período nublado le es perjudicial. Los mejores suelos para desarrollarse, son los aluviales con buen drenaje, alto contenido de nitrógeno y materia orgánica, con buena capacidad de retención de humedad.

1.3. ANTECEDENTES

Flores citado por Cajan y Sampertegui (2018) menciona que la investigación sobre; “Efecto de la variedad de maíz sobre el desarrollo y susceptibilidad de larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) a *Bacillus thuringiensis*” Tecomán, Colima, México. Concluyen que; desarrollo de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) expresado por las variables; peso de larvas, duración de los estadios larvales a pupa, peso de pupas y duración del estado de pupa, fue afectado por las variedades de maíz perjudicando la susceptibilidad de cada estadio larval de cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

En la tesis “Evaluación de eficacia de 5 bioplaguicidas sobre poblaciones de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E.Smith) y su efecto sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en Managua – Nicaragua” llegan a la conclusión; que los tratamientos a base de *Bacillus thuringiensis* con diferentes concentraciones resultaron ser efectivas como el tratamiento Dipel 6.4 (*Bacillus thuringiensis* 1.75g/lt) resultó ser con mayor efectividad que las demás concentraciones de *Bacillus thuringiensis* (Sotelo y Zelada citado por Cajan y Sampertegui, 2018)

Gutierrez (2017) en su tesis “Control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea*

mayz L.), en la localidad de maucacalle Abancay – Apurímac” menciona que, con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* se alcanzó un porcentaje de mortalidad en las unidades experimentales del 65.11% en el control biológico de larvas de cogollero y para el caso de larvas de mazorquero se obtuvo una eficiencia de mortalidad mayor con 68.33%; el porcentaje de mortalidad alcanzado en el control biológico de larvas de cogollero por la aplicación de *Beauveria bassiana* fue del 45.21% y para el caso del mazorquero se obtuvo una eficiencia del 41.25%. En el rendimiento del cultivo de maíz, proyectado en una hectárea, por la aplicación de *Bacillus thuringiensis* fue de 1236.92 kg mientras que el tratamiento *Beauveria bassiana* permitió alcanzar 1169.23 kg.

Su trabajo de investigación titulada: “Control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliiothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L), en la localidad de Maucacalle, Abancay - Apurimac” llega a la conclusión que la aplicación de *Bacillus thuringiensis* se alcanzó un porcentaje de mortalidad en las unidades experimentales del 65.11% en el control biológico de larvas de cogollero y para el caso de larvas de mazorquero se obtuvo una eficiencia de mortalidad del 68.33% (Gutierrez, 2017).

En la tesis: “Efectos de dos controladores biológicos del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en el cultivo de maíz (*zea mays* L.), en el Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo” Concluye que: En la evaluación del porcentaje de mortalidad de larvas de gusano cogollero en campo, a los dos días después de la segunda aplicación, se encontró que el T3 (52.5%) *Heterorhabditis bacteriophora* superó estadísticamente al T2 (31.43%) *Bacillus thuringiensis*. (Reyes citado por Cajan y Sampertegui 2018)

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

Con la aplicación de entomopatógenos en el maíz se tendrá efecto significativo en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el maíz morado (*Zea mays* L.) en el CIFO – UNHEVAL, Huánuco, 2019.

1.4.2 Hipótesis específicas

Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* se tendrá un efecto significativo en la reducción de la incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo maíz morado (*Zea mays* L.).

Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* se tendrá un efecto significativo en la reducción en el porcentaje de daño del cogollo del maíz (*Zea mays* L.).

Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* se tendrá efecto significativo en la eficacia del control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en condiciones de campo y laboratorio.

Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* se tendrá efecto significativo en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.).

1.5. VARIABLES

- **Variable independiente:** Entomopatógenos
- **Variable dependiente:** Control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- **Variable interviniente:** CIFO – UNHEVAL.

Cuadro 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES		SUB VARIABLES	INDICADORES
Variable independiente	Entomopatógenos	<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>	40 gr/20lt H ₂ O
		<i>Bacillus subtilis</i>	40 gr/20lt H ₂ O
		<i>Metarhizium anisopliae</i>	40 gr/20lt H ₂ O
		<i>Beauveria bassiana</i>	40 gr/20lt H ₂ O
Variable dependiente	Control de cogollero	Mortalidad	Nº cogolleros vivos y muertos/planta en campo y laboratorio
		Daños en el follaje	Nº de cogollos afectados/planta
Variable interviniente	CIFO-UNHEVAL	Clima	Temperatura (°C) Precipitación (mm) Humedad (H°)

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, ubicado al margen izquierdo del río Huallaga Cayhuayna de la carretera central Lima – Huánuco.

2.1.1 Posición geográfica

Latitud sur	:	9 °57" 07.24"
Longitud oeste	:	76° 14" 54.8"
Altitud	:	1947 msnm.

2.1.2 Ubicación Política

Departamento	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillco Marca
Lugar	:	Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO)

2.1.3 Zona de vida

Según el Mapa Ecológico del Perú, actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el lugar donde se llevó a cabo el estudio de investigación corresponde a la Zona de Vida: monte espinoso – Pre montano Tropical (me – PT). Con una vegetación dominante tipo xerofítica y arbustiva.

2.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

2.2.1 Tipo de Investigación

Aplicada, porque generó conocimientos pre constituidos de las ciencias biológicas y entomológicas para solucionar el problema del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el maíz morado (*Zea mays* L.) a través del empleo de entomopatógenos en condiciones de campo y laboratorio, solucionando el problema de uso indiscriminado de los plaguicidas, resistencia y resurgencia de plagas, aparición de nuevas plagas, daños a la salud y contaminación ambiental.

2.2.2 Nivel de Investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente (Entomopatógenos) y se evaluó la variable dependiente (control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual se comparó con un testigo.

2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

2.3.1 Población

Estuvo conformada por el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) instalados en la parcela (Universo de muestra) del CIFO Centro de Investigación Frutícola Olerícola, constituido por 4 especies de entomopatógenos y el testigo como tratamiento sin aplicación, cada tratamiento se realizó con una sola variedad de maíz morado con una población total de 375 plantas por experimento y 75 plantas por parcela experimental.

2.3.2 Muestra

La evaluación estuvo constituida por 75 plantas de maíz de cada área neta experimental y 21 plantas consideradas como unidad neta experimental; el criterio para tomar las muestras de cada unidad experimental fue realizar la evaluación del cogollo de cada planta del área neta experimental evaluando el número de larvas vivas del cogollo; el número de larvas muertas de cogollero.

2.3.3 Unidad de análisis

Tipo de muestreo fue probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las plantas tuvieron la misma posibilidad de formar parte del área neta experimental al momento de ser muestreada durante la ejecución de la investigación.

2.4 TRATAMIENTO DE ESTUDIO

En este trabajo de investigación se estudió el efecto de entomopatógenos en el control del control cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el estudio estuvo constituido por 5 tratamientos y 4 repeticiones con 20 unidades experimentales; según el cuadro 2 como se muestra.

Cuadro 2. Tratamientos en estudio.

Claves	Materia Activa	Dosis/L agua
T1	<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>	40 ml/20L H ₂ O
T2	<i>Bacillus subtilis</i>	40 ml/20L H ₂ O
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	40 g/20LH ₂ O
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	40 g/20LH ₂ O
T0=Testigo	Sin aplicación	-

2.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

2.5.1 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación fue experimental, en su forma de diseño de bloques completamente al azar (DBCA) constituido por 4 repeticiones y 5 tratamientos, con un total de 20 unidades experimentales. El enfoque que se manejó será cuantitativo porque se recolectó información numérica y se utilizó el análisis estadístico para la evaluación de los datos. El contraste de la hipótesis de investigación se realizó en base a las pruebas de las hipótesis estadísticas determinadas a través de los estadísticos inferenciales (análisis de varianza, análisis multivariado). Luego los resultados se sometieron a un análisis unidireccional de varianza seguido de la prueba de comparación de promedios

de LSD Fisher ($P < 0,05$) para determinar las diferencias entre los promedios de los tratamientos.

2.5.2 Esquema del análisis estadístico

El análisis de varianza que se aplicó fue la técnica de ANDEVA.

Cuadro 3. Esquema de análisis estadístico.

FUENTES DE VARIACIÓN (F. V)	GRADOS DE LIBERTAD (GL)
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 4$
Error experimental	$(r-1)(t-1) = 12$
Total	$(tr-1) = 19$

Cuadro 4. Distribución de tratamientos y repeticiones en estudio.

TRATAMIENTO	PARCELAS			
	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
1	T0	T1	T2	T3
2	T1	T2	T3	T4
3	T2	T3	T4	T0
4	T3	T4	T0	T1
5	T4	T0	T1	T2

2.5.3 El modelo de Ecuación lineal

El modelo estadístico para el diseño es:

$$Y_{ii} = \mu + \tau_i + \beta_i + \ell_{ii}$$

Para:

I = 1, 2, 3,.....t (N° de tratamientos)

J = 1, 2, 3,.....r (N° de repeticiones, bloques)

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j

μ = Media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)

τ_i = Efecto verdadero del i ésimo tratamiento

β_j = Efecto verdadero del j ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental.

2.5.4 Técnicas estadísticas

Para la prueba de hipótesis se utilizó ANDEVA o prueba de F, de 1 % y 5 % de nivel de significancia, para determinar la significación entre tratamientos y repeticiones.

Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 1 % y 5 % de nivel de significancia, para determinar la significación entre tratamientos.

Descripción del campo experimental

a) Características del campo experimental

- Largo del campo	:	39,00 m
- Ancho del campo	:	20,00 m
- Área total del campo experimental (39,0 x 20,00)	:	780,00 m ²
- Área experimental (4,00 m x 9,00)	:	36.00 m ²
- Área Total de caminos (1,00 m x 3,00 m)	:	3,00 m ²

b) Bloques

- Número de bloques	:	4
- Tratamiento por bloque	:	5
- Largo de bloque	:	9.00 m
- Ancho del bloque	:	20.00 m
- Área total de cada bloque (9,00 x20,00 m)	:	180.00 m ²

c) Parcelas experimentales

- Longitud	:	4,20 m
- Ancho	:	2.40 m
- Área neta experimental (4.20,0x2,40)	:	10.08 m ²
- Área neta experimental por parcela (9,00 x4,00)	:	36,00 m ²

d) Surcos

- Número de surco por parcela	:	5 surcos
- Distanciamiento entre surco	:	0,80 m
- Distanciamiento entre plantas	:	0,60 m
- Número de plantas por unidad experimental	:	21 plantas

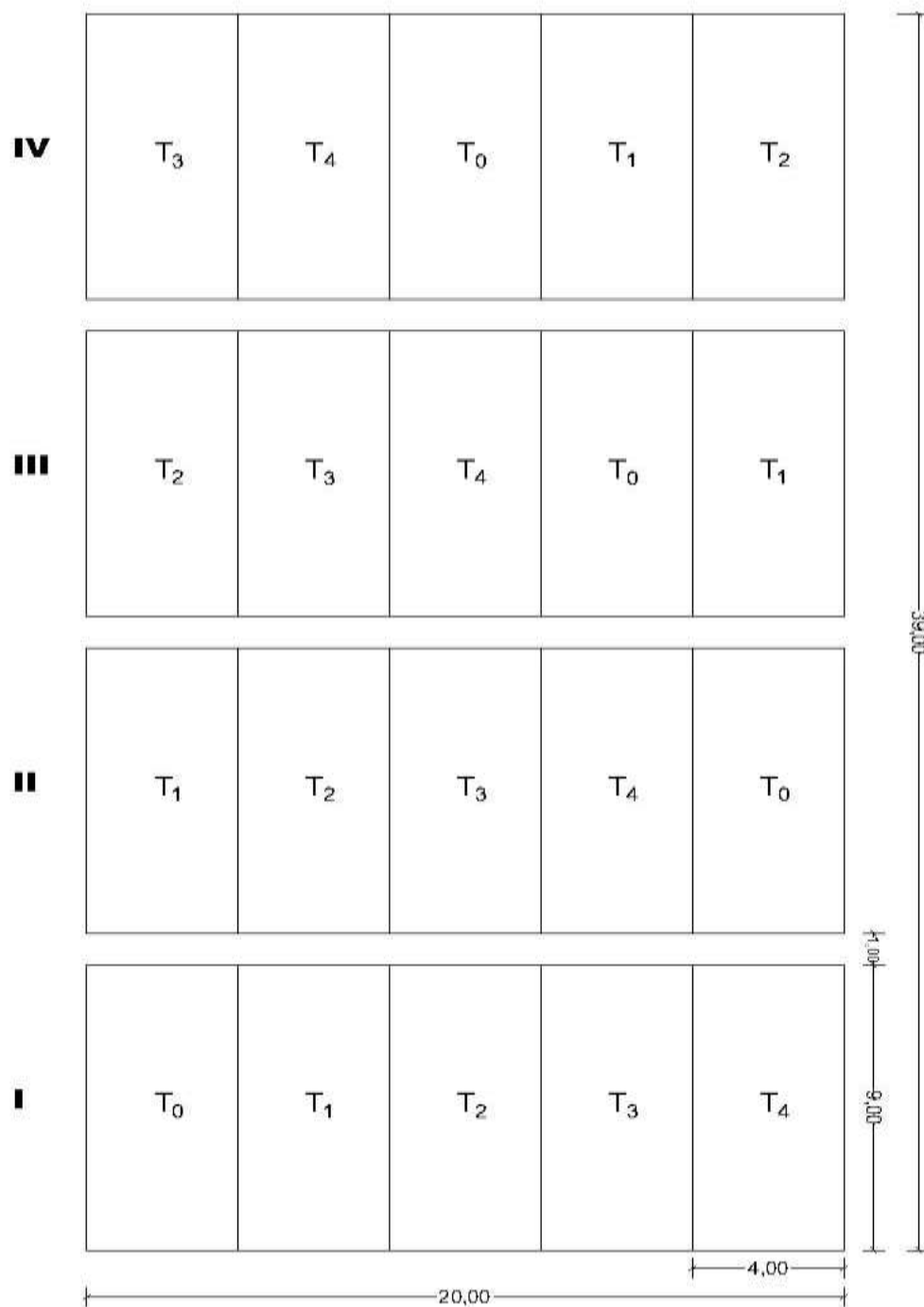


Figura 1. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.

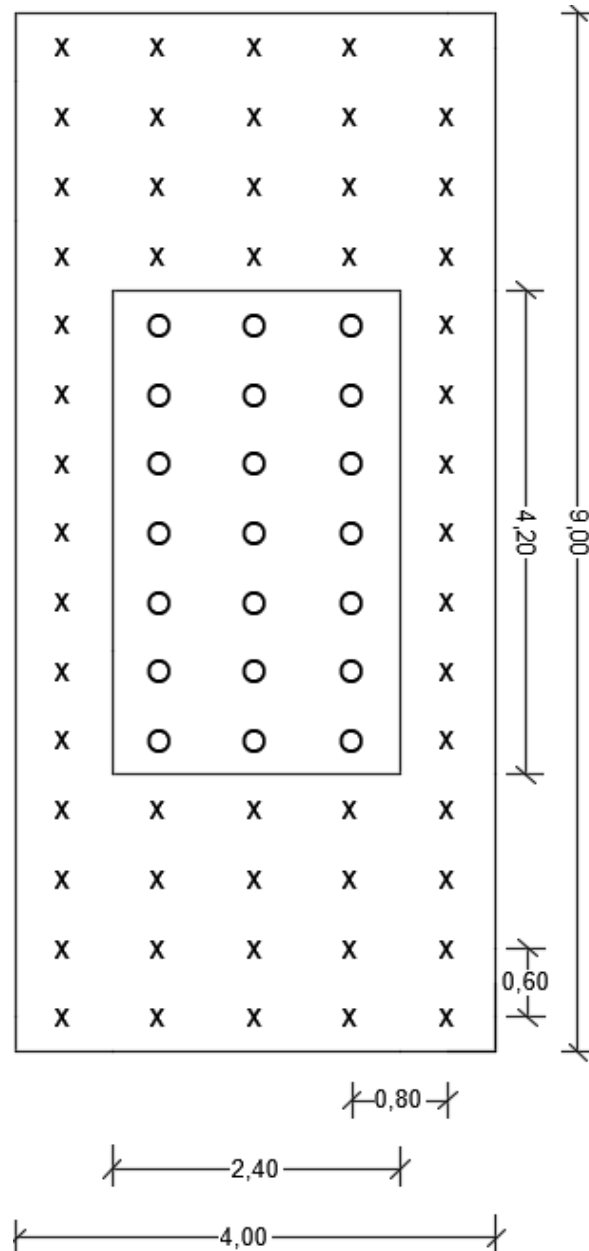


Figura 2. Croquis de unidad experimental.

LEYENDA	
Plantas experimentales	O
Plantas de bordes	X

2.5.5 Datos a registrar

- a) N° cogollero, vivos y muertos/ en campo
- b) N° cogolleros, vivos y muertos/ en laboratorio

2.5.6 Técnicas e Instrumentos de recolección y procesamiento de información

2.5.6.1 Técnicas de recolección de información

a) Técnicas de investigaciones documentales y bibliográficas

Formato de gestión de información, que se utilizó para construir el marco teórico y la bibliografía.

Software Bizari que se usó para registrar informaciones textuales, resúmenes y comentarios, mediante la gestión y procesos de la información.

b) Técnicas de campo y laboratorio

Observación, que se llevó a cabo en el campo y laboratorio respecto al efecto de lo Entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

La evaluación nos ayudó a calcular la incidencia de daño.

2.5.6.2 Instrumento de recolección de información

a) Instrumentos de investigaciones documentales y bibliográficas

Formato de gestión de Información

Se utilizó para la recopilación de información de manera textual, procedente

de páginas web y archivos disponibles en formato PDF, WORD, PPT y EXCEL, los textos bibliográficos obtenidos de bases de datos de Scienc Direct, Scielo, Redalyc, Google Académico, Latindex, Crossref, como también Hemerográficas, etc.

b) Instrumentos de campo

- **Libreta de campo.** Se utilizó para registrar los datos de la variable dependiente.
- **Lupa.** Se utilizó para la observación de la evaluación de los cogolleros en los estadios larvales (I y II) así realizando un conteo adecuado.

2.6 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

2.6.1 Materiales

2.6.1.1 Material vegetal

- Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.)

2.6.1.2 Materiales de campo

- Calculadora científica
- Libreta de campo
- Lupa
- Pares de bota de jebe
- Plano
- Traje de protección de fumigación
- Wincha

2.6.1.3 Materiales de laboratorio

- Cámara fotográfica
- Etiquetas
- Pipeta
- Pincel
- Pinza
- Placas Petri
- Probeta

2.6.2 Equipos

- Cámara climática
- Esteroscopio
- Microscopio

2.6.3 Herramientas

- Cordel
- Estaca
- Pico
- Wincha

2.6.4 Insumos

- Bioinsecticidas (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*)
- Semilla de maíz morado (PM581).
- Fertilizantes (Fosfato triple de calcio, Nitrato de amonio y Nitrato de potasio).
- Corrector de pH.

2.7 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.7.1 Metodología en campo

a) Obtención de la semilla

La semilla utilizada fue PMV 581 adquirida por la universidad Hermilio Valdizan, de la facultad de agronomía en el centro de cultivo Canchan.

b) Preparación del terreno

Esta actividad se realizó una semana antes de la siembra; con la ayuda de un tractor agrícola usando el arado de disco para realizar (la roturación, nivelación y surcado), con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y un adecuado desarrollo de las semillas, permitiendo una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

c) Roturación del suelo

Esta labor se ejecutó cuando el terreno se encontraba en buena capacidad de campo, dando una pasada de arado de disco a una profundidad de 30 cm removiendo y desterronando uniformemente el suelo pasando de 1 a 2 veces sobre el terreno.

d) Mullido y nivelación

Esta actividad se realizó con dos pasadas de rastra de forma cruzada, de esta manera el terreno estuviese desterronado y nivelado para evitar encharcamiento y tener una distribución adecuada del agua para riego y tener buena uniformidad en la germinación y emergencia de las semillas.

e) Surcado del terreno

Se ejecutó después de la nivelación y mullido, de forma mecánica a distanciamientos 0.80 m entre surcos y 0.60 m entre plantas; considerando calles para cada bloque, también se realizó la apertura de los canales para riego y desagüe.

f) Demarcación del campo experimental

Se llevó a cabo con la ayuda de una cinta métrica, cordel, cal y estacas utilizándose para colocar en cada punto determinado, finalmente se procedió a esparcir la cal para delimitar y marcar los bloques, unidades experimentales, distanciamientos entre plantas y los caminos.

g) Siembra

Previo a la siembra la semilla fue tratada con Carboxim + thiram a una dosis de 4 g 4 kg de semillas. La siembra se realizó de forma manual con ayuda de colocando 3 semillas por golpe, con el distanciamiento de 0,60 m entre golpes, con la ayuda de un pico y cordeles para que las plantas permanezcan con el mismo distanciamiento y la misma dirección.

h) Riegos

El primer riego se realizó inmediatamente después de haber concluido la siembra, los siguientes se realizaron en promedio cada 7 a 8 días hasta la etapa de floración a intervalos de 6 y 7 días según las necesidades hídricas de la planta con la debida atención en los estados críticos de cada desarrollo vegetativo; evitando a la planta estrés hídrico y encharcamientos.

i) Fertilización

La fertilización se realizó considero la dosis de 200 – 120 – 90 de NPK por hectárea. Como fuente de nutrición se usaron 49 kg de nitrato de amonio, 19 kg de nitrato de potasio y 24 kg de fosfato triple de calcio para todo el campo experimental. Se fertilizo en mezcla en un 100% después de la emergencia del total de plantas la primera

fertilización se fraccionó el nitrógeno y se utilizó todo el potasio y fósforo; la segunda fertilización se hizo en el aporque donde fue incorporado al 50% restante de nitrógeno.

j) Control de malezas

El control se realizó a los 14 días de la siembra en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con malezas en cuanto a luz y nutrientes para proporcionar a las plantas buena iluminación manteniendo el campo limpio durante el periodo vegetativo del maíz: para esta labor se utilizó un azadón.

k) Aporque

Se llevó a cabo con la finalidad de dar mayor estabilidad a las plantas y estén protegidas evitando el tumbado por el aire e impidiendo el exceso de humedad por el riego.

l) Control fitosanitario

- Monitoreo de plagas

Los monitoreos se realizaron a cada 7 días para determinar la incidencia poblacional, la cantidad de número de larvas vivas y número de larvas muertas del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz morado (*Zea mays* L.), el cual se desarrolló durante todo el periodo de la ejecución del proyecto de investigación durante 17 semanas.

Cuadro 5. Ficha de evaluación del cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

EVALUACION DEL COGOLLERO (<i>Spodoptera frugiperda</i>) EN EL MAÍZ (<i>Zea mayz</i> L.)																																								
EVALUADORA		Kelssy Katherin Carbajal Sánchez																																						
MES																																								
FECHA																																								
N° DE LARVAS VIVAS					N° DE LARVAS MUERTAS					N° DE PLANTAS DAÑADAS																														
N° DE PLANTAS	N° BLOQUE	TRATAMIENTOS					N° DE PLANTAS	N° BLOQUE	TRATAMIENTOS					N° DE PLANTAS	N° BLOQUE	TRATAMIENTOS																								
		T0	T1	T2	T3	T4			T0	T1	T2	T3	T4			T0	T1	T2	T3	T4																				
1						1								1																										
2						2								2																										
3						3								3																										
4						4								4																										
5						5								5																										
6						6								6																										
7						7								7																										
8						8								8																										
9						9								9																										
10						10								10																										
11						11								11																										
12						12								12																										
13						13								13																										
14						14								14																										
15						15								15																										
16						16								16																										
17						17								17																										
18						18								18																										
19						19								19																										
20						20								20																										
21						21								21																										

- Metodología de tratamientos en campo

Se evaluaron 5 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Las aplicaciones se efectuaron con una mochila fumigadora manual con capacidad de 20 litros. Los productos biológicos ensayados con sus materias activas, grupo biológico, distribuidor y dosis aplicada en la investigación se muestran en el cuadro N° 6 y finalmente el Tratamiento Testigo (sin aplicación).

Cuadro 6. Características de los productos biológicos aplicados.

MATERIA ACTIVA	GRUPO BIOLÓGICO	EMPRESA	DOSIS DE ETIQUETA	DOSIS APLICADA
<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki.</i> 2.5 x 10 ⁹ conidias/ml 1 Litro de (SC)	Bacteria	PBA	1.0 a 2.0 L/200L	40 mL/20L H ₂ O
<i>Bacillus subtilis</i> 2.5 x 10 ⁹ ufc/ml 1 Litro de (SC).	Bacteria	PBA	1.0 a 2.0 L/200L	40 mL/20L H ₂ O
<i>Metarhizium anisopliae</i> > 1.0 x 10 ¹⁰ con/gr 200 gr (WP)	Hongo	PBA	0.3 – 05 kg/200L	40 g /20L H ₂ O
<i>Beauveria bassiana</i> > 1.5 x 10 ¹⁰ conidias/g 200 g (WP).	Hongo	PBA	0.2 Kg / 200L	40 g/20L H ₂ O

Los productos biológicos han sido ya ensayados en el cultivo de maíz morado para el control de *Spodoptera frugiperda* y están autorizados. Lo cual mediante la investigación y la problemática de la incidencia de esta plaga podemos dar soluciones y proteger el medio ambiente y reducir el uso excesivo de los insecticidas.

Los tratamientos testigo (testigo absoluto sin aplicación de tratamientos) están incluidos en el diseño del ensayo con el mismo número de repeticiones que el resto de los tratamientos.

- Análisis de agua

Para las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, se realizó un previo análisis de agua.

Cuadro 7. Análisis de agua.

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	AGUA DE RIEGO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	DESCRIPCIÓN
p H		6.61	6.5 - 7.5	Aceptable
C.E	ds/m	0.17	2.5	Aceptable
Calcio	mg/L	1.02	50	Aceptable
Magnesio	mg/L	0.35	250	Aceptable
Potasio	mg/L	0.1	100	Aceptable
Sodio	mg/L	0.35	70	Aceptable
SUMA DE CATIONES		1.82		
Nitratos	mg/L	0.01	100	
Carbonatos	mg/L	0	10	Aceptable
Bicarbonatos	mg/L	1.14	518	Aceptable
Sulfatos	mg/L	0.4	1000	Aceptable
Cloruros	mg/L	0.3	140	Aceptable
SUMA DE ANIONES		1.85		
Sodio %	%	19.22	200 mg/Na L	Aceptable
RAS	und	0.42	5	Aceptable
Boro	mg/L	0.08	1	Aceptable
Según el reglamento de la calidad de agua				

FUENTE: Laboratorio Facultad de análisis de suelos, aguas, plantas, UNALM.

El análisis se realizó con la finalidad de medir el pH del agua y el contenido de carbonatos; teniendo en cuenta que estos entomopatógenos requieren un pH entre 5.5 y 7.0 y durezas inferiores a 150 ppm de carbonatos de calcio. Por lo tanto, según el análisis de los resultados obtenidos se optó por emplear corrector de pH de agua para la efectividad de los productos biológicos aplicados.

- **Determinación de agua en campo**

Previamente se realizó una prueba en blanco, determinando 80 L /780m², posteriormente se recolectó 80 L. de agua en un cilindro de 200 L; y se expuso al sol por 48 horas para eliminar cloruros y sedimentación de las partículas y mejorar la efectividad en el proceso de aplicación.

- **Preparación de entomopatógenos**

- Se neutralizó el agua con un corrector de pH.
- La dosis de aplicación fue planteada por SENASA 200 gramos/ 100 litros de cada entomopatógenos (*Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*)
- La dosis empleada de los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, a dosis de 40ml/20L H₂O medidos con una jeringa; *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* a una dosis de 40g/20L H₂O pesados en una balanza analítica.
- En 4 baldes de 5 L de agua se añadió 5ml de corrector de pH (Citogel), (dosis de corrector de pH es de 20ml/20 L H₂O) por un periodo de 30 minutos; luego se añadió 40 (g y ml) de cada entomopatógeno luego se

removió hasta obtener una mezcla homogénea y finalmente se adicionó el aceite agrícola a una dosis de 20 ml/20 L de agua (solo para los hongos entomopatógenos), dejando reposar la solución para la activación de los entomopatógenos por 6 horas.

- Finalmente se graduó 15L de agua a un pH neutro con una dosis de 20ml/20L H₂O, reposado por 30 minutos luego se adicionó la solución del balde de 5 L de cada entomopatógeno en el agua corregida del balde de 20L para mezclar y presente una homogeneidad uniforme posteriormente se pasó a trasvasar a cada mochila pulverizadora manual de 20 L.

- **Aplicación**

Las aplicaciones se efectuaron a partir de las 5:00 p. m, evitando al máximo los rayos ultravioletas del sol para no afectar a las conidias del hongo. También teniendo en cuenta la calibración de las boquillas para una mejor descarga y uniformidad con la cantidad apropiada ya que tienen mejor en las aplicaciones.

- **Frecuencia de aplicación.**

A continuación, en Cuadro 8, se muestra el número y frecuencia de las aplicaciones, la cantidad de agua utilizada y la cantidad de entomopatógenos empleados por cada aplicación.

Cuadro 8. Número y frecuencia de las aplicaciones, la cantidad de agua utilizada y la cantidad de entomopatógenos empleados por cada aplicación.

APLICACIÓN		CANTIDAD	ENTOMOPATOGENOS			
Número	Frec.	Agua (Litros)	<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Beauveria bassiana</i>
	(DÍAS)	Litros	MI	ml	g	g
1	7	5L	10	10	10	10
2	14	5L	10	10	10	10
3	21	10L	20	20	20	20
4	28	20L	40	40	40	40
5	35	20L	40	40	40	40
6	42	20L	40	40	40	40
7	49	20L	40	40	40	40
8	56	20L	40	40	40	40
9	63	20L	40	40	40	40
10	70	20L	40	40	40	40
11	77	20L	40	40	40	40
12	84	20L	40	40	40	40

- Frecuencia de evaluación.

Las observaciones de efectividad se realizaron a los 3 días después de haber aplicado el producto de los entomopatógenos; tomando 21 plantas al azar evaluando del cogollo el número de larvas vivas y muertas / planta.

m) Cosecha

Esta labor se realizó de forma manual; cuando las plantas del maíz alcanzaron su madurez fisiológica, de los tratamientos y de cada bloque;

posteriormente se colocaron en bolsas para su traslado y se efectuó el pesado de cada mazorca y para el cálculo del diámetro.

- **Metodología en laboratorio.**

Todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio y conservadas en la cámara refrigerante para su preservación, conservación intacta, evitando la deshidratación, deterioro, pudrición o contaminación, durante la semana se evaluaron y determinaron los efectos de los entomopatógenos en cada muestra mantenida a una temperatura constante evaluada todos los días. y para la mejor observación e identificación de los entomopatógenos en las larvas; conocer más la morfología del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y para la facilidad en la observación de cada estadio se usó el esteroscopio

2.7.2 Determinación de eficacia biológica

El desarrollo de la enfermedad en el insecto (larva) para el caso de las afecciones por hongos está dividido en tres fases: (1) adhesión y germinación de la spora en la cutícula del insecto, (2) penetración en el hemocele y (3) desarrollo del hongo, que generalmente resulta en la muerte del insecto, en caso de bacterias se observan síntomas de infección lechosa. (Téllez–Jurado, 2009). Teniendo como referencia estos datos se evaluaron los modos de acción de los entomopatógenos para determinar la sintomatología, tiempo de mortandad, % de muerte, severidad de los entomopatógenos sobre la larva.

a) Procedimiento para la selección de muestras, desinfección del material vegetal, preparación y aplicación en laboratorio.

1. Se colectaron 150 larvas de distinto estadio larval (3 – 6) obteniendo de los cogollos tiernos del maíz morado del tratamiento sin aplicación (T0) y también se realizó la colecta de hojas tiernas para alimento de las larvas.
2. Posterior a la colecta de las hojas tiernas, se lavaron y desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.5% en un frasco contenida de 250ml de agua destilada luego se enjuagaron 3 veces con agua estéril, seguidamente secadas con papel toalla; para colocar en 50 unidades de placas Petri (5 tratamientos con una 1 repetición); los cogollos tiernos de la planta del maíz en cada placa y posteriormente se realizó el lavado de las larvas cuidadosamente con 25 ml de agua destila y finalmente de 25 ml agua estéril, seguidamente secadas con papel toalla así seleccionando a las larvas según el estadio con ayuda de pinceles y pinzas para no dañarlas y evitando cualquier contaminación con la asepsia adecuada finalmente para transferir 3 larvas según el estadio en cada placa previamente inoculada por los entomopatógenos.
3. De la presentación de cada producto biológico se utilizó una dosis de 40g de cada producto biológico en 20L de H₂O; corrector de agua a una dosis de 20ml/20L H₂O y aceite agrícola a una dosis de 20ml/20L H₂O.
4. Los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Bauveria bassiana*.se identificó como T1, T2, T3, T4, respectivamente esta solución se realizó 6 horas antes dejando reposar para ser aplicadas.

5. El testigo (T0) se aplicó la misma metodología, pero sin aplicación.
6. Las observaciones y la limpieza de cada placa Petri fueron 1 vez al día y a la misma hora, evaluándose los síntomas como el color y alimentación de las larvas.
7. La mortalidad se determinó por la ausencia de movimiento de la larva al ser tocada, con una pinza estéril observadas en el esteroscopio.
8. El diseño experimental utilizado fue el mismo, empleándose 3 larvas por tratamiento, con 1 repetición. Los tratamientos fueron *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae*, *Bauveria bassiana* y Testigo sin aplicación. La mortalidad de las larvas de *Spodoptera frugiperda* se expresó como porcentaje de eficacia.
9. Finalmente se realizó para el cálculo de eficiencia en laboratorio la fórmula de Abbott para calcular el % de eficacia en los ensayos de bioinsecticidas.

La selección de la fórmula depende de factores y condición de prueba (infestación o estabilidad y homogeneidad de la población). La siguiente tabla me ayuda a usar la fórmula correcta.

Datos disponibles	Población uniforme
Infestación o individuos vivos.	<u>Abbott</u>
	Se utilizó esta fórmula para el cálculo de eficiencia en laboratorio

Fórmula de Abbott

$$\% \text{ Corregido} = \left(1 - \frac{n \text{ en T después del tratamiento}}{n \text{ en Co después del tratamiento}} \right) * 100$$

Donde:

N = población de insectos
T = Tratados
Co = Control

Población en parcela tratada después del tratamiento.
Población en parcela de control después del tratamiento.

III. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 y 1 %; a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, en donde que los tratamientos que son iguales se denota con (ns), representa que es significativo (*) y altamente significativo (**).

Para la comparación de los promedios de los tratamientos para cada una de las variables estudiadas; se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1 % donde los tratamientos representados con la misma letra indican que no existe diferencias estadísticas significativa, mientras los tratamientos representados con diferentes letras (ab) indican diferencia estadística significativa.

3.1 Evaluación de la cantidad de larvas vivas por semanas.

3.1.1 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental pre aplicación.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, pre recuento.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0047	0.0016	3.19 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.0041	0.001	2.10 ^{ns}	3.26	5.41
Error	12	0.01	0.0004			
Total	19	0.01				

Cv = 4.32%

S \bar{x} = \pm 0.019

Según el análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques y tratamientos al nivel 5% y 1% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4.32 % y la desviación estándar es ± 0.019 que expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo.

Sin embargo, se observa (figura 3) que el T1 (*Bacillus thuringiensis* var. *kurtaki*) obtuvo el promedio más bajo con 0.49, en relación al T3 (*Metarhizium anisopliae*) que obtuvo mayor cantidad de larvas vivas con 0.54.

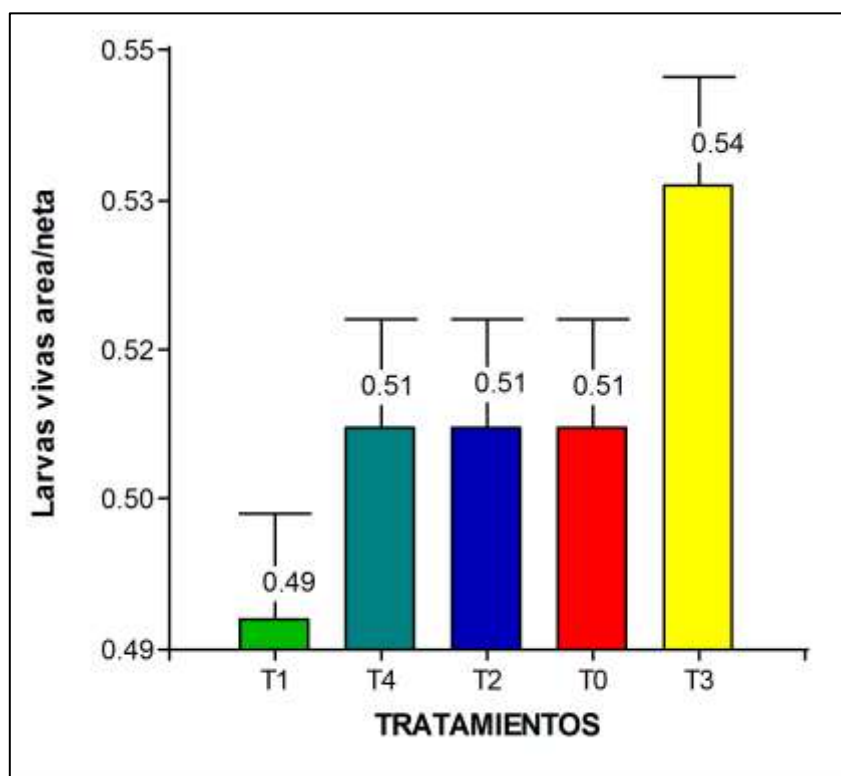


Gráfico 1. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 7 días post aplicación.

3.1.2 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 14 días aplicación.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 14 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.01	0.0019	2.64 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	1.50	0.38	512.35**	3.26	5.41
Error	12	0.01	0.0007			
Total	19	1.52				

$$Cv = 1.22\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0.027$$

Realizando el ANDEVA se aprecia que, para el efecto de los Bloques no existe diferencia estadística significativa, en tanto para los tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1.22 % y la desviación estándar es ± 0.027 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 11. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 14 días de aplicación/área neta experimental.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N. S	
			5%	1%
1°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.99 ud	a	a
2°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	2.02 ud	a	a
3°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	2.14 ud	b	b
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	2.18 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	2.75 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan para el número de larvas vivas/área neta al nivel de 5% y al 1%; indica que los tratamientos T3 (*Metarhizium anisopliae*) y T4 (*Beauveria bassiana*) son estadísticamente iguales y superan a los demás tratamientos con 1.99 y 2.02 de promedio respectivamente seguido del tratamiento T2 (*Bacillus subtilis*) y T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) estadísticamente iguales; ocupando el último lugar el tratamiento T0 (Testigo) con 2.75 de promedio.

Por lo tanto, se puede deducir que los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* resultan más eficaces en el control de larvas a corto plazo.

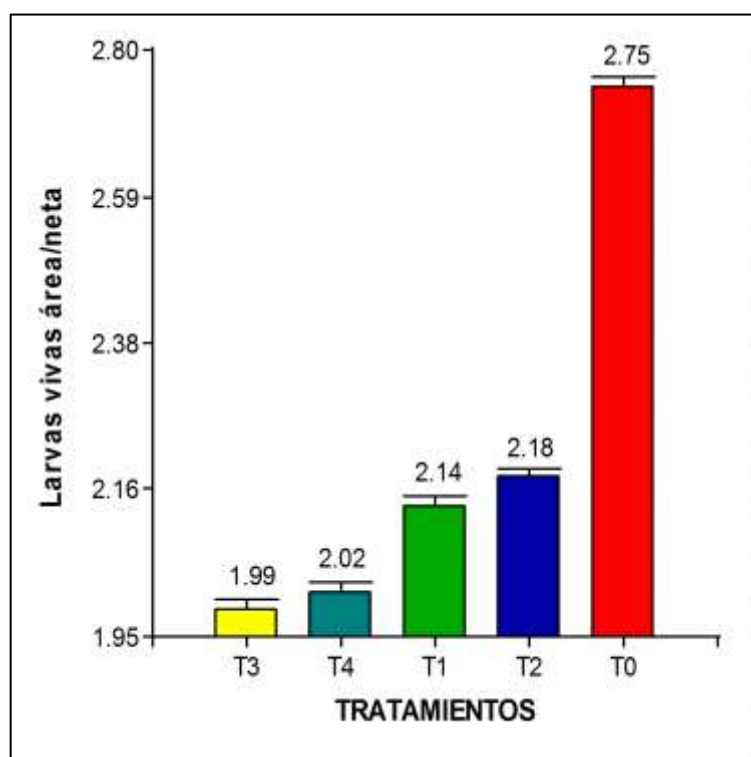


Gráfico 2. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 7 días pre aplicación.

3.1.3 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 21 días aplicación.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 21 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.30	0.10	1.97 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	5.89	1.47	29.06 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.61	0.05			
Total	19	6.80				

$Cv = 11.41\%$

$S\tilde{x} = \pm 0.23$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11.41 % y la desviación estándar es ± 0.23 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 13. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 21 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	1.35 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.81 ud	b	ab
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1.85 ud	b	ab
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.88 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	2.99 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error; para el número de larvas vivas/área neta experimental; indica que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) supera estadísticamente a los demás tratamientos con 1.35 de promedio seguido de los tratamientos T3 (*Metarhizium anisopliae*), T2(*Bacillus subtilis*) y T4(*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales; ocupando el último lugar el T0 (Testigo) con 2.99 de promedio.

Por lo tanto, se puede deducir que el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis var kurstaki* es eficiente en el control de larvas a un mediano periodo.

La prueba de significación de Duncan al nivel de 1% de margen de error; para el número de larvas vivas/área neta; indica que los tratamientos T1(*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) T3(*Metarhizium anisopliae*), T2(*Bacillus subtilis*) estadísticamente iguales y superior a los demás tratamientos con promedio de 1.35, 1.81 y 1.85 respectivamente seguido de los tratamientos T3(*Metarhizium anisopliae*), T2(*Bacillus subtilis*) y T4(*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales y el último lugar el T0 (Testigo) con 2.99 de promedio.

Por lo tanto, se puede deducir que los entomopatógenos *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis var kurstaki* son los más eficientes en el control de larvas a un mediano periodo.

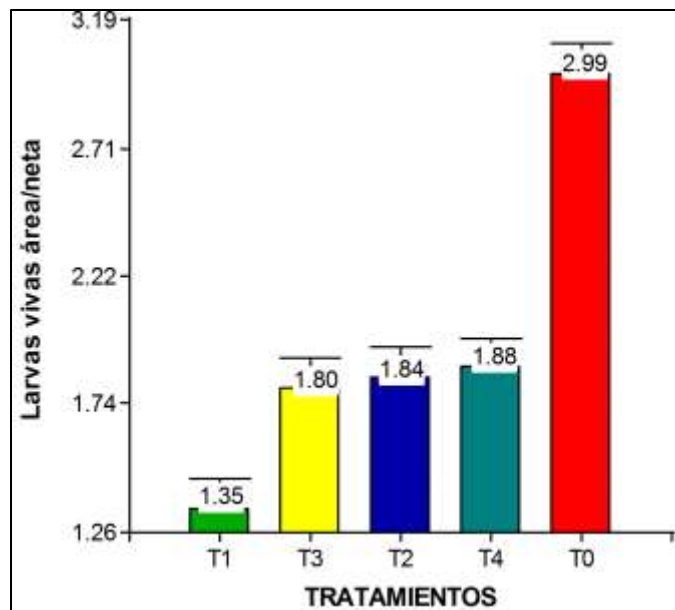


Gráfico 3. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 21 días aplicación.

3.1.4 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 28 días aplicación.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 28 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.28	0.09	2.42 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	4.27	1.07	27.24 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.47	0.04			
Total	19	5.02				

$Cv = 11.58\%$

$S_{\bar{x}} = \pm 0.21$

Según el análisis de varianza entre los tratamientos existen diferencias significativas al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11.58 % y la desviación estándar es ± 0.21 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 15. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 28 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.81ud	a	a
2°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.80 ud	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1.87 ud	bc	b
4°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.94 ud	bc	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	2.13 ud	c	b

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error para la cantidad de larvas vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var. kurtaki*) con 0.81 de promedio es estadísticamente superior al resto de los tratamientos seguido por los tratamientos T4 (*Beauveria bassiana*), T2 (*Bacillus subtilis*) y T3 (*Metarhizium anisopliae*) estadísticamente iguales y el último lugar los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Metarhizium anisopliae*) y T0 (Testigo) estadísticamente iguales con 1.87, 1.94 y 2.13 de promedio respetivamente.

Al nivel de significación del 1% de margen de error para la cantidad de larvas vivas/área neta experimental expresan que tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var. kurtaki*) es superior estadísticamente a los demás tratamientos con 0.81 de promedio y quien ocupa el último lugar son los tratamientos T4 (*Beauveria bassiana*); T2 (*Bacillus subtilis*); T3 (*Metarhizium anisopliae*) y T0 (Testigo), con 1.80, 1.87, 1.94 y 2.13, de promedio respectivamente.

Por lo tanto, en ambos niveles de significancia se puede deducir que el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas a un mediano periodo.

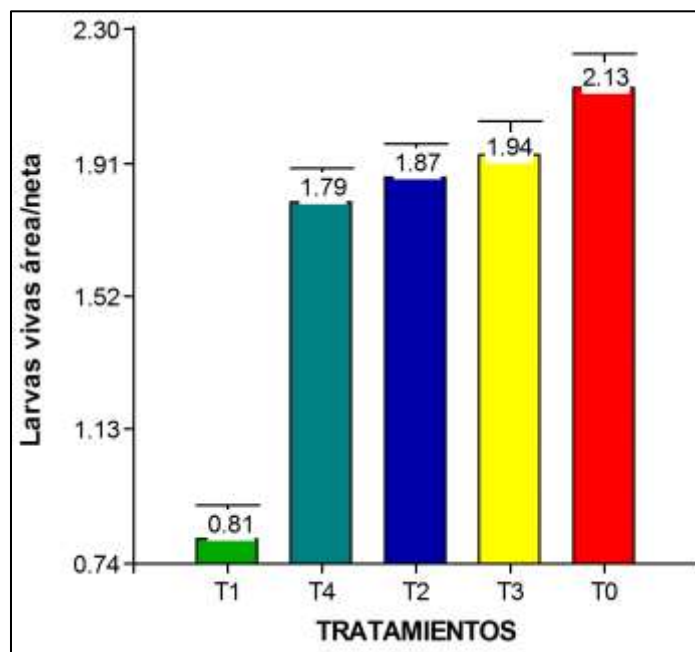


Gráfico 4. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 28 días aplicación.

3.1.5 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 35 días aplicación.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 35 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.12	0.04	1.03 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	5.07	1.27	32.85 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.46	0.04			
Total	19	5.65				

$Cv = 12.28\%$

$S\bar{x} = \pm 0.20$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 12.28 % y la desviación estándar es ± 0.20 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 17. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 35 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.85 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.49 ud	b	b
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.62 ud	b	b
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1.62 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	2.43 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error; para el número de larvas vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) supera estadísticamente al resto de los tratamientos con 0.85 de promedio seguido por los tratamientos T3 (*Metarhizium anisopliae*; T4 (*Beauveria bassiana*) y T2 (*Bacillus subtilis*), estadísticamente iguales; ocupando el último lugar T0 (Testigo) con 2.43 de promedio.

Por lo tanto, se concluye que el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas a un mediano periodo.

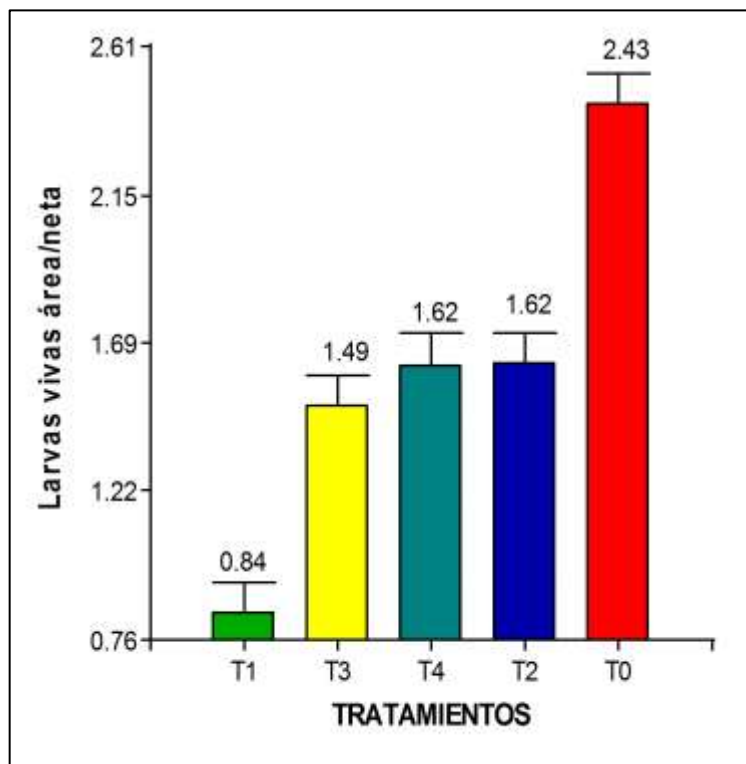


Gráfico 5. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 35 días aplicación.

3.1.6 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 42 días aplicación.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 42 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.03	0.01	0.29 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	2.05	0.51	14.46 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.43	0.04			
Total	19	2.51				

$Cv = 15.57\%$

$S_{\bar{x}} = \pm 0.19$

Realizando el Análisis de varianza para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo y para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 15.57 % y la desviación estándar es ± 0.19 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos en campo.

Cuadro 19. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 42 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.77 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.10 ud	b	ab
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1.16 ud	b	ab
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.26 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	1.76 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el número de larvas vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) es estadísticamente superior a los demás tratamientos con 0.77 de promedio seguido por los tratamientos T3 (*Metarhizium anisopliae*), T2 (*Bacillus subtilis*) y T4 (*Beauveria bassiana*), estadísticamente iguales con 1.10, 1.16 y 1.26 promedios respectivamente y ocupado el último lugar el Testigo (T0) 1.76 de promedio; concluyendo que el entomopatógeno *bacillus thuringiensis var kurtaki* es eficiente en el control de larvas a un mediano periodo.

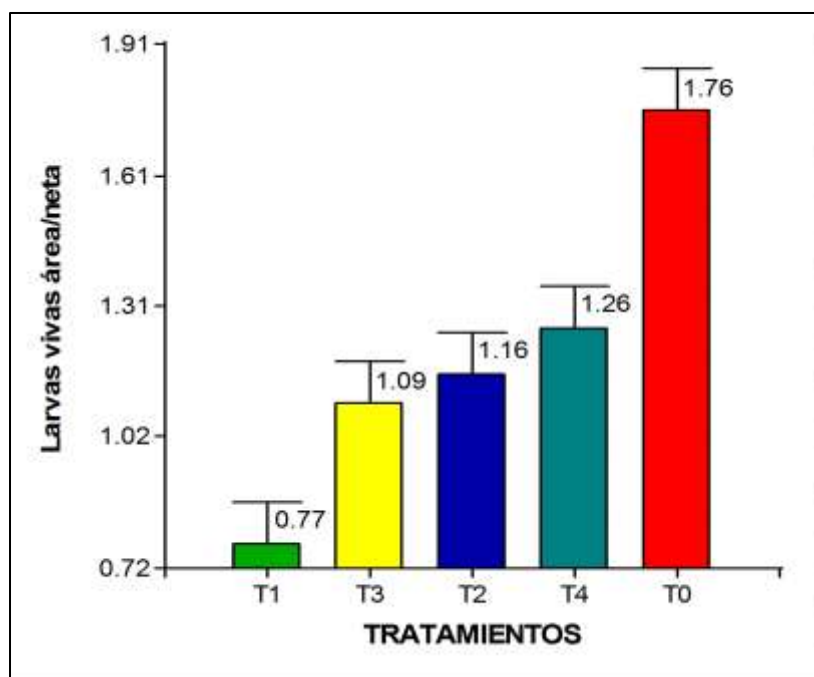


Gráfico 6. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 42 días aplicación.

3.1.7 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 49,56 y 63 días aplicación.

Cuadro 20. Análisis de varianza del número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 49, 56 y 63 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.13	0.04	1.09 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	2.32	0.58	14.30 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.49	0.04			
Total	19	2.94				

$Cv = 16.80\%$

$S_{\bar{x}} = \pm 0.20$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 16.80 % y la desviación estándar es ± 0.20 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 21. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 49, 56 y 63 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.68 ud	a	a
2°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	1.16 ud	b	b
3°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.17 ud	b	b
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.25 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	1.75 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el número de larvas vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus truringiensis var kurstaki*) con promedio de 0.68 es superior estadísticamente a los demás tratamientos; seguido por el tratamiento T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Matarhizium anisopliae*) y T4 (*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales y en último lugar por T0 (Testigo). Por lo tanto, se puede deducir que el entomopatógeno *Bacillus truringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas vivas a un largo periodo.

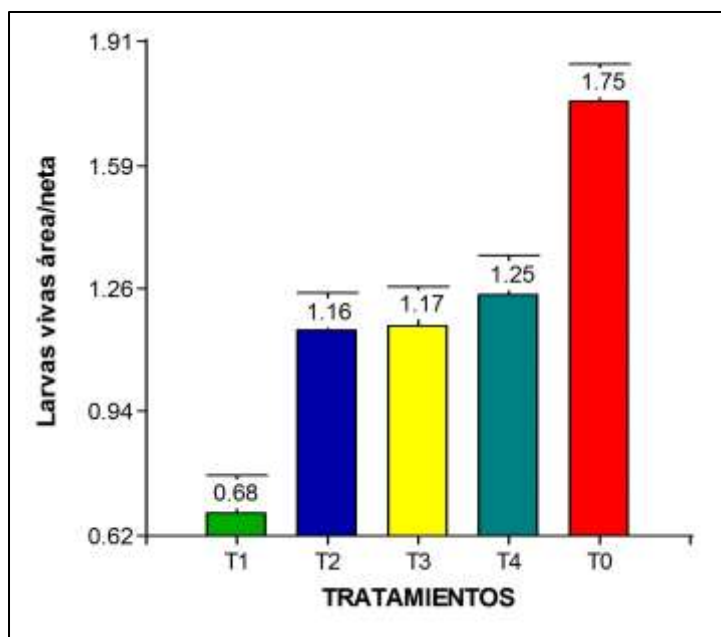


Gráfico 7. Evaluación de N° de larvas vivas a los 49,56 y 63 días aplicación.

3.1.8 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 70 días aplicación.

Cuadro 22. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 70 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.21	0.07	1.42 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.97	0.24	4.91*	3.26	5.41
Error	12	0.60	0.05			
Total	19	1.78				

$Cv = 21.09\%$

$S_{\bar{x}} = \pm 0.22$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 21.09 % y la desviación estándar es ± 0.22 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 23. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 70 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.76 ud	a	a
2°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.97 ud	a	ab
3°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	1.05 ud	a	ab
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.07 ud	a	ab
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	1.44 ud	b	b

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error, para el número larva de vivas/área neta experimental expresa que los tratamientos T1(*Bacillus thuringiensis var kurstaki*), T2 (*Bacillus subtilis*), T3(*Metarhizium anisopliae*) y T4 (*Beauveria bassiana*) son estadísticamente iguales y presentando los promedios de 0.76, 0.97, 1.05 y 1.07 respectivamente; seguido por el tratamiento T0 (Testigo); concluyendo que los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, T2 *Bacillus subtilis*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* son los más eficientes en el control de larvas a un largo periodo.

Al nivel de significación del 1% de margen de error; para el número larva de vivas/área neta experimental expresa que el tratamiento T1(*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) es estadísticamente diferente a los demás tratamientos presentando el promedio más bajo con 0.76 seguidos tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*), T3(*Metarhizium anisopliae*) y T4 (*Beauveria bassiana*). Por lo tanto, el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas a un largo periodo.

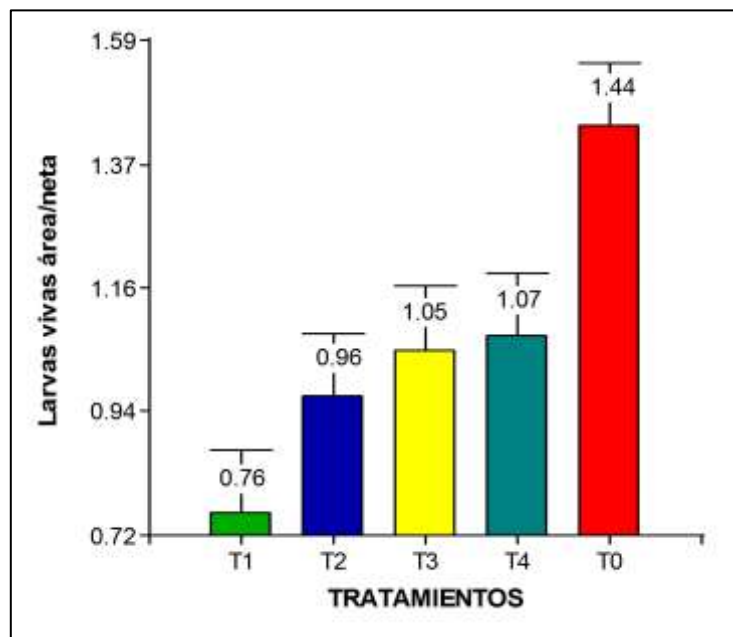


Gráfico 8. Evaluación de N° de larvas vivas a los 70 días aplicación.

3.1.9 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 77 días aplicación.

Cuadro 24. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 77 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.08	0.03	1.03 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	1.68	0.42	16.49 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.31	0.03			
Total	19	2.06				

$Cv = 17.13\%$

$S\bar{x} = \pm 0.16$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 17.13 % y la desviación estándar es ± 0.16 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 25. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 77 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.47 ud	a	a
2°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.92 ud	b	b
3°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.94 ud	b	b
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.95 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	1.38 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el número de larvas vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) estadísticamente superior a los demás tratamientos presentando el promedio más bajo con 0.47 seguidos de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Metarhizium anisopliae*) y T4 (*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales y el tercero por T0 (Testigo).

Por lo tanto, se puede deducir que el entomopatógeno *Bacillus truringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas vivas a un largo periodo.

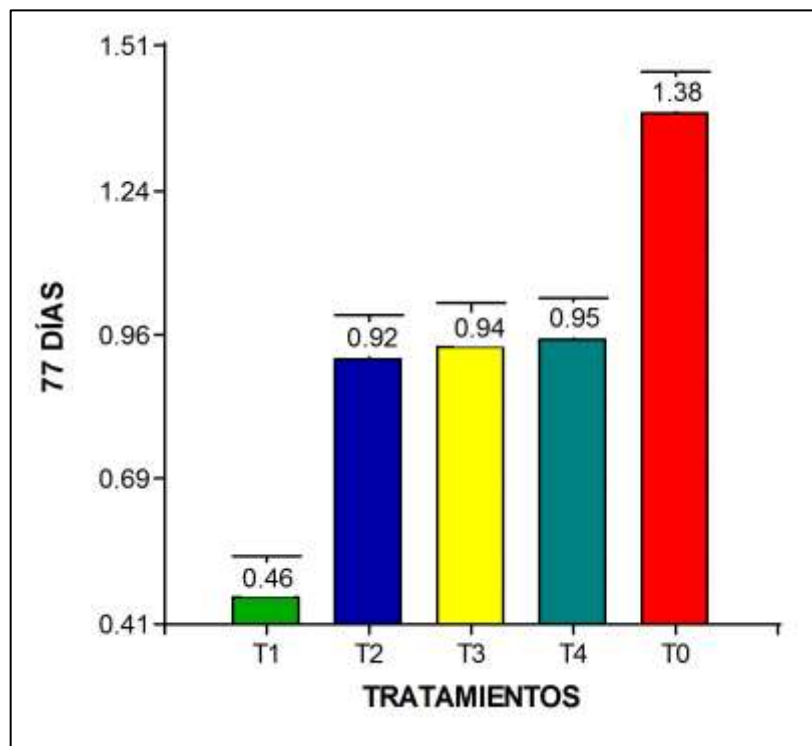


Gráfico 9. Evaluación de N° de larvas vivas a los 77 días aplicación.

3.1.10 Cantidad de larvas vivas por área neta experimental a los 84 días aplicación.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 84 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.04	0.01	1.16 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.98	0.25	20.27 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.15	0.01			
Total	19	1.17				

$Cv = 17.58\%$

$S\bar{x} = \pm 0.05$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 17.58 % y la desviación estándar es ± 0.05 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 27. Promedios que corresponden al número de larvas vivas a los 84 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.28 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.56 ud	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.64 ud	b	b
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.69 ud	b	b
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.96 ud	c	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y el 1% de margen de error; para el número de larva vivas/área neta experimental expresan que el tratamiento T1 (*Bacillus truringiensis var kurstaki*) estadísticamente superior a los demás tratamientos con 0.28 de promedio más bajo; seguido por el tratamiento T3(*Metarhizium anisopliae*), T2(*Bacillus subtilis*) y T4(*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales y el último lugar el testigo (T0) con 0.96 de promedio.

Por lo tanto, se puede deducir que el entomopatógeno *Bacillus truringiensis var kurstaki* es el más eficiente en el control de larvas vivas a un largo periodo.

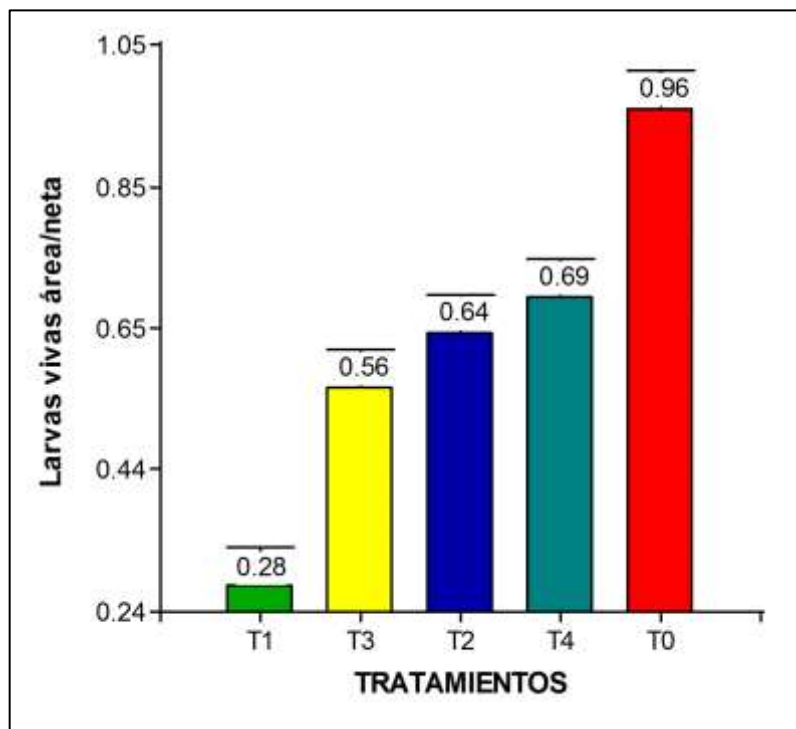


Gráfico 10. Evaluación de N° de larvas vivas/área neta a los 84 días aplicación.

3.2 El porcentaje de Incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz morado (*Zea mays* L.).

Cuadro 28. Evaluación semanal mediante la fórmula general del porcentaje de incidencia de larvas durante los 84 días.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE INCIDENCIA									
	7 DD	14 DD	21 DD	28 DD	35 DD	42 DD	49, 56 y 63 DD	70 DD	77 DD	84 DD
T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	2%	10%	6%	4%	4%	4%	3%	4%	2%	1%
T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	2%	10%	9%	9%	8%	5%	5%	5%	4%	3%
T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	3%	9%	9%	9%	7%	5%	6%	5%	4%	3%
T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	2%	10%	9%	9%	8%	6%	6%	5%	5%	3%
T0 (<i>Testigo</i>)	2%	13%	14%	10%	12%	8%	8%	7%	7%	5%

3.3 Evaluación, cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo por semanas.

3.3.1 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 21 días aplicación.

Cuadro 29. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 21 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.01	0.0022	1.57 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.75	0.19	136.13 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.02	0.0014			
Total	19	0.77				

$Cv = 5.83\%$

$S\bar{x} = \pm 0.04$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.83 % y la desviación estándar es ± 0.04 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 30. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 21 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.93 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.77 ud	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.62 ud	c	c
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.48 ud	d	d
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.39 ud	e	e

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y el 1% de margen de error; para el número de larvas muertas/área neta experimental el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) estadísticamente diferente a los demás tratamientos y presentan el promedio de 0.93 superior a los demás tratamientos; seguido por el tratamiento T3 (*Metarhizium anisopliae*); el tercero T2 (*Bacillus subtilis*); el cuarto es el tratamiento T4 (*Beauveria bassiana*) y el último lugar es el Testigo T0 con 0.39 de promedio inferior.

Concluyendo que *Bacillus thuringiensis var kurstaki* es eficiente en el control de larvas muertas a un mediano periodo.

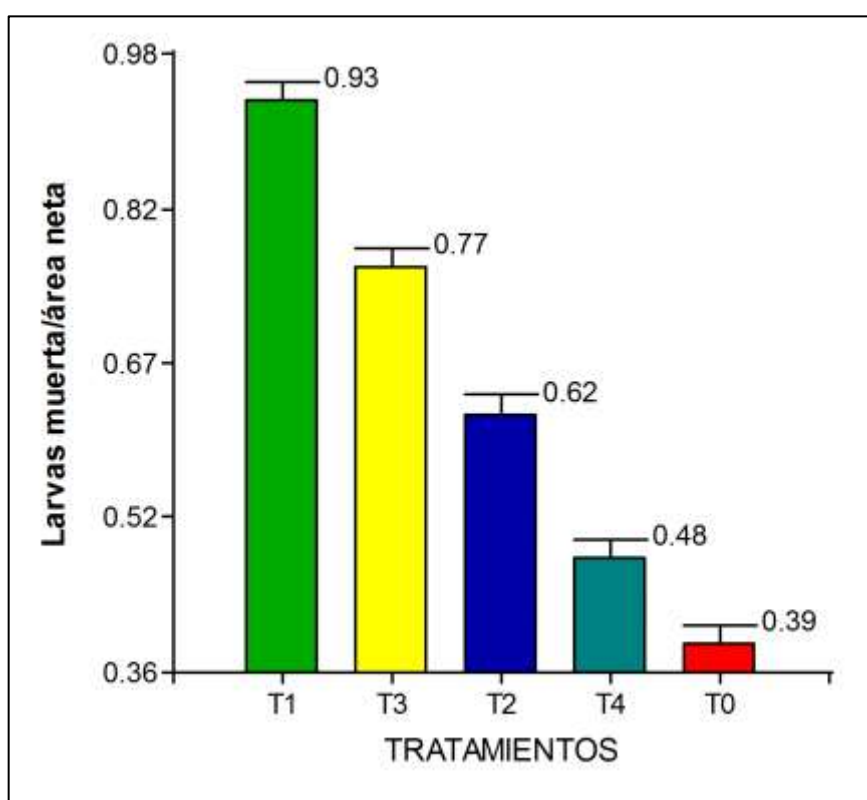


Gráfico 11. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta a los 21 días aplicación.

3.3.2 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 28 días de aplicación.

Cuadro 31. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 28 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0011	0.00038	0.95 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.85	0.21	533.27**	3.26	5.41
Error	12	0.0048	0.00040			
Total	19	0.86				

$Cv = 5.83\%$

$S\tilde{x} = \pm 0.01$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.83 % y la desviación estándar es ± 0.01 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 32. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 28 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.73 ud	a	a
2°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.33 ud	b	b
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.32 ud	b	b
4°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.21 ud	c	c
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.13 ud	d	d

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el número de larvas muerta/área neta experimental el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurtaki*) estadísticamente diferente al resto con el promedio de 0.73; el seguido por el tratamiento T2 (*Bacillus subtilis*), T4 (*Beauveria bassiana*) estadísticamente iguales; el tercero por T3 (*Metarhizium anisopliae*) y el cuarto por el tratamiento T0.

Por lo tanto, se puede deducir que el *Bacillus thuringiensis var kurtaki* es eficiente en el control de larvas muertas a mediano periodo.

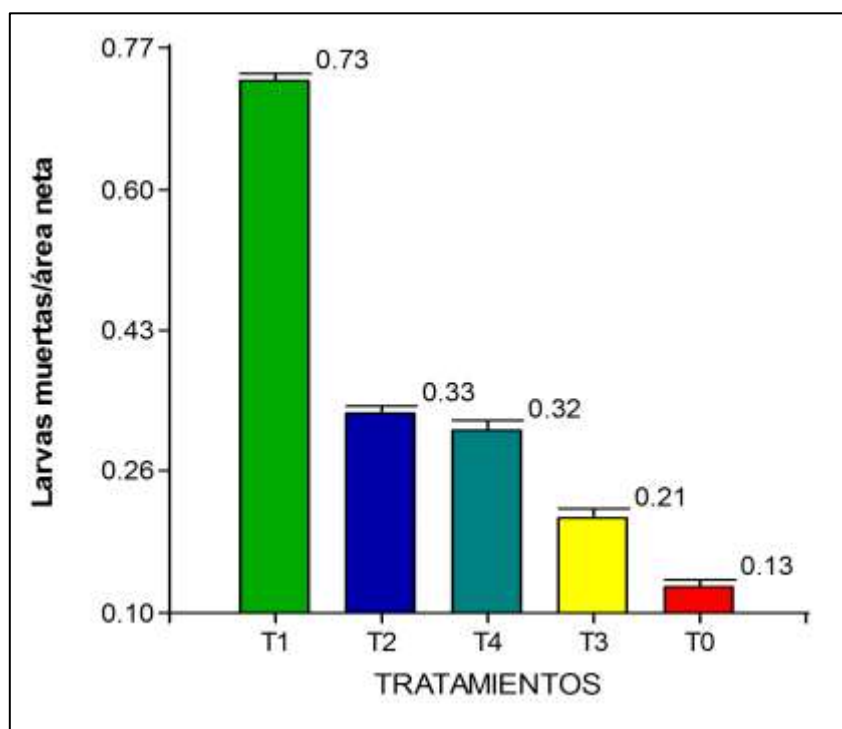


Gráfico 12. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 28 días aplicación.

3.3.3 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 35 días de aplicación.

Cuadro 33. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 35 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0014	0.00045	0.80 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.27	0.07	119.12 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.01	0.00057			
Total	19	0.28				

$Cv = 4.05\%$

$S_{\bar{x}} = \pm 0.024$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4.05 % y la desviación estándar es ± 0.024 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 34. Promedios que corresponden al número de muertas a los 35 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.76 ud	a	a
2°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.63 ud	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.62 ud	b	b
4°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.54 ud	c	c
5°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.40 ud	d	d

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para número de larvas muertas/área neta experimental el tratamiento T3 (*Metarhizium anisopliae*) estadísticamente diferente a los demás con el promedio de 0.76 superior al tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis*) concluyendo que el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* fue eficiente en el control de larvas muertas a los 35 días.

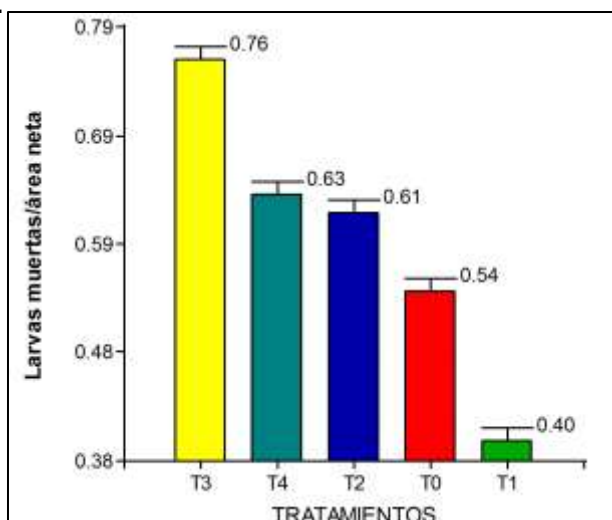


Gráfico 13. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 35 días aplicación.

3.3.4 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 42 días de aplicación.

Cuadro 35. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 42 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0024	0.00079	1.54 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.37	0.09	182.33 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.01	0.00051			
Total	19	0.38				

Cv = 4.93%

S \bar{x} = ± 0.02

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4.93% y la desviación estándar es ± 0.02 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 36. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 42 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.62 ud	a	a
2°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.61 ud	a	a
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.45 ud	b	b
4°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.33 ud	c	c
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.29 ud	d	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el número de larvas muerta/área neta experimental; los tratamientos T3(*Metarhizium anisopliae*) y T2(*Bacillus subtilis*) estadísticamente iguales y superior al resto de los tratamientos con promedios de 0.62 y 0.61 respectivamente; seguido por el tratamiento T4; el tercero por T1 y el cuarto rango por el Testigo T0 por lo tanto se puede deducir que los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus subtilis* son los más eficiente en el control de larvas muertas a los 42 días.

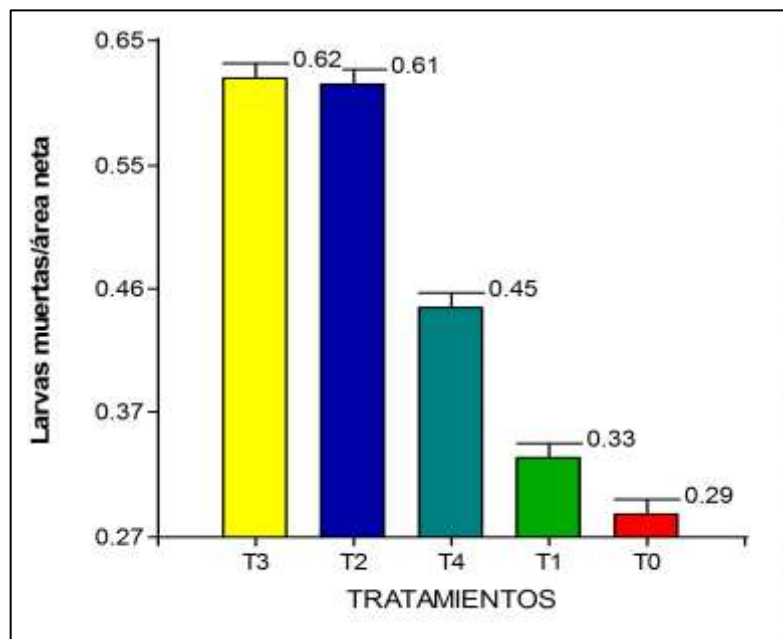


Gráfico 14. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 42 días aplicación.

3.3.5 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 49 días de aplicación.

Cuadro 37. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 49 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0029	0.00096	2.55 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.20	0.05	129.88 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.0045	0.00038			
Total	19	0.20				

$Cv = 12.44\%$

$S\bar{x} = \pm 0.019$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente

significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error, donde al menos uno de los Tratamientos es diferente o supera a los demás. El coeficiente de variabilidad (CV) es 12.44% y la desviación estándar es ± 0.019 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 38. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 49 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.33 ud	a	a
2°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.20 ud	b	b
3°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.13 ud	c	c
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.08 ud	d	d
5°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.05 ud	e	d

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 5 rangos, el primero conformado por el tratamiento T3 y presentan el promedio de 0.33 larvas muertas/ área neta experimental; el seguido por el tratamiento T1; el tercero por Testigo T0; el cuarto por el tratamiento T2 y el ultimo el T4; confirmando que el T3 es eficiente en el control de larvas muertas a los 49 días.

La prueba de significación de Duncan al nivel de 1% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 4 rangos, el primero conformado por el tratamiento T3 y presentan el promedio de 0.33 larvas muertas/ área neta experimental; el seguido por los tratamientos T1; el tercero

por Testigo T0 y el ultimo por los tratamientos T2 y T4; confirmando que el T3 es eficiente en el control de larvas muertas a los 49 días.

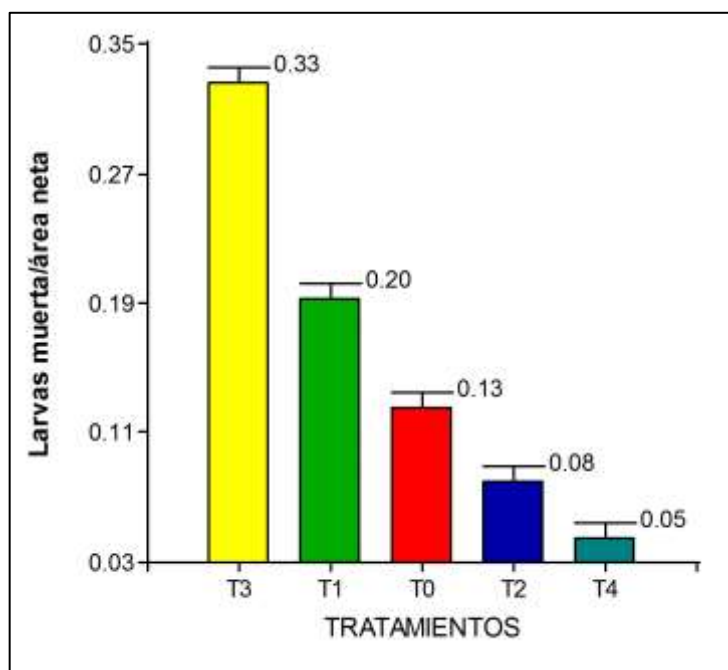


Gráfico 15. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 49 días aplicación.

3.3.6 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 70 días de aplicación.

Cuadro 39. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 70 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.0013	0.00044	1.22 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.02	0.00042	11.16 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.0043	0.00036			
Total	19	0.02				

Cv = 8.48%

S \bar{x} = ± 0.019

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es estadísticamente no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 8.48% y la desviación estándar es ± 0.019 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 40. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 70 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.27 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.25 ud	b	ab
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.21 ud	b	bc
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.20 ud	b	bc
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.19 ud	b	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 2 rangos, el primero conformado por el tratamiento T1 y presentan el promedio de 0.27 larvas muertas/ área neta experimental y el segundo por los tratamientos T3, T4, T2 y T0 estadísticamente iguales; concluyendo que el T1 es eficiente en el control de larvas muertas a los 70 días.

La prueba de significación de Duncan al nivel de 1% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 2 rangos, el primero conformado por los tratamientos T1 y T3 presentando los promedios de 0.27 y 0.25 larvas muertas/ área neta experimental respectivamente y el segundo

por los tratamientos T3, T4, T2 y T0 estadísticamente iguales; concluyendo que los tratamientos T1 y T3 son eficientes en el control de larvas muertas a los 70 días.

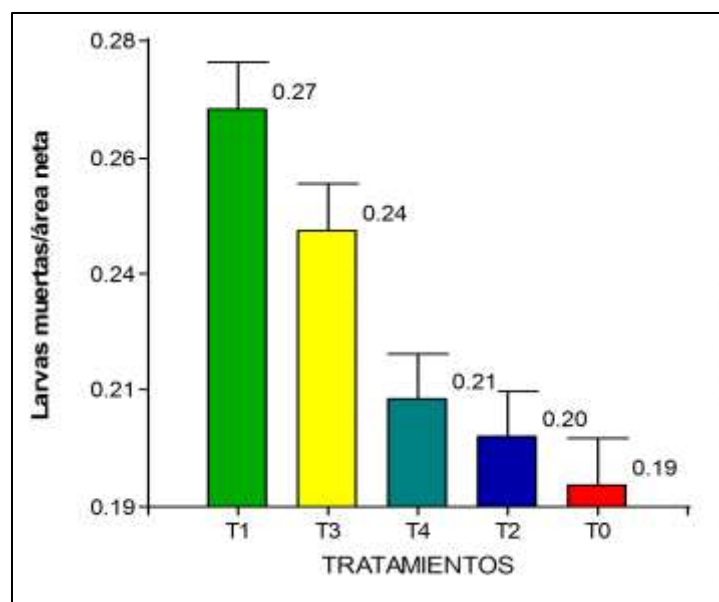


Gráfico 16. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 70 días aplicación.

3.3.7 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 77 días de aplicación.

Cuadro 41. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 77 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.00034	0.00011	0.54 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.10	0.02	114.66 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.0025	0.00021			
Total	19	0.10				

$Cv = 4.53\%$

$S\tilde{x} = \pm 0.01$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4.53 % y la desviación estándar es ± 0.01 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 42. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 77 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.45 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.33 ud	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.30 ud	c	bc
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.29 ud	c	c
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.24 ud	d	d

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 4 rangos, el primero conformado por el tratamiento T1 y presentan el promedio de 0.45 larvas muertas/ área neta experimental; el seguido por el tratamiento T3; el tercero por T2 y el T4 y el último es el Testigo T0; concluyendo que el T1 fue eficiente en el control de larvas muertas a los 77 días.

La prueba de significación de Duncan al nivel de 1% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 3 rangos, el primero conformado por el tratamiento T1 y presentan el promedio de 0.45 larvas muertas/ área neta experimental; el seguido por el tratamiento T3, T2 y T4

estadísticamente iguales; el tercero el Testigo T0; concluyendo que el T1 fue eficiente en el control de larvas muertas a los 77 días.

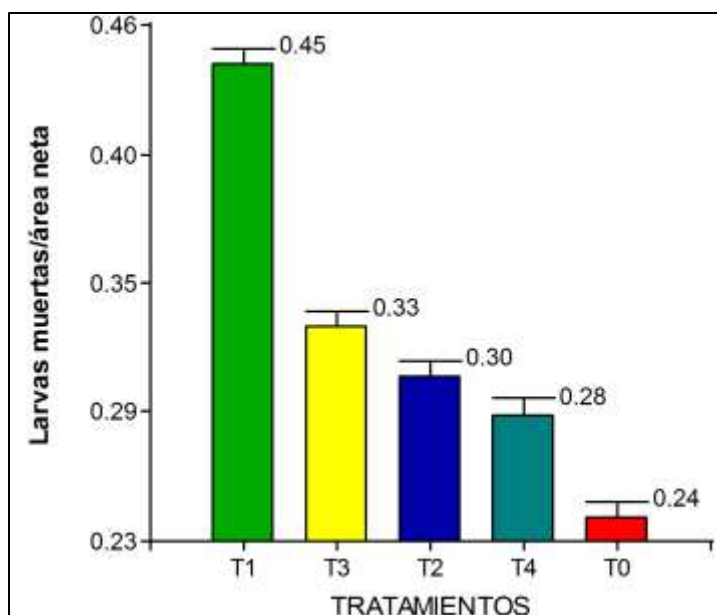


Gráfico 17. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 77 días aplicación.

3.3.8 Cantidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por área neta experimental en campo a los 84 días de aplicación.

Cuadro 43. Análisis de varianza para el número de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental, evaluada a los 84 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.000055	0.0016	0.12 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.08	0.02	139.10 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.01	0.000018			
Total	19	0.08				

Cv = 5.57%

S \bar{x} = ± 0.01

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error, El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.57 % y la desviación estándar es ± 0.01 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 44. Promedios que corresponden al número de larvas muertas a los 84 días de aplicación.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	0.30 ud	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	0.26 ud	b	b
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0.21 ud	c	c
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.17 ud	d	d
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	0.12 ud	e	e

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error según los resultados del Análisis de Varianza muestran que existen 5 rangos, el primero conformado por el tratamiento T1 y presentan el promedio de 0.30 larvas muertas/ área neta experimental; el seguido por el tratamiento T3; el tercer Tratamiento es T4; el cuarto el tratamiento T2 y el ultimo por Testigo T0; concluyendo que el T1 fue el más eficiente en el control de larvas muertas a los 84 días.

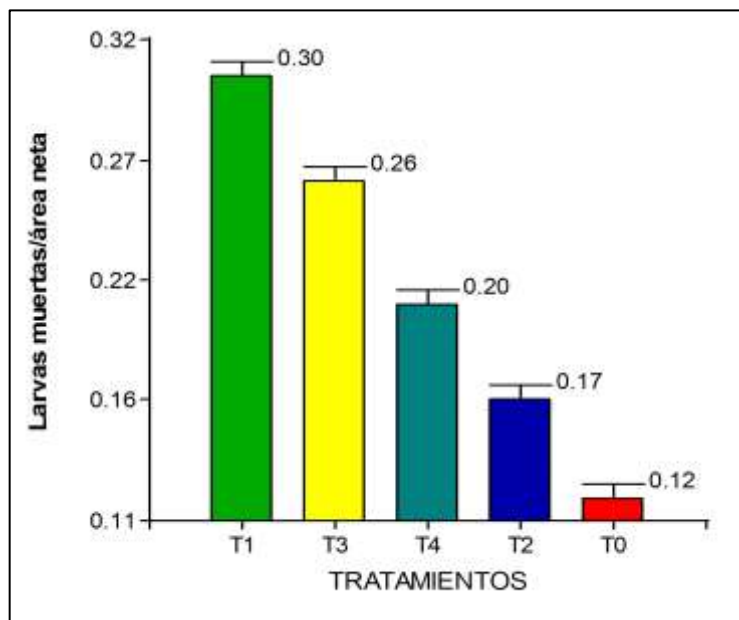


Gráfico 18. Evaluación de N° de larvas muertas/área neta experimental a los 84 días aplicación.

3.4 Efectividad de los entomopatógenos en la reducción del porcentaje de incidencia de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz morado.

El registro larvas vivas/área neta experimental para cada tratamiento comenzó a los 7 días a partir de la instalación de la investigación. La presencia, ausencia, ascendencia o reducción significativa de las larvas en los tratamientos durante el tiempo de aplicación registrado semanalmente. Los resultados se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias entre el promedio de estudio de 4 entomopatógenos vs el testigo, se adicione los datos de temperatura (°C) para determinar el comportamiento de fluctuación de la larva en el tiempo de estudio.

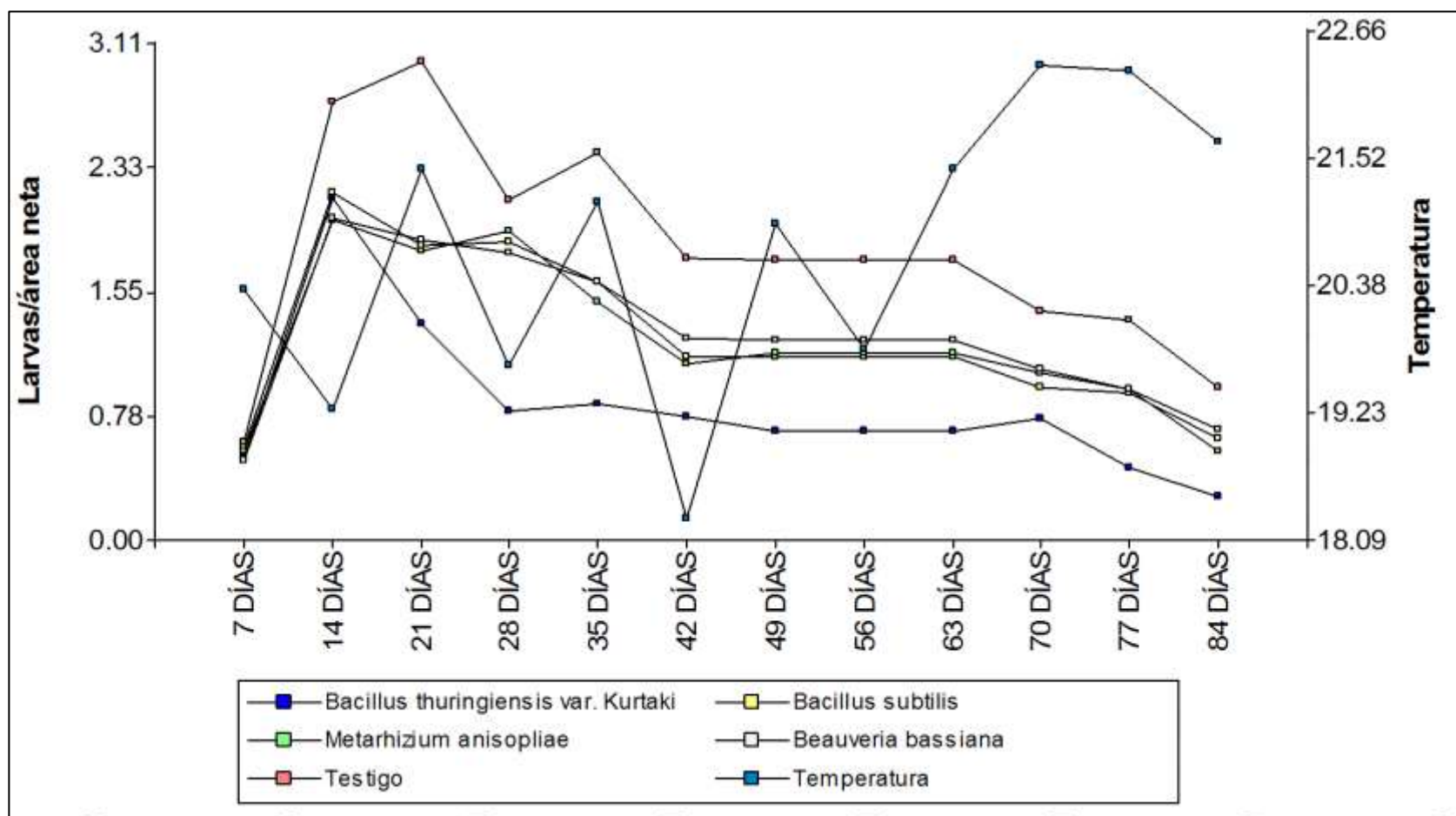
Semana 2. Todos los tratamientos a excepción del tratamiento testigo comienzan a mostrar la eficacia en la reducción de la incidencia de larvas/área neta experimental; siendo el tratamiento *Bacillus thuringiensis var kurstaki* 2.14 a

1.35, *Metarhizium anisopliae* se redujeron de 1.99 a 1.81, *Bacillus subtilis* de 2.18 a 1.85 y *Beauveria. bassiana* 2.02 a 1.88 en promedio respectivamente no siendo estadísticamente diferentes entre sí en comparación con el testigo

Semana 3. El tratamiento *Bacillus thuringiensis var kurstaki* 1.35 a 0.81, bajando de población *Beauveria. bassiana* 1.88 a 1.80 también reduciendo, *Bacillus subtilis* 2.18 a 1.87 y *Metarhizium anisopliae* registra aumento de 1.81 a 1.94 llegando a larvas vivas/área neta experimental respectivamente siendo no estadísticamente diferentes entre sí en comparación con el testigo.

Semana 4 – 12. Los tratamientos *Bacillus thuringiensis var kurstaki* asciende en las semana 5 y 10 pero en las 2 últimas semanas y desciende en población muy reducida siempre controlando y teniendo en menor cantidad de larvas/área neta experimental; seguido por *Metarhizium anisopliae* que también desciende en las semanas (4,7, 8 y 9) en menor control *Bacillus subtilis* y *Beauveria bassiana* llegando a obtener 5 larvas/área neta experimental con el entomopatógeno de mejor control el *Bacillus thuringiensis var kurstaki*.

Gráfico 19. Conteo de larvas/área neta experimental por semana en parcelas tratadas con *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus subtilis* y *Beauveria bassiana*, CIFO-UNHEVAL, 2019.



Cuadro 45. Tratamientos *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus subtilis*, *Beauveria bassiana*, diferencias estadísticas (promedios de conteo \pm EE) de *Spodoptera frugiperda*/semana en evaluación post-aplicación de cada tratamiento CIFO, UNHEVAL, 2019.

TRATA- MIENTO	Pre aplicación (media, \pm EE)	14 DÍAS (media, \pm EE)	21 DÍAS (media, \pm EE)	28 DÍAS (media, \pm EE)	35 DÍAS (media, \pm EE)	42 DÍAS (media, \pm EE)	49, 56 y 63 DÍAS (media, \pm EE)	70 DÍAS (media, \pm EE)	77 DÍAS (media, \pm EE)	84DÍAS (media, \pm EE)
<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>	0.49 ± 0.019 a	2.14 ± 5.44 a	1.35 ± 0.23 a	0.81 ± 0.21 a	0.85 ± 0.20 a	0.77 ± 0.19 a	0.68 ± 0.20 a	0.76 ± 0.22 a	0.47 ± 0.16 a	0.28 ± 3.96 a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0.51 ± 0.019 a	1.99 ± 5.44 b	1.81 ± 0.23 b	1.94 ± 0.21 b	1.49 ± 0.20 b	1.10 ± 0.19 b	1.17 ± 0.20 b	1.05 ± 0.22 b	0.94 ± 0.16 b	0.56 ± 3.96 b
<i>Bacillus subtilis</i>	0.51 ± 0.019 a	2.18 ± 5.44 b	1.85 ± 0.23 b	1.87 ± 0.21 ab	1.62 ± 0.20 b	1.16 ± 0.19 b	1.16 ± 0.20 b	0.97 ± 0.22 b	0.92 ± 0.16 b	0.64 ± 3.96 b
<i>Beauveria bassiana</i>	0.51 ± 0.019 a	2.02 ± 5.44 b	1.88 ± 0.23 b	1.80 ± 0.21 ab	1.62 ± 0.20 b	1.26 ± 0.19 b	1.25 ± 0.20 b	1.07 ± 0.22 b	0.95 ± 0.16 b	0.69 ± 3.96 b
Testigo	0.54 ± 0.019 a	2.75 ± 5.44 c	2.99 ± 0.23 c	2.13 ± 0.21 c	2.43 ± 0.20 c	1.76 ± 0.19 c	1.75 ± 0.20 c	1.44 ± 0.22 c	1.38 ± 0.16 c	0.96 ± 3.96 C
Promedio en una columna con letras distintas presentan diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples Test de Duncan ($p < 0.05$)										

3.5 Efectividad de los entomopatógenos en el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz morado en laboratorio.

Gráfico 20. Porcentaje de eficacia en la mortalidad de larvas en el tercer estadio obtenidos de los tratamientos a partir del tercer día.

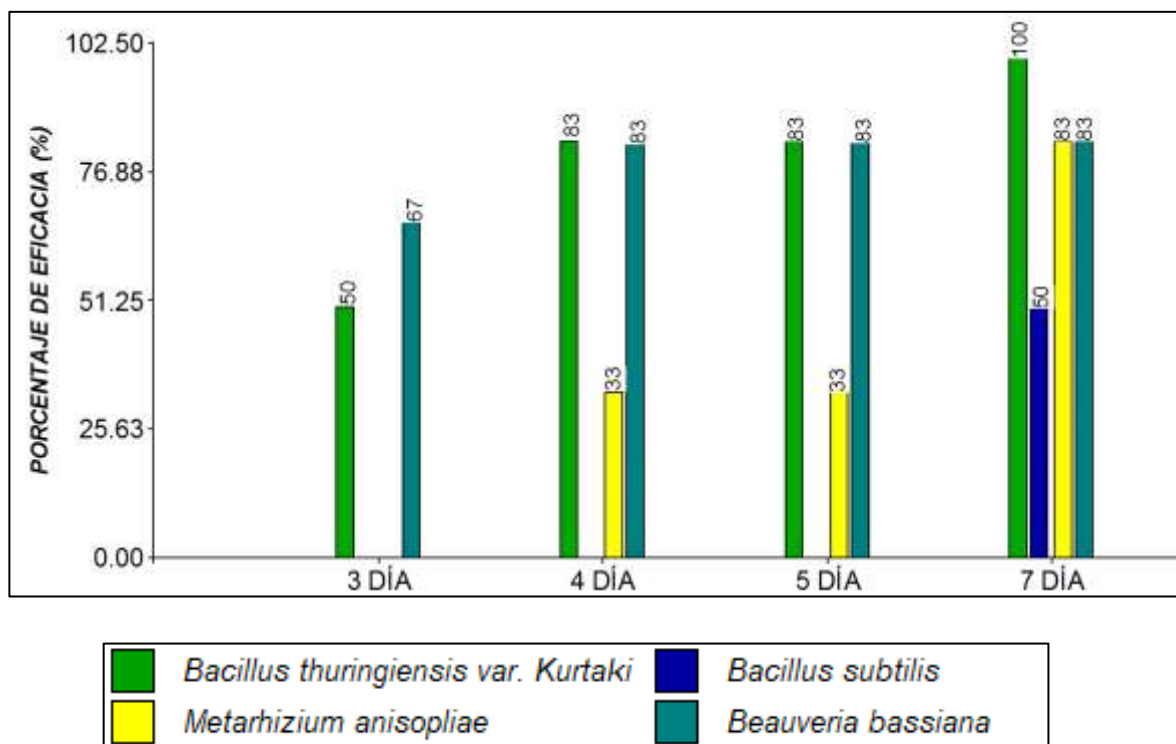


Gráfico 21. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el cuarto estadio obtenidos de los tratamientos.

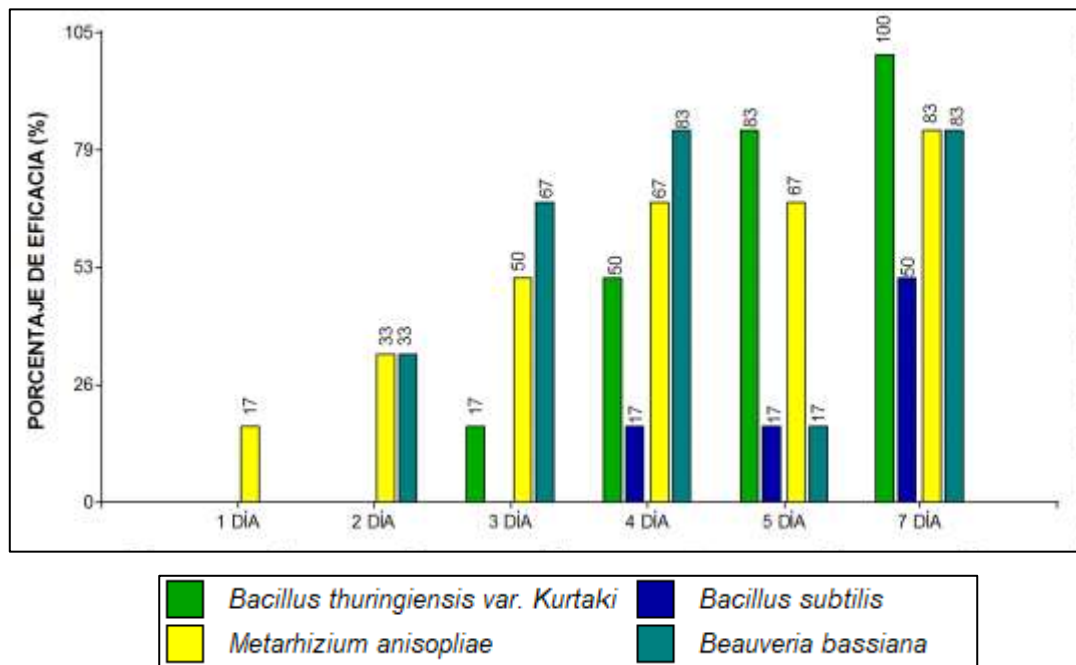


Gráfico 22. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el quinto estadio.

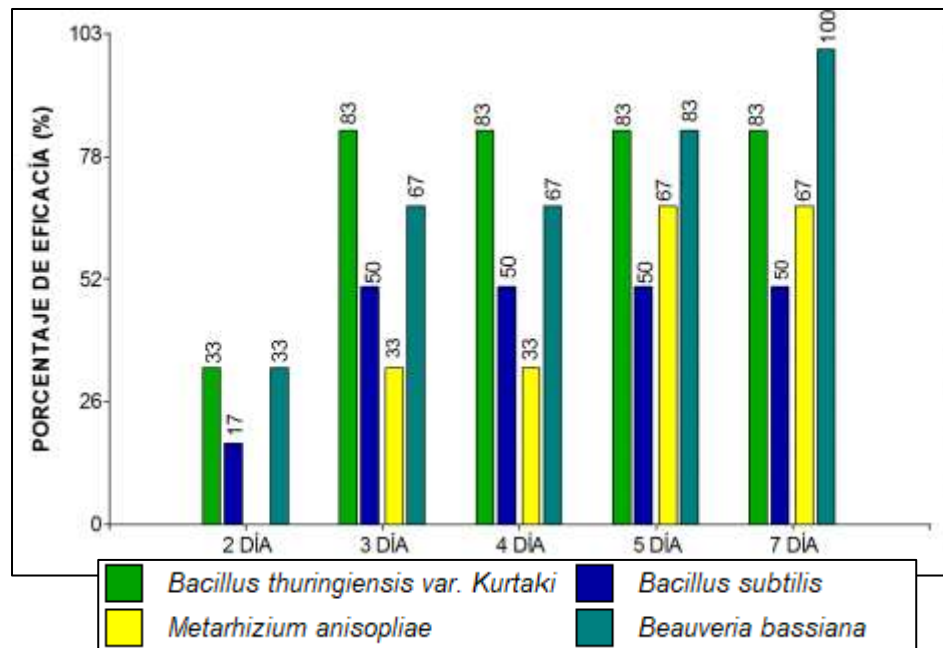
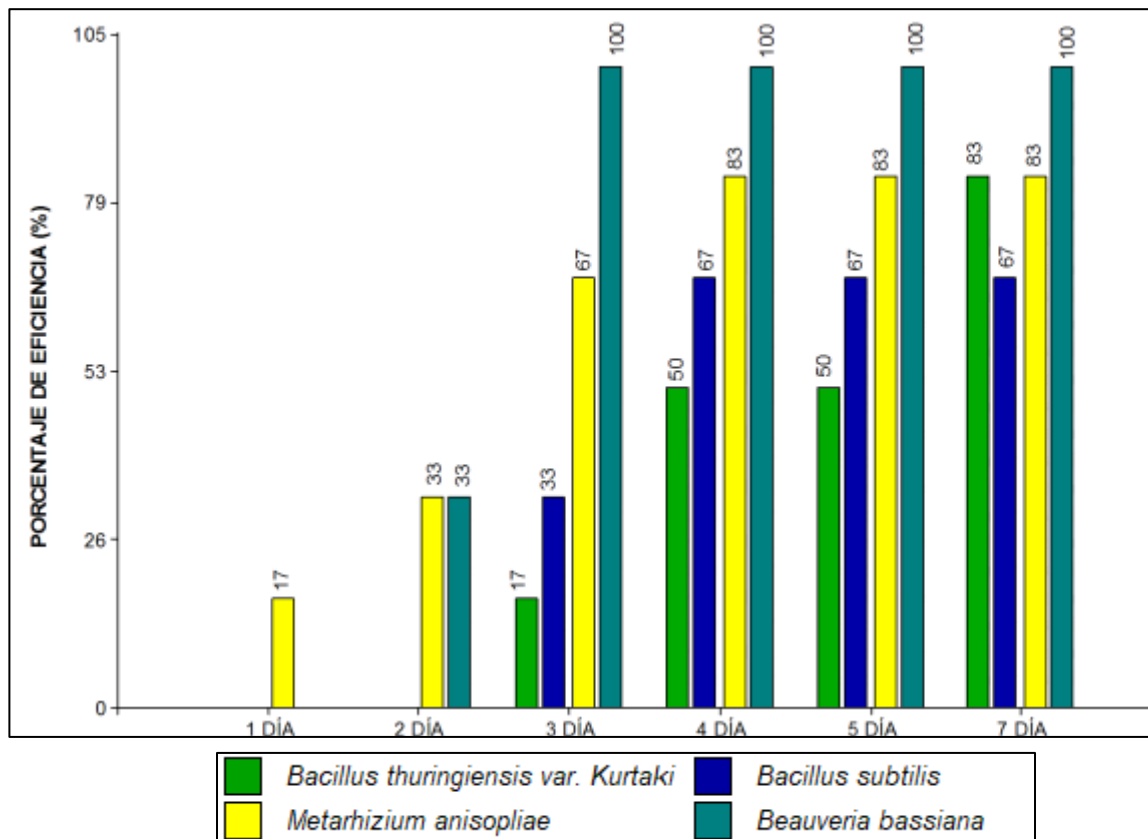


Gráfico 23. Porcentaje de eficacia en la reducción de larvas en el sexto estadio.

3.6 Evaluación del rendimiento del maíz morado por área neta experimental en campo.

Cuadro 46. Análisis de varianza para el rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L.).

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	2.92	0.097	0.84 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	5992.78	1498.19	1298.17 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	13.85	1.15			
Total	19	6009.55				

$Cv = 1.00\%$

$S\bar{x} = \pm 0.54$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error, El coeficiente de variabilidad (CV) es 1.00% y la desviación estándar es ± 0.54 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 47. Promedios que corresponden al rendimiento del área neta experimental.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	217.62 g	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	207.14 g	b	b
3°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	202.78 g	c	c
4°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	199.49 g	d	d
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	166.27 g	e	e

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el rendimiento del maíz morado/área neta experimental presentan que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) es estadísticamente diferente con 217.62 gramos superior a los demás tratamientos; ocupando el último lugar TO (Testigo) con 166.27 gramos. Por lo tanto, se puede deducir que las plantas bajo el efecto del entomopatógeno *Bacillus thuringiensis var kurtaki* obtuvo el mayor rendimiento.

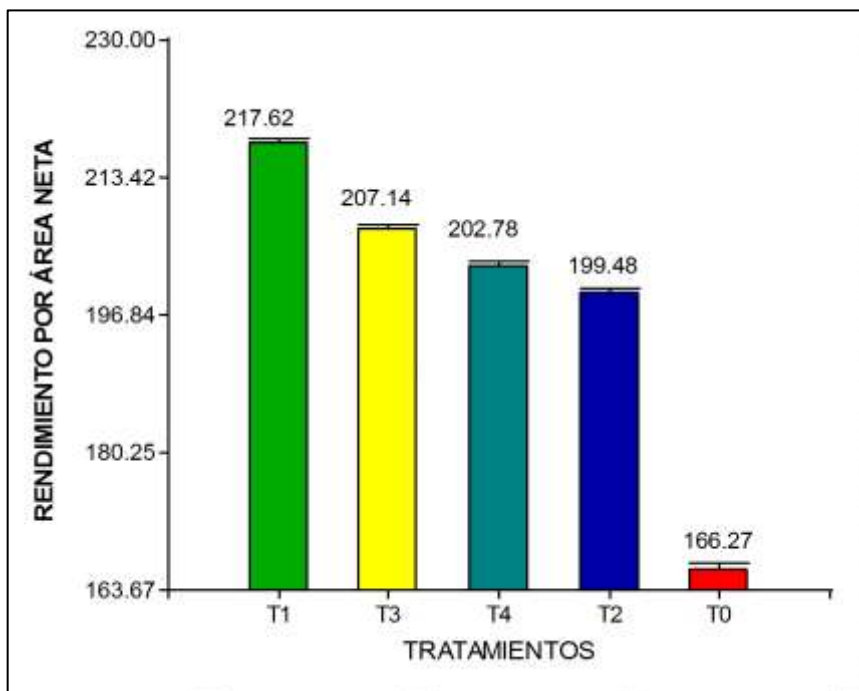


Gráfico 24. Evaluación del rendimiento/área neta experimental del maíz morado.

3.7 Evaluación del diámetro de mazorcas de maíz morado (*Zea mays* L.) por área neta experimental en campo.

Cuadro 48. Análisis de varianza para el diámetro de mazorcas del maíz morado evaluadas después de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloque	3	0.04	0.01	0.68 ^{ns}	3.49	5.95
Tratamiento	4	2.32	0.58	28.53 ^{**}	3.26	5.41
Error	12	0.24	0.02			
Total	19	2.60				

$$Cv = 7.22\%$$

$$S_{\bar{x}} = \pm 0.07$$

Realizando el ANDEVA para este indicador muestra que para el efecto de los Bloques es no significativo; para los Tratamientos el resultado es altamente significativo al nivel del 1% y 5% de margen de error, El coeficiente de variabilidad (CV) es 7.22 % y la desviación estándar es ± 0.07 que dan confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos a nivel del campo.

Cuadro 49. Promedios que corresponden el diámetro de mazorcas de maíz morado.

O.M	TRATAMIENTO	MEDIA	N.S	
			5%	1%
1°	T1 (<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>)	2.56 \emptyset	a	a
2°	T3 (<i>Metarhizium anisopliae</i>)	2.09 \emptyset	b	b
3°	T2 (<i>Bacillus subtilis</i>)	2.00 \emptyset	b	b
4°	T4 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1.77 \emptyset	c	bc
5°	T0 (<i>Testigo</i>)	1.50 \emptyset	d	c

La prueba de significación de Duncan al nivel de 5% y 1% de margen de error para el diámetro de mazorcas/área neta experimental indican que el tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var kurstaki*) superan estadísticamente a los demás tratamientos con promedio de 2.56; seguida por los tratamientos T3 y T2 con promedios de 2.09 y 2.00 respectivamente pero no siendo estadísticamente diferentes. Ocupando el último lugar el Testigo con 1.50 de diámetro/área neta.

Por los tanto se puede deducir que las plantas bajo el tratamiento del entomopatógeno *B. thuringiensis var kurstaki* obtuvo mayor diámetro/área neta experimental.

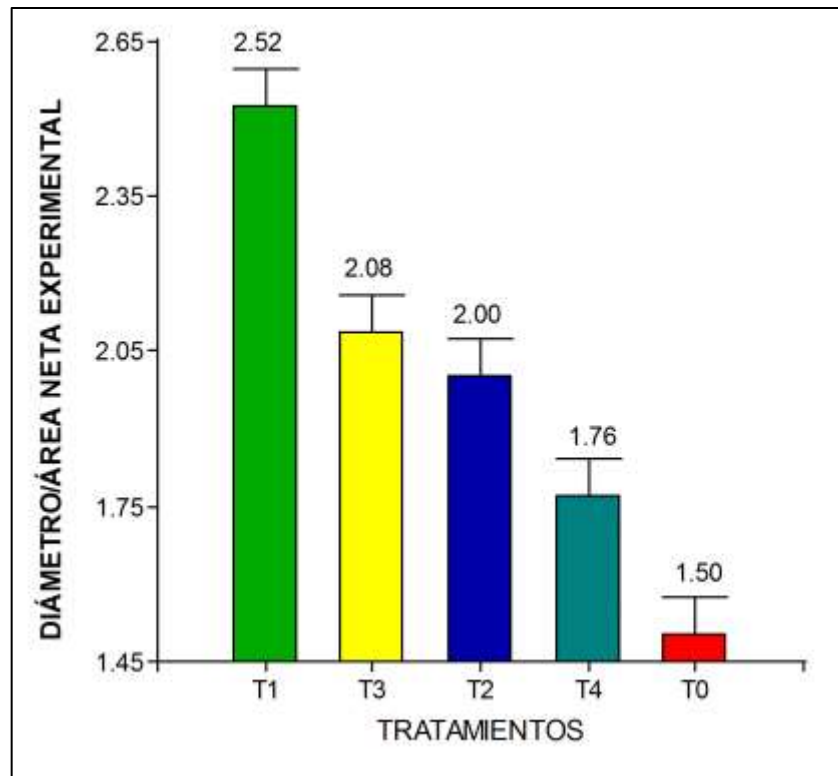


Gráfico 25. Evaluación del diámetro/área neta experimental de las mazorcas de maíz morado evaluadas después de la cosecha.

IV. DISCUSIÓN

4.1 PORENTAJE DE INCIDENCIA DE DAÑO

Según los resultados alcanzados para el porcentaje de incidencia de daño en las plantas expresaron promedios entre 10% a 1% siendo los promedios alcanzados desde el inicio de aplicación correspondientes al tratamiento T1 (*Bacillus thuringiensis var. kurtaki*); en contraste con lo reportado por Velasquez (2015) quien obtuvo hasta un 55% de infestación durante los periodos de evaluación, sin embargo, los tratamientos con *Beauveria bassiana* (T1) y *Metarhizium anisopliae* (T2), obtuvieron un 68.50% y 62.50%, respectivamente en comparación al 55%, que es el nivel de daño de la plaga, por lo que se deduce que en las condiciones del CIFO UNHEVAL el producto formulado a base de *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* puede lograr infestaciones hasta o por debajo de un 10%.

4.2 REDUCCIÓN DE LARVAS

Los resultados indican que el tratamiento con mayor efectividad de control fue el T1 (*Bacillus thuringiensis var. kurtaki*) obteniendo en promedio de 1.35 a 0.28, estos resultados son superiores a los que obtuvo Velasquez (2015) quien obtuvo promedios desde 3.75 a 5.25 larvas muertas respectivamente en las evaluaciones. Estos resultados se deben a que *Bacillus sp* presenta una actividad controladora con el colapso de centros nerviosos, digestivos y reproductivos provocando drásticamente una reducción de la actividad biológica de la plaga. (Todar, citado por Mendoza, 2016).

4.3 EFECTIVIDAD EN LABORATORIO

Según los resultados alcanzados en la efectividad de mortalidad de larvas en laboratorio por *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* en los estadios (3, 4, 5 y 6) fue de 100%, 100%, 83% y 83% respectivamente; y *Beauveria bassiana* en

los estadios (3, 4, 5 y 6) con 83%, 83%, 100% y 100% respectivamente; siendo superior a lo reportado por Gutierrez (2017) quien obtiene con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* un porcentaje de eficiencia en la mortalidad 65.11% y con la aplicación de *Beauveria bassiana* fue del 45.21% de efectividad en la mortalidad de larvas.

4.4 RENDIMIENTO

En el rendimiento del cultivo de maíz, proyectado en una hectárea con la aplicación del tratamiento *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* fue de 4533.75 kg y el tratamiento *Beauveria bassiana* fue 4211.25 kg, estos resultados difieren de lo obtenido por Gutierrez (2017) quien reporta el rendimiento por hectárea proyectado con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* de 1236.92 kg mientras que el tratamiento *Beauveria bassiana* permitió alcanzar 1169.23 kg siendo inferior al contrastar.

V. CONCLUSIONES

El análisis y la discusión de los resultados de las evaluaciones semanales de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz morado PMV51", permitió obtener las siguientes conclusiones:

1. La incidencia de *Spodoptera frugiperda* en campo se reducen con la aplicación semanal de entomopatógenos *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus subtilis* y *Beauveria bassiana*, llegando por debajo del nivel de daño económico con porcentajes 1, 3,3 y 3 en el cultivo de maíz morado, a temperaturas de 18 ° a 22° C ya que a comparación del testigo mantiene un porcentaje mayor de larvas.
2. La efectividad en la mortalidad de larvas en laboratorio se reducen en hasta el 100% en los estadios 3 y 4 con la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*; y en los estadios 5 y 6 con 83% de efectividad superior a los demás tratamientos también se reducen con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* y en menor efectividad *Bacillus subtilis* y el testigo se mantuvo con alta cantidad de larvas lo cual se determina la aplicación de *Bacillus thuringiensis var kurstaki* como una alternativa de control biológico
3. El número de larvas para control según evaluaciones realizadas fueron 3 larvas por planta requieren un control inmediato ya que se encuentran sobre el nivel de daño económico.
4. En el rendimiento del cultivo de maíz, proyectado en una hectárea con la aplicación del tratamiento *Bacillus thuringiensis var. kurtaki* fue de 4533.75 kg, el tratamiento *Metarhizium anisopliae* fue de 4315.41 kg, el tratamiento *Beauveria bassiana* fue de 4211.25, el tratamiento de *Bacillus subtilis* fue 4156.04 kg y el testigo obtuvo un peso de 3463.95kg inferior a los demás tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar trabajos de investigación aplicando los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis var kurstaki* y *Metarhizium anisopliae*, en campos de cultivo del maíz morado (*Zea mays* L.) ya que tuvieron un efecto positivo en el control del cogollero al haber realizado el estudio.

Realizar y fomentar las buenas prácticas agrícolas de control biológico ya que son buenas alternativas amigables con el medio ambiente y saludables para el ser humano como también para evitar la resistencia a los insecticidas

Realizar evaluaciones constantes y hacer un MIP Manejo Integrado de Plagas, utilizando diversos métodos de control y mantener la plaga bajo el nivel de daño económico y reduciendo el uso excesivo de los insecticidas.

Buscar más alternativas de control biológico para mantener un equilibrio en la fauna biológica que también es una forma de control muy importante así hay recuperación de los insectos benéficos.

LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, C; Mims, CW. 1979. Introducción a la micología. New York. En línea. Consultado 1 setiembre 2018. Disponible en: <file:///D:/Downloads/Investigacion%20BEAUVERIA%20BASSIANA.pdf>
- Briceño, H. 2012. El maíz (*Zea mayz* L.) una planta de todos los tiempos. Editorial UNIVERSAL - Luis Augusto Llanos Agüero. Huánuco Perú. 25 p.
- Cajan, B y Sampertegui, P. 2018. "Utilización de cuatro controladores biológicos para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el distrito de pítipo" (en línea). Tesis Ing. Agr. Lambayeque, Perú, UNPRG. Consultado 02 de jul. 2019. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/2799/1/1080227487.pdf>
- Carrillo R, MT., Blanco L, A. 2009. Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga. Universidad de Guanajuato. 10 (1).
- Catalán, w. 2012. Manejo integrado de plagas de Maíz amiláceo blanco. Cusco. Perú. 17p. (en línea). Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-a-mab.pdf>
- Chango, A. 2012 "Control de gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)" (en línea). Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador. Consultado 03 de ene. 2019. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.p>
- Pinedo, R. 2015. "Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mayz* L.) en la localidad de Canaán - Ayacucho" (en línea). Tesis. Mag. Scientiae en Producción Agrícola. Lima. Perú. Consultado 20 de ago.

2019. Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/952/T007370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Coveña, V. 2015. "Respuesta del maíz (*Zea mays*) al bioinsecticida de cedro rojo (*Cedrela odorata*) en cebo y aspersión para controlar al cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (en línea). Tesis Ing. Agr. Manabí, Ecuador. Consultado 05 de ene. 2019. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7399/1/TESIS%20SNEYDER%20DE%20SUSTENTACION%20C3%92N%20%28Reparado%29.pdf>

Ferrari E AS, Jarnagin BF, Schmidt (1993). Commercial production of extracellular enzymes en *Bacillus subtilis* and other gram-positive bacteria. *Sonenshein, Pub. ASM, Washington, EUA. Cap. 62. 917-937 p.*

Guedez, C. 2014. Caracterización morfológica de *beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos en Trujillo- Venezuela (en línea). Consultado en 29 de set. 2019. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/271825762_CHARACTERIZACION_MORFOLOGICA_DE_BEAUVERIA_BASSIANA_AISLADA_DE_DIFERENTES_INSECTOS_EN_TRUJILLO-_VENEZUELA

Gutierrez E. 2017. "Control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.), en la localidad de maucacalle Abancay." (en línea). Tesis Ing. Agr. Apurímac, Perú, UTEA. Consultado 25 de jun. 2019. Disponible en:
http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/43/TESIS%20_%20CONTROL%20BIOLOGICO%20DE%20%20COGOLLERO%28Spodoptera%20frugiperda%29%20Y%20MAZORQUERO%20%28Heliothis%20Ozea%29%20EN%20MA.pdf?sequence=1&isAllowed

Hernandez, A. 2017. Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*zea mays* L.) Coahuila, México. (en línea). Consultado el 13 de set. 2019. Disponible en: <file:///D:/Toshiba/Downloads/142-Otro-221-1-10-20180331.pdf>

Huerta C VD. 2013. Caracterización molecular de cepas de *Bacillus Thuringiensis* con propiedades entomocidas, para vectores transmisores de enfermedades metaxénicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

Larrea I MI. 2014. *Bacillus spp.* En *Tetranychus urticae* en rosas (rosa spp.) bajo invernadero y sus eventos de patogenicidad. Bachelor's thesis, Quito.

Lecuona, R. E.; Papierok, B. y Riba, G. 1996. Hongos entomopatógenos. In: Lecuona, R. E. (Ed.). Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Talleres Gráficos Mariano Más. Buenos Aires, Argentina. p. 35-60.

Lezama R, Molina J, López M, Pescador A, Galindo E, Ángel CA y Michel AC. 2005. Efecto del hongo entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* sobre el control del gusano cogollero del maíz en campo. Avances en Investigación Agropecuaria, 9(1).

McKinnon, AC, Glare, TR, Ridgway, HJ, Mendoza-Mendoza, A., Holyoake, A., Godsoe, WK, y Bufford, JL (2018). Detección del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la rizosfera de plantas de *Zea mays* estresadas por heridas. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1161. doi.org/10.3389/fmicb.2018.01161

- Ojeda C, MM, Rodriguez V RI., Galindo VE., Lezama GR y Cruz VC. 2010. Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). Rev Mex Cienc Pecu. 16p.
- Portela DD, Chaparro GA, y López PS A. 2013. La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. Nova, 11(20).
- Sauka DH, y Benintende. 2008. *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Revista Argentina de Microbiología. Buenos Aires, Argentina 17 (1)
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). 2014 Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. Laboratorio de entomopatógenos. Lima. Perú. 36p.
- Sterling CA, Gomez M CA y Campo J AA. 2011. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) sobre *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) en *Hevea brasiliensis*. Revista Colombiana de Entomología 37 (1):7 p.
- Urretabizkaya, N. 2008. Monitoreo de plagas agrícolas. Maestría de Control de plagas e impacto ambiental. Buenos Aires, Argentina. En línea. Consultado 28 agosto 2018. Disponible en: <https://bit.ly/2MvldNx>
- Velasquez, L. 2015. "Efecto de entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.)" (en línea). Tesis Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. Consultado 23 de jun. 2019. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1602>

Witzgall, P, Kirsch P y Cork A. 2010. Feromonas sexuales y su impacto en el manejo de plagas. *ene*; 36 (1): 80-100. doi: 10.1007

ANEXOS

a) Fase de campo.



Figura 3. Desinfección de semillas.



Figura 4. Demarcación de las parcelas.



Figura 5. Siembra del maíz morado.



Figura 6. Riego de las parcelas experimentales.



Figura 7. Colando los letreros.



Figura 8. Control de malezas



Figura 9. Primera fertilización.



Figura 10. Segunda fertilización y cambio de surco.



Figura 11. Preparación y dosificación de los entomopatógenos.



Figura 12. Hogenización de productos



Figura 13. Selección y limpieza de mochilas



Figura 14. Aplicación de los productos biológicos en la fase de desarrollo vegetativo.





Figura 15. Supervisión de tesis por los jurados.



Figura 16. Cosecha.



Figura 17. Larvas muertas con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* va. *Kurtaki*.



Figura 18. Recuperación de controladores biológicos.

b) Fase de laboratorio.



Figura 19. Estadios larvales (*Spodoptera frugiperda*).



Figura 20. Preparación para la aplicación de productos biológicos a las muestras.



Figura 21. Selección, limpieza y desinfección del material vegetal.



Figura 22. Desinfección de larvas y aplicación de de productos biológicos a las muestras.



Figura 23. Evaluación de *Spodoptera frugiperda* en laboratorio



Figura 24. Observaciones de *Bacillus thuringiensis* var. *kurtaki* en laboratorio (pre aplicaión y post aplicacaión) respetivamente.



Figura 25. Observaciones de *Beauveria bassiana* en laboratorio (pre aplicación y post aplicación) respectivamente.



Figura 26. Observaciones de *Metarhizium anisopliae* en laboratorio (pre aplicación y post aplicación) respectivamente.



Figura 27. Observaciones de *Bacillus subtilis* en laboratorio (pre aplicación y post aplicación) respectivamente.

MES	DÍA DE EVALUACIÓN	TEMPERATURA °C		TEMPERATURA PROMEDIO
		MÁXIMA	MÍNIMA	
Feb-19	8	26.7	14.1	20.40
	15	22.3	16.3	19.30
	22	28.00	15.00	21.50
Mar-19	1	24.10	15.30	19.70
	8	26.50	15.90	21.20
	15	20.60	16.00	18.30
	22	27.00	15.00	21.00
	29	23.80	15.90	19.85
Abr-19	5	27.30	15.70	21.50
	12	29.20	15.70	22.45
	19	29.00	15.80	22.40
	26	28.80	14.70	21.75
May-19	3	28.50	16.30	22.40
	10	29.30	14.90	22.10

Figura 28. Distribución de Temperatura según fechas de evaluación (*Spodoptera frugiperda*), CIFO-UNHEVAL-SENAMHI.2019

PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADO POR MES (mm) 2019.			
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
2.05	2	2.25	0.4

Figura 29. Distribución en promedio de precipitación acumulada (mm), CIFO-UNHEVAL-SENAMHI.2019

PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA MENSUAL(%)			
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
16.3	16.5	20.5	21.7

Figura 30. Promedio de humedad relativa mensual (%), CIFO-UNHEVAL-SENAMHI.2019