

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
E.A.P. DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

---

**EFFECTO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DEL  
COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO  
DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.)**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**VELÁSQUEZ RIVERA, Luis Miguel**

**HUÁNUCO – PERÚ  
2015**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Jesús y Enith, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores; lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.*

*A mis abuelitos Santiago y Arminda, por quererme y apoyarme siempre.*

*A mi tía María, por estar conmigo y velar por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por protegerme durante todo mi camino, darme fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.*

*Mi infinito agradecimiento a cada una de las personas que me ayudaron en el camino para el cumplimiento de esta nueva meta en mi vida.*

*A mi Alma Mater la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, a la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Académico Profesional de Agronomía por abrirme sus puertas para realizarme como profesional.*

*A mi asesora Mg. María Gutiérrez Solórzano por guiarme en la presente investigación*

*A los docentes que por años me brindaron sus sabios conocimientos para mi formación académica.*

*A mis amigos y familiares que de alguna manera colaboraron con el trabajo.*

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) se realizó el presente trabajo bajo las condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco. Se usó el diseño DBCA, con cuatro tratamientos: T1 (*Beauveria bassiana*), T2 (*Metarhizium anisopliae*), T3 (*Bacillus thuringiensis*), y T4 (testigo sin aplicación). Los entomopatógenos fueron adquiridos del SENASA siendo aplicados de acuerdo a sus recomendaciones: 800 g/100 L de agua en el caso de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, y 500 g/200 L de agua para *Bacillus thuringiensis*. Los datos registrados fueron: porcentaje de plantas afectadas, porcentaje de área de hoja afectada y mortalidad de larvas de cogollero. Los resultados indican que el porcentaje plantas afectadas utilizando *Bacillus thuringiensis* fue menor en la segunda y cuarta evaluación, el *Metarhizium anisopliae* en la primera y tercera evaluación; en cuanto al porcentaje de hoja afectada, el *Bacillus thuringiensis* mostro los valores más bajos en las tres últimas evaluaciones; con respecto a la mortalidad de larvas, el *Bacillus thuringiensis* tuvo el mejor comportamiento en las cuatro evaluaciones. Se concluye que el *Bacillus thuringiensis*, fue el que mostro mejores resultados, aun cuando no hubo diferencias estadísticas con los otros tratamientos, por lo que se recomienda implementar programas de manejo integrado de cogollero promoviendo el uso de *Bacillus thuringiensis*.

**Palabras clave:** cogollero, *Spodoptera frugiperda*, control, entomopatógenos hongos, bacterias.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of entomopathogenic in controlling armyworm (*Spodoptera frugiperda* Smith) in the cultivation of purple corn (*Zea mays* L.) this work under the soil and climatic conditions Olerícola Fruit Research Institute of the National University was held Hermilio Valdizán - Huanuco. DBCA design was used, with four treatments: T1 (*Beauveria bassiana*), T2 (*Metarhizium anisopliae*), T3 (*Bacillus thuringiensis*), and T4 (control without application). Entomopathogenic were purchased SENASA being applied according to the recommendations: 800 g / 100 L of water in the case of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, and 500 g / 200 L water for *Bacillus thuringiensis*. The data recorded were: percentage of affected plants, percentage of affected area and armyworm larvae mortality sheet. The results indicate that the affected plants using *Bacillus thuringiensis* percentage was lower in the second and fourth evaluation, *Metarhizium anisopliae* in the first and third evaluation; in the percentage of affected leaf, *Bacillus thuringiensis* showed the lowest values in the last three assessments; in respect of larval mortality, *Bacillus thuringiensis* had the best performance in the four evaluations. It is concluded that the *Bacillus thuringiensis*, was the one that showed better results, although there were no statistical differences with the other treatments, so it is recommended to implement integrated cogollero promoting the use of *Bacillus thuringiensis* management programs.

**Keywords:** Cogollero, *Spodoptera frugiperda*, control, entomopathogenicfungus, bacteria.

# ÍNDICE

RESUMEN	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
I. INTRODUCCION	01
II. MARCO TEORICO	04
2.1. MAÍZ MORADO	04
2.1.1. Origen del maíz	04
2.1.2. Distribución e importancia económica	04
2.1.3. Condiciones edafoclimáticas	05
Clima	05
Suelo	05
2.2. EL COGOLLERO	06
2.2.1. Taxonomía	07
2.2.2. Características morfológicas	07
Huevo	07
Larva	08
Pupa	10
Adulto	10
2.2.3. Ciclo biológico	11
2.2.4. Daños	12
2.3. ENTOMOPATÓGENOS	14
2.3.1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	14
2.3.2. <i>Beauveria bassiana</i>	15
2.3.3. <i>Metarhizium anisopliae</i>	16
2.4. ANTECEDENTES SOBRE CONTROL CON ENTOMOPATÓGENOS DEL COGOLLERO	16
2.5. HIPÓTESIS	18
2.6. VARIABLES	18
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. LUGAR DE EJECUCION	20
3.1.1. Características agroecológicas de la zona	20

3.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	21
3.2.1.	Tipo de investigación	21
3.2.2.	Nivel de investigación	21
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	21
3.3.1.	Población	21
3.3.2.	Muestra	21
3.3.3.	Unidad de análisis	22
3.4.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	22
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	22
3.5.1.	Diseño de la investigación	22
3.5.2.	Datos registrados	27
3.5.2.1.	Porcentaje de daño	27
3.5.2.2.	Porcentaje de área de hoja afectada	27
3.5.2.3.	Mortalidad	28
3.6.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.6.1.	Toma de muestras para el análisis de suelo	28
3.6.2.	Obtención de la semilla	29
3.6.3.	Riego de machaco	29
3.6.4.	Preparación del terreno	29
3.6.4.1.	Pasada de grada y nivelación del terreno	29
3.6.4.2.	Surcado del terreno	29
3.6.5.	Trazado del campo experimental	30
3.6.6.	Siembra	30
3.6.7.	Fertilización	30
3.6.8.	Riegos	30
3.6.9.	Control de malezas	30
3.6.10.	Aporque	31
3.6.11.	Control fitosanitario	31
3.6.12.	Cosecha	32
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
4.1.	PORCENTAJE DE DAÑO	34
4.1.1.	Primera evaluación del porcentaje de daño	34
4.1.2.	Segunda evaluación del porcentaje de daño	35
4.1.3.	Tercera evaluación del porcentaje de daño	37
4.1.4.	Cuarta evaluación del porcentaje de daño	38
4.2.	PORCENTAJE DE ÁREA DE HOJA AFECTADA (% AHA)	41

4.2.1. Primera evaluación del porcentaje de % AHA	41
4.2.2. Segunda evaluación del porcentaje de % AHA	42
4.2.3. Tercera evaluación del porcentaje de % AHA	44
4.2.4. Cuarta evaluación del porcentaje de % AHA	45
4.3. EVALUACIÓN DE MORTALIDAD DE LARVAS DE COGOLLERO	48
4.3.1. Primera evaluación mortalidad de larvas de cogollero	48
4.3.2. Segunda evaluación mortalidad de larvas de cogollero	49
4.3.3. Tercera evaluación mortalidad de larvas de cogollero	51
4.3.4. Cuarta evaluación mortalidad de larvas de cogollero	52
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
5.1. PORCENTAJE DE DAÑO	56
5.2. PORCENTAJE DE ÁEA FOLIAR AFECTADA (% AHA)	56
5.3. EVALUACIÓN DE MORTALIDAD DE LARVAS DE COGOLLERO	57
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*), originario de América, representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial; junto con el arroz y el trigo son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios serios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos híbridos mejorados para desarrollar variedades con un alto nivel productivo, resistentes al clima y a enfermedades (Fuentes, 2002).

En el Perú, se producen diversas razas de maíz, de diferentes colores, tamaños y sabores, como para poder acompañar a diferentes platos o poder prepararlos, dentro de las cuales se puede apreciar al maíz morado (Manrique 1997), originario de los valles andinos peruanos, es una mazorca de color negruzco, que por el alto contenido de pigmentos antociánicos (cianidina – 3 –  $\beta$  – glucosa) en la tusa y granos, y por tener propiedades medicinales (Risco, 2010 y Sierra exportadora, 2012); el producto ha adquirido una mayor demanda en el mercado internacional, siendo Estados Unidos el principal comprador seguido por Japón (Risco, 2010).

Uno de los principales productores y exportadores mundiales de maíz morado es Perú (Sierra exportadora, 2012), con una producción que alcanzo las 15,000 toneladas en una superficie cosechada de 3 mil hectáreas, durante la campaña 2010 (Jara, 2014). Concentrándose, dicha producción en las regiones Arequipa, Lima, Cajamarca, Huánuco y Huaraz (Sierra exportadora, 2012).

En Huánuco, la producción se limita a las Provincias de Huánuco y Ambo, registrándose 2,527 toneladas en la campaña 2012/2013, del cual el Distrito de Huánuco reporta el 21.21% de la producción regional (536 toneladas) (Dirección Regional de Agricultura Huánuco – DRA, 2015).

La producción del cultivo de maíz morado se ve afectada por diferentes factores bióticos que producen disminución en los rendimientos, siendo uno de ellos los insectos, entre los cuales destaca el cogollero *Spodoptera frugiperda* (Castro, 2011).

El cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), es la principal plaga del maíz que causa severos daños (Briceño, 2012; Ramos 1975), al comportarse como cortador de plantas tiernas, masticador de hojas y granos (CATIE, 1990; Centro para el Desarrollo Agrario y Forestal - CEDAF, 1998), asimismo por la ocurrencia de la plaga en el periodo vegetativo de la planta (García *et al.*, 1999; Martínez, 1999), producidos por los estados larvales (Cisneros, 1980; Davidson, 1998). Estos daños pueden reducir el rendimiento en grano del cultivo entre el 15 al 73% si la infestación del cultivo es mayor del 55% (Hruska y Gould, 1997).

Tradicionalmente, las poblaciones de *S. frugiperda* en maíz, han sido controladas mediante el control químico, el cual representa una inversión en costos de producción del 5.6% (URPA, 1998; citado por García *et al.*, 1999); en cuyo control se incurre muchas veces en el uso indiscriminado de insecticidas, el cual provoca que el insecto genere resistencia al pesticida y convertir a las plagas potenciales en plagas económicas así como afectar a la fauna benéfica (Dirección Regional de Agricultura San Martín); esta realidad, ha permitido la búsqueda de alternativas de control que reduzcan o sustituyan el uso del método tradicional (García *et al.*, 1999).

Una de estas alternativas es el control mediante el uso de entomopatógenos, como los hongos, bacterias y virus que se han convertido en instrumentos muy importantes para la supresión de las plagas insectiles (CATIE, 1990). Entre ellos, los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y la bacteria *Bacillus thuringiensis* fueron los primeros microorganismos que se reconocieron como causantes de enfermedades en los insectos (Monzón, 2003) estos han sido evaluados en campo para el control del cogollero con resultados significativos (Maguiña, 1981; Casas,

1998; Lezama *et al.*, 1996; Martínez, 1999). Por los resultados que se obtienen, el control mediante entomopatógenos puede ser un componente en un programa de manejo de *Spodoptera*, que para su aplicación se requiere el 40% de daño en fresco (García *et al.*, 1999)

En Huánuco, el manejo fitosanitario del cultivo de maíz está desarrollándose de manera empírica por parte de los agricultores, el cual desconocen esta alternativa de control, debido a que no se han ejecutado trabajos de investigación, desaprovechando sus efectos beneficiosos que pueden garantizar buenos rendimientos, menor contaminación ambiental y menores costos de producción.

El objetivo general del estudio fue "evaluar el efecto de los entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz morado en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco", así mismo permitió alcanzar los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el efecto de entomopatógenos en la reducción del daño a la hoja y mortandad del cogollero en el cultivo de maíz morado.
2. Comparar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en el control de cogollero en cultivo de maíz morado con entomopatógenos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. EL MAÍZ MORADO

#### 2.1.1. Origen

El maíz morado (*Zea mays* L.), es una planta originaria de Perú, fue identificado en la época de la colonia por agricultores de los valles andinos de la Costa Central, entre los 1.000 y 2.400 msnm. En la época prehispánica fue conocido como oro, sara o kullisara (Risco, 2010).

Manrique (1997), refiere que Kculli es una de las cinco razas ancestrales de las que se han originado todas las demás, actualmente en existencia en el mundo; son pocas razas que presentan pigmentos antociánicos en el grano y en la coronta.

#### 2.1.2. Distribución e importancia económica

UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina) (s/f) reporta que el maíz morado, es un cereal que se encuentra ampliamente distribuido en el país, debido principalmente a la diversidad de sus variedades y a su fácil adaptabilidad a las múltiples condiciones ecológicas.

El maíz morado, es una mazorca de color negruzco, por el alto contenido del pigmentos antociánicos (cianidina – 3 –  $\beta$  – glucosa) que se encuentra en mayor cantidad en la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano (Risco, 2010 y Sierra exportadora, 2012). Recientes estudios han demostrado que la antocianina del maíz morado actúa como un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo, ayuda en la prevención del cáncer, arterioesclerosis, diabetes y artritis, además reduce la presión arterial y colesterol en la sangre (Inkanatural, 2014).

### **2.1.3. Condiciones edafoclimáticas**

El maíz morado se desarrolla en altitudes entre 1000 y 2900 msnm. Contribuyen a una óptima producción de maíz morado, sin embargo, se puede producir también a 3000 msnm. La variedad más comercial es el maíz morado Canteño porque se desarrolla bien de 1800 a 2500 m.s.n.m (Mendoza, 1989)

#### **Clima**

Mendoza (1989) indica que el clima del valle de Huánuco, por sus buenas condiciones se considera neutro, posibilita la adaptación de una serie de cultivos, como en este caso, del maíz morado.

El maíz morado por su diversidad de variedades se adapta a diversas condiciones ecológicas, tanto a climas de costa como de sierra desde el nivel del mar hasta los 4000 m, siendo la temperatura óptima de 15 a 28 °C. En dichas regiones naturales ejerce una notable producción del cultivo, (Risco, 2007; Programa cooperativo de investigaciones en maíz – PCIM, 1974; UNA-La Molina, 1974 y Sistema de Información Rural Arequipa – SIRA, 2005)

#### **Suelo**

Canales (2011) sostiene que el maíz se adapta a diferentes tipos de suelos. Prefiere pH comprendido entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de micro elementos.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) (1986) recomienda suelos franco - limosos o franco - arcillosos, fértiles y profundos, ricos en materia orgánica con buena capacidad de retención de agua, pero bien drenados para no producir encharques que originen asfixia radicular. El pH debe estar entre 5,5 y 7,5 son los que mejor se adaptan algo más bajo o algo más alto. Por encima de pH 8 este cultivo se desarrolla muy mal.

Cook (1985) menciona que el maíz no es exigente en calidad de los suelos, pues crece y se desarrolla en amplia gama de estos, produciendo mejor en suelos franco arcillosos, bien drenados, el contenido de materia orgánica abundante y además que tenga una buena disponibilidad de nutrientes, asimismo se debe descartar para su cultivo suelos arcillosos, pesados y fríos por poseer condiciones adversas de aireación y permeabilidad.

Mendoza y Quijano (1979) mencionan que el maíz morado variedad negra Tomasa se adapta a distintos tipos de suelos, desde franco-arenoso, respondiendo mejor en suelos profundos.

## 2.2. EL COGOLLERO

El cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), es la principal plaga del maíz que causa severos daños (Briceño, 2012), al comportarse como cortador de plantas tiernas, masticador de hojas y granos (CATIE, 1990; Centro para el Desarrollo Agrario y Forestal - CEDAF, 1998), asimismo por la ocurrencia de la plaga en el periodo vegetativo de la planta (García *et al.*, 1999; Martínez, 1999), producidos por los estados larvales (Cisneros, 1980; Davidson, 1998). Estos daños pueden reducir el rendimiento en grano del cultivo entre el 15 al 73% si la infestación del cultivo es mayor del 55% (Hruska y Gould, 1997).

Ramos (1975) indica que este insecto es residente continuo de los Estados del Golfo y los Trópicos del Norte, Centro, Sudamérica y de las Indias Orientales. A veces se ha migrado hacia el norte como Montana, Michigan y New Hampshire. También menciona que en el Perú se detectó en todas las zonas geográficas como una seria plaga de gramíneas. Originalmente a este insecto se le denominó *Spodoptera frugiperda*; posteriormente en base a los daños que causaba fue denominada *Laphygma frugiperda*, para nuevamente en la actualidad llamarle *Spodoptera frugiperda*.

Martínez (1999) indica que esta especie, en el Perú, se encuentra ampliamente distribuida en la costa, sierra y selva; desde el nivel del mar hasta los 3200 msnm.

### **2.2.1. Taxonomía**

Martínez (1999) menciona la siguiente ubicación taxonómica del cogollero:

Reino: Animal

Subreino: Metazoa

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Género: Spodoptera

Especie: *Spodoptera frugiperda* Smith

El nombre común o vernacular de esta plaga, varía de una región a otra o de un país a otro. Ramos (1975) afirma que “Cogollero”, lo denominan en la mayoría de los países latinoamericanos, como el Perú, Colombia, Costa Rica, México, Salvador, etc. “Barrenador”, es un término común que recibe en Venezuela, “Oruga militar”, lo denomina en España; “utuscuro o gusanera”, es el nombre que se da en el valle de Santa Ana (Lima) y “Shiure”, denominación que recibe en el valle de Huánuco y al alrededores.

### **2.2.2. Características morfológicas**

#### **Huevo**

Negrete *et al* (2003) indican que individualmente es de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión. Las hembras depositan los huevos corrientemente 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.

Mela (1963) menciona que los huevos pueden aparecer agrupados en masas de más de 300, aunque generalmente no pasan de 55, si bien pueden llegar a producir más de 2000 en las tres posturas que realizan, si la coyuntura es favorable. También indica que las mariposas ponen sus huevos en el haz de las hojas cuando las plantas tienen de 15 a 20 cm de altura.

Ramos (1975) indica que los huevos son de color amarillento, con cierto brillo nacarado cuando son recién ovipositados; de forma esférica y achatada en uno de sus polos, de 0,5 mm de diámetro. Son depositados en masas y cubiertos por secreciones y escamas de la hembra.

### **Larva**

Pearsons (1981) manifiesta que las larvas se alimentan del envés de la hoja y penetra en el cogollo, destruyendo la yema terminal. Por esto, la planta detiene su desarrollo, se seca y finalmente muere. Los gusanos pueden barrenar los tallos al nivel del suelo.

Beingolea *et al* (1993) sugieren que en el verano ataca las plantas desde que estas tienen escasamente entre 10 a 15 cm de altura, las larvas tienen una coloración que varía desde el verde claro hasta el gris oscuro casi negro. Después de unas dos semanas, lo más común es observar una sola larva de 3 a 4 centímetros de tamaño, que masca y perfora el cogollo dejando gran cantidad de excrementos. Cuando las infestaciones se prolongan durante la emisión de la panoja la larva se alimenta de esta y luego pasa a los pistilos de la mazorca, donde al cortarlos produce mazorcas sencillas.

Mela (1963) manifiesta que las larvas son de color castaño claro, si bien puede variar a oscuro, en cuya fase el gusano se introduce de 2 a 4 cm

en el suelo para convertirse en crisálida de color amarillo pálido. Después de dos semanas, sale la mariposa que inicia otra vez el ciclo descrito, el cual suele durar de 30 a 40 días.

Las larvas atacan primeramente las nerviaciones, en las que producen manchas blanquecinas, dirigiéndose después al cogollo integrado por hojas tiernas de las que se nutre. Los daños se manifiestan posteriormente por los orificios irregulares que corresponden a la porción consumida por el gusano. Indica que la oruga puede tocar a la cabellera estigmática y después a los granos todavía inmaduros, pudiendo llegar al 35 % las plantas afectadas.

Negrete *et al* (2003) sostienen que las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. Su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida.

Indican también que las larvas 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 mm y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 mm 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.

Manrique (1997) indica que las larvas se alimentan comiendo el cogollo, dejando gran cantidad de excrementos.

Ramos (1975) menciona que las larvas recién emergidas tienen 1,5 mm de longitud, con la cabeza y las patas de color negro brillante. Durante

los días siguientes van pasando por fases de distinto color que varía del verde, cuando tienen 6 a 12 mm y por último cuando alcanzan su completo desarrollo (30-35 mm), presentan la cabeza de color marrón oscuro con la sutura epicraneal bien visible y el cuerpo de color verde oliva, con variaciones hacia el gris oscuro hasta casi negro. En la región dorsal existe tres líneas de pelos amarillentos que van desde la cabeza hasta los últimos segmentos; debajo de esas líneas existe una franja marrón seguida de otras casi amarillentas; finalmente, en la región pleural se observa una franja rojiza longitudinal. Poseen tres pares de patas torácicas y cinco pares de pseudopatas. Indica que la eclosión se produce entre los 2 y 4 días, tan pronto las larvitas emergen empiezan a alimentarse de la epidermis de las hojas mediante simples raspados. Durante los primeros estadios muestran un fuerte canibalismo y tienen desplazamientos rápidos, posteriormente se localizan en el cogollo de la planta que alcanzan su mayor desarrollo, lo cual se logra en 14 a 20 días a través de los 6 o 7 estadios larvales, dependiendo de las condiciones de temperatura y tipo de alimento.

### **Pupa**

Negrete *et al* (2003) manifiestan que son de color caoba y miden 14 a 17 mm de longitud, con su extremo abdominal (cremaster) terminando en 2 espinas o ganchos 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.

Ramos (1975) menciona que el empupamiento se realiza bajo la superficie del suelo a una profundidad variable, permaneciendo en ese estado durante 10 a 15 días, hasta la emergencia del adulto, y el ciclo biológico se calcula en 32 días más o menos; por tanto, pueden presentarse tres generaciones durante los primeros 3 meses de vida de la planta.

### **Adulto**

Manrique (1997) sostiene que las polillas ponen masas de huevos cubiertas con pelos blancos sobre el haz de las hojas.

Negrete *et al* (2003) afirman que la mariposa 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 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, especialmente cuando soplan vientos fuertes.

Ramos (1975) sostiene que las hembras tienen una expansión alar de 35 mm y que los adultos son de hábitos nocturnos con gran capacidad de vuelo y por lo tanto de dispersión, sin embargo, su longevidad es relativamente corta alcanzando de 6 a 8 días. Cuando el insecto se desarrolla bajo condiciones controladas de temperatura y humedad con 27 °C y 77 % de humedad relativa, la hembra requiere aproximadamente 2 días para adquirir madurez fisiológica y poder ser copulada. Una vez fertilizada por el macho, transcurre 3 días para que la ovoposición tenga lugar, depositando las masas de huevos en el envés de las hojas más tiernas de la planta; prefiere para la ovoposición plantas de maíz, caña de azúcar, arroz y gramíneas en general, aunque también puede hacerlo sobre otras plantas.

Manifiesta además que primero oviposita en masas chicas de 10 a 20 huevecillos, durante 3 días consecutivos, descansa un día y vuelve a ovopositor en masas más grandes que pueden tener de 50 a 60 huevecillos, llegando a poner hasta 1 000 huevos aproximadamente.

### **2.2.3. Ciclo biológico**

Martínez (1999) indica los gusanos cogolleros se desarrollan en un ciclo de vida de cuatro estados o fases. La duración en promedio de cada estado es el siguiente:

Periodo de incubación	: 2 – 4 días
Periodo larval	: 15 – 24 días
Periodo pupal	: 10 – 13 días
Total	: 27 – 41 días
Longevidad de adultos	: 12 – 13 días
Promedio de huevo por hembra	: 1500

#### 2.2.4. Daños

Los daños de cogollero se deben a que se comportan como cortador de plantas tiernas, masticador de hojas y granos (CATIE, 1990; CEDAF, 1998), asimismo por la ocurrencia de la plaga en el periodo vegetativo de la planta (García *et al.*, 1999; Martínez, 1999), producidos por los estados larvales (Cisneros, 1980; Davidson, 1998).

Figuroa (1997) indica que en plantas de mayor tamaño las larvas pequeñas producen simples raspados a las hojas, a partir del tercer estadio mascan y perforan el cogollo dejando gran cantidad de excremento, de tal forma que cuando el cartucho se despliega, aparecen una serie de agujeros irregulares y comeduras por los bordes. En plantas de 15 a 50 cm los daños del cogollero pueden destruir toda la planta afectada, disminuyendo la densidad del cultivo y luego los rendimientos.

Negrete *et al* (2003) manifiesta que el cogollero hace 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 observarlos excrementos de la larva en forma de aserrín.

Ramos (1975) sugiere que una de las plagas que causa severos daños es la llamada "oruga variada o gusano cogollero", *Spodoptera frugiperda*, especialmente en los cultivos de verano, con los consiguientes

perjuicios económicos para el productor. La característica principal de esta oruga es la de ser polífaga, pues se alimenta de maíz, sorgo, caña de azúcar, alfalfa, etc. Los ataques se caracterizan por la presencia de grandes poblaciones de insectos que pasan de un cultivo a otro, sobre todo si no encuentran suficientes alimentos. Esta condición de masividad determina que se les denomine “oruga militar”. Se manifiesta los daños por la destrucción del follaje en plántulas de maíz, sorgo, etc., no siendo a veces total el daño de las hojas, pero lo suficiente para que las plantas queden retrasadas en su crecimiento y por ende afectados los rendimientos. La larva también actúa como “cogollero”, observándose su presencia por los excrementos que aparecen en las axilas del brote central, en plantas generalmente de más de 25 cm de altura.

También los daños que producen en el maíz recién brotado consisten en una destrucción completa y en la muerte de estas plantitas; esta oruga, come el cuello de la raíz de las plantitas, destruyendo el punto vegetativo del maíz y provocan así los cogollos muertos, estos daños son más comunes en el verano que en el invierno. También indican que las larvas de los primeros estadios se alimentan del parénquima de la hoja, dejando la cutícula inferior, casi intacta; por esta razón los primeros indicios del daño son unas áreas oblongas y translucidas en las hojas, en su fase de trozador las larvas se comen los tejidos suculentos de las hojas y su presencia se puede determinar por una serie paralela de agujeros que atraviesan las hojas y por un aserrín áspero en el verticilo.

Cuando atacan plantas próximas a la madurez, las larvas se alimentan de las inflorescencias masculinas y femeninas. La *Spodoptera* daña los granos de la mazorca la cual penetra por la base. Como trozador la *Spodoptera* corta por la corona las plantas jóvenes destruyéndolas completamente; esta acción minadora puede ser causa suficiente del “corazón muerto” “daño semejante al que ocasiona el *Exuesta major*, los

túneles sirven de entrada a los agentes patógenos y a otros insectos que pueden contribuir más tarde a debilitar o destruir la planta.

Manifiesta finalmente que en otros países se han reportado daños de este insecto bajo las siguientes condiciones:

- a) Sobre la "semillas" recién sembradas perforando las yemas en germinación y ocasionando fallas en el campo.
- b) Cortan las plantitas a los pocos días de nacidas realizando este corte a la altura del cuello.
- c) Devoran activamente las hojas llegando a destruir al cogollo.

Los daños causados por *Spodoptera frugiperda* pueden reducir el rendimiento en grano del cultivo entre el 15 al 73% si la infestación del cultivo es mayor del 55% (Hruska y Gould, 1997)

### **2.3. ENTOMOPATÓGENOS**

CATIE (1990) reporta que existen organismos patógenos como los hongos, bacterias y virus, que se han convertido en instrumentos muy importantes para el control de las plagas insectiles, estos organismos producen una mortalidad considerable entre larvas de insectos del follaje, tallos y raíces.

Monzón (2003) manifiesta que los entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis*) fueron los primeros microorganismos que se reconocieron como causantes de enfermedades en los insectos.

El control mediante entomopatógenos puede ser un componente en un programa de manejo de *Spodoptera*, que para su aplicación se requiere el 40% de daño en fresco (García *et al.*, 1999).

#### **2.3.1. *Bacillus thuringiensis***

Cave *et al* (2005) indican que es una bacteria de tipo esporulante, que presenta células vegetativas en forma de bastoncillos más o menos largos, que se agrupan en cadenas de dos a tres células. Se caracteriza por formar

una espora central o terminal en el esporangio y por la presencia o formación de un cristal proteico.

*B. thuringiensis* tiene un ciclo de vida que comprende la formación de endosporas cuando las condiciones del medio en el que se encuentra son adversas. La endospora es una forma de resistencia frente a situaciones de estrés ambiental como la desecación o la falta de nutrientes, entre otros. Junto con la endospora también forma un cristal paraesporal constituido por  $\delta$ -endotoxinas. Cuando estas protoxinas contenidas en el cristal son ingeridas por las larvas de los insectos susceptibles les causan intoxicación (Maduel, 2007).

El ciclo de infección se inicia cuando el insecto ingiere alimento conteniendo esporas o cristales, generando parálisis de las partes bucales y del intestino, como consecuencia conduce al cese de la alimentación, regurgitación y diarrea. La larva pierde agilidad y el tegumento toma una coloración marrón oscuro, se torna flácida y sin movimientos y la muerte ocurre entre las 18 y 72 horas tomando una coloración negra. Asimismo, los productos comerciales de *Bt* están recomendados para el control de gusanos o larvas de Lepidópteros, entre ellas, palomilla del repollo, gusanos del fruto, gusano cogollero, gusano de la mazorca del maíz, gusano de la hoja, en cultivos como tomate, repollo, brócoli, coliflor, lechuga, chile, frijol, maíz, etc. Se deben aplicar en estados iniciales o intermedios, ya que en larvas muy desarrolladas, este no es muy efectivo (Cave *et al.*, 2005).

### **2.3.2. *Beauveria bassiana***

Cave *et al* (2005) mencionan que *Beauveria bassiana*, es un hongo entomopatógeno que provoca una enfermedad o produce toxinas que causan la muerte de los insectos, en sus diferentes estadios. Su cuerpo está formado por una estructura llamada micelio y produce esporas asexuales llamadas conidias de forma redonda y color blanco o hialino. Los insectos muertos por este hongo presentan un crecimiento de color blanco. Ataca más de 200 especies de insectos (Coleóptero, Lepidóptero, Hemíptero, etc.).

El mismo autor indica que las esporas se adhieren al cuerpo del insecto y germinan formando un tubo germinativo y luego ocurre el proceso de penetración mediante acción física del hongo, a través del tubo de penetración y por medio de enzimas que ayudan a digerir la cutícula del insecto. Después de que ha penetrado, alcanza el interior del cuerpo colonizando el tejido mediante producción de blastosporas e hifas. Luego hay producción de toxinas en el interior del cuerpo sobreviniendo la muerte y la colonización total del insecto. Finalmente el hongo emerge hacia el exterior del insecto y esporula sobre el cadáver.

Asimismo, los insectos atacados dejan de alimentarse, reducen su movimiento y luego ocurre la muerte. En los cadáveres de los insectos atacados, se observa el micelio y las esporas (color blanco) principalmente en áreas menos esclerosadas.

### **2.3.3. *Metarhizium anisopliae***

Cave *et al* (2005) sostienen que *Metarhizium anisopliae*, es un hongo entomopatógeno que produce esporas o conidias de color verde y forma ovalada y los insectos muertos por este hongo presentan un crecimiento de color verde. Al igual que *Beauveria spp.*, ataca más de 200 especies de insectos (*Coleóptera spp.*, *Lepidópteraspp.*, *Hemíptera spp.*, etc.).

Manifiestan además que los insectos enfermos detienen su alimentación y reducen su movimiento para finalmente morir. En el cuerpo del insecto muerto, se observa el micelio de color blanco y las esporas (color verde) principalmente en áreas menos esclerosadas.

## **2.4. ANTECEDENTES SOBRE CONTROL CON ENTOMOPATÓGENOS DEL COGOLLERO**

Martínez (1999) manifiesta que se realizaron trabajos en Majes y Arequipa para controlar las larvas de *Spodoptera frugiperda*, que se alimentan del cogollo del maíz morado utilizando bacterias, hongos

entomopatógenos e inhibidores de síntesis de quitina. Se probaron 3 productos comerciales de *Bacillus thuringiensis*, con dosis de aplicación de 0,5 kg/ha para dos de ellos y de 2 L/ha al otro; *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, se aplicaron en una suspensión esporogena; los inhibidores de síntesis de quitina, triflumuron con 0,3 kg/ha, diflubenzuron a 0,16 kg/ha. Con triflumuron se obtuvo 84,4 % de mortalidad, seguido por *Bacillus thuringiensis* con 72,7 % mostrando una residualidad similar a los inhibidores de síntesis de quitina, *Metarhizium anisopliae* provocó 54,4 % de mortalidad y concluye que el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz morado con bacterias y hongos entomopatógenos muestran diferencias estadísticas significativas; siendo *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* el entomopatógeno que controló mejor.

Maguiña (1981) estudio el efecto de *Bacillus thuringiensis* (Dipel sobre *Spodoptera frugiperda* en comparación a los insecticidas tradicionales usados, Carbaryl (Sevin) y Thrichorfon (Dipterex), y concluye que el *Bacillus thuringiensis* tuvo un relativo control sobre *Spodoptera frugiperda*, siendo superado por el Thrichorfon mas no por el Carbaryl.

Lezama *et al* (1996) menciona que el tratamiento formado por la aplicación del hongo *M. anisopliae* presentó un aumento del valor de índice de daño de 10,9 a 30,7; de los 11 a los 18 días de edad de la planta, pero luego se observó una disminución gradual hasta los 32 días de edad de la planta, para alcanzar el valor mínimo de 5,8 posteriormente, también se presentó una tendencia a la alza en los siguientes 15 días, hasta llegar al 19,6. El índice de daño promedio con este tratamiento fue 16,8; valor que representa un 50 % menos que en el testigo.

Casas (1998) indica que se ha utilizado *Beauveria bassiana* (*Spodoptera frugiperda* Smith), en el cogollero del maíz, realizando aplicaciones en los primeros estadios de la plaga, siendo difícil de encontrar insectos muertos debido al tamaño pequeño de las larvas; solo después de

una búsqueda minuciosa se pudo recuperar larvitas muertas por el hongo, que se encontraban en el suelo, donde habían caído.

## 2.5. HIPÓTESIS

### Hipótesis de investigación

Si aplicamos las especies de entomopatógenos al cultivo de maíz morado entonces se tiene efectos significativos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), en condiciones edafoclimáticas del Instituto de investigación Frutícola Olerícola Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco.

### Hipótesis específicas

- Si aplicamos las especies de entomopatógenos al cultivo de maíz morado entonces se tiene efectos poco significativos en el daño en las hojas, y alta significación en la mortandad del cogollero.
- Si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto al testigo, mas no entre ellos en mortandad.

## 2.6. VARIABLES

### Variable independiente

Entomopatogenos

- Especies entomopatógenos
  - Metarhizium anisopliae*
  - Beauveria bassiana*
  - Bacillus thuringiensis*

### Variable dependiente

Control del cogollero

- Daños en las hojas
  - Porcentaje de plantas afectadas

Porcentaje de área de hoja afectada

- Mortalidad de cogollero

Número de larvas muertas

### **Variable interviniente**

Condiciones edafoclimáticas

- Clima
- Suelo

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El experimento fue llevado a cabo en el Instituto de Investigación Olerícola Frutícola (IIFO), ubicado a la margen izquierda del río Huallaga Cayhuayna en la carretera Lima – Huánuco, cuya ubicación política y posición geográfica es la siguiente:

##### **Ubicación política**

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillcomarca
Lugar	:	Instituto de Investigación Olerícola Frutícola

##### **Posición geográfica**

Latitud Sur	:	09°57'07"
Longitud Oeste	:	76°14'54"
Altitud	:	1920 msnm

#### 3.1.1. Característica agroecológica de la zona

Según el Mapa Ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el lugar donde se realizó el trabajo de investigación se encuentra en la zona de vida natural **monte espinoso – Premontano Tropical (mte-PT)**.

Considerando las Ocho Regiones Geográficas del Perú según Javier Pulgar Vidal, Pillco Marca, se encuentra en la región natural Yunga Fluvial, con un clima semicálido lluvioso. La temperatura media anual máxima es de 24.5 °C y la mínima 18.8 °C; la precipitación total anual es desde los 226 a 532.8 mm; la relación de evapotranspiración varía entre 2 a 4 veces la precipitación.

Los suelos del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola son moderadamente alcalinos; la clase textural de franco arcilloso a franco arenoso; teniendo un área de 9,1 ha cultivable.

## **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicada, porque se recurrió a los principios de conocimientos técnicos científicos, el cual generó tecnología expresada en el entomopatógeno eficiente para solucionar el problema del ataque provocado por el cogollero que afecta a los agricultores dedicados al cultivo de maíz morado en el valle de Huánuco.

### **3.2.2. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación, es experimental porque se manipuló la variable independiente (entomopatógenos), se midió el efecto en la variable dependiente (control del cogollero) y se comparó con un testigo sin ninguna aplicación.

## **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

### **3.3.1. Población**

La población de maíz morado fue homogénea conformada por 896 plantas por todo el campo experimental y 56 plantas por cada parcela experimental, asimismo por las larvas de cogollero que se encontraron en el cultivo.

### **3.3.2. Muestra**

La muestra fue tomada del área neta experimental ubicada en los surcos centrales de cada parcela experimental, las plantas experimentales fueron 12, haciendo un total de 192 plantas de todas las áreas netas experimentales. En las plantas del área neta experimental se evaluó el

porcentaje de daño, el porcentaje de área de hoja afectada y el número de larvas muertas de cogollero.

El tipo de muestreo fue probabilística en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las semillas de maíz morado al momento de la siembra tuvieron la misma posibilidad de ser integrante de la muestra.

### 3.3.3. Unidad de análisis

Conformada por las parcelas experimentales en el que se evaluaron las plantas de maíz morado y las larvas de cogollero.

## 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudió los entomopatógenos en el control del cogollero, que estuvo constituido de 4 tratamientos, tal como se indica en la Tabla 02.

**Tabla 02.** Factores y tratamientos en estudio.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CONCENTRACION
T1	<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)	800 g/100 L de agua
T2	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Ma)	800 g/100 L de agua
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	500 g/200 L de agua
T4	Sin aplicación de entomopatógenos	Sin dosis

## 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA); constituido de 4 tratamientos distribuidos en 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Se usó la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \ell_{ij}$$

Para  $i = 1, 2, 3, 4$  (Número de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, 4$  (Número de bloques)

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$ -ésimo tratamiento y en el  $j$ -ésimo bloque

$\mu$  = Efecto de la media

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto verdadero del  $j$  ésimo bloque

$\ell_{ij}$  = Error experimental.

Para la prueba de hipótesis se utilizó ANDEVA al 5 % y 1 % para determinar la significación entre tratamientos y repeticiones (Tabla 03). Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN, al 5% y 1%, para determinar la significación entre tratamientos.

**Tabla 03.** Análisis de Variancia

Fuentes de Variación (F. V)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios Esperados (CME)
Bloques	$(b-1) = 3$	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos	$(t-1) = 3$	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error experimental	$(r-1) (t-1) = 9$	$\alpha^2 e$
<b>Total</b>	<b><math>(tr-1) = 15</math></b>	

### Descripción del campo experimental

#### Campo experimental

Largo de campo : 23,30 m.

Ancho de campo : 16,40 m.

Área total del campo experimental (23,30) (16,40) : 382,12 m<sup>2</sup>

Área experimental (15,12) (16)	: 241,92 m <sup>2</sup>
Área de caminos (382,12 – 241,92)	: 140,2 m <sup>2</sup>

### **Bloques**

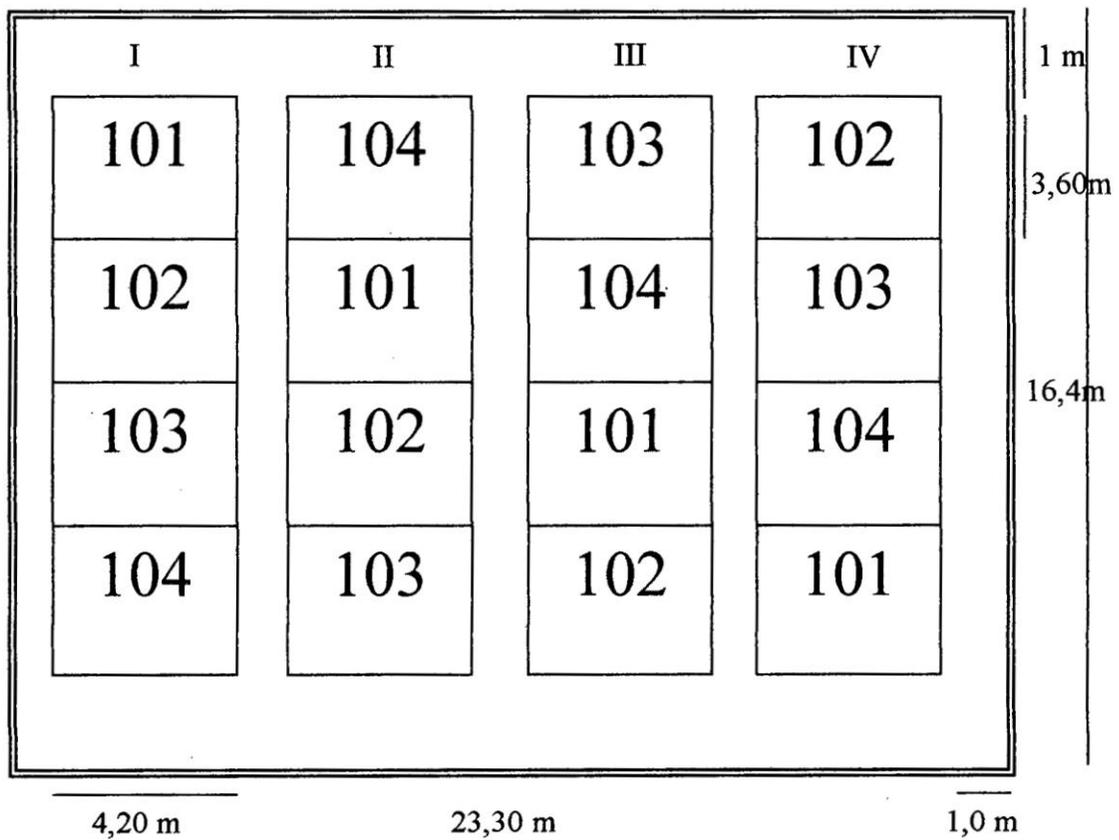
Número de bloques	: 4
Largo del bloque	: 14,40 m.
Ancho del bloque	: 4,20 m.
Área experimental por bloque (14,40) (4,20)	: 60,48 m <sup>2</sup>

### **Parcelas experimentales**

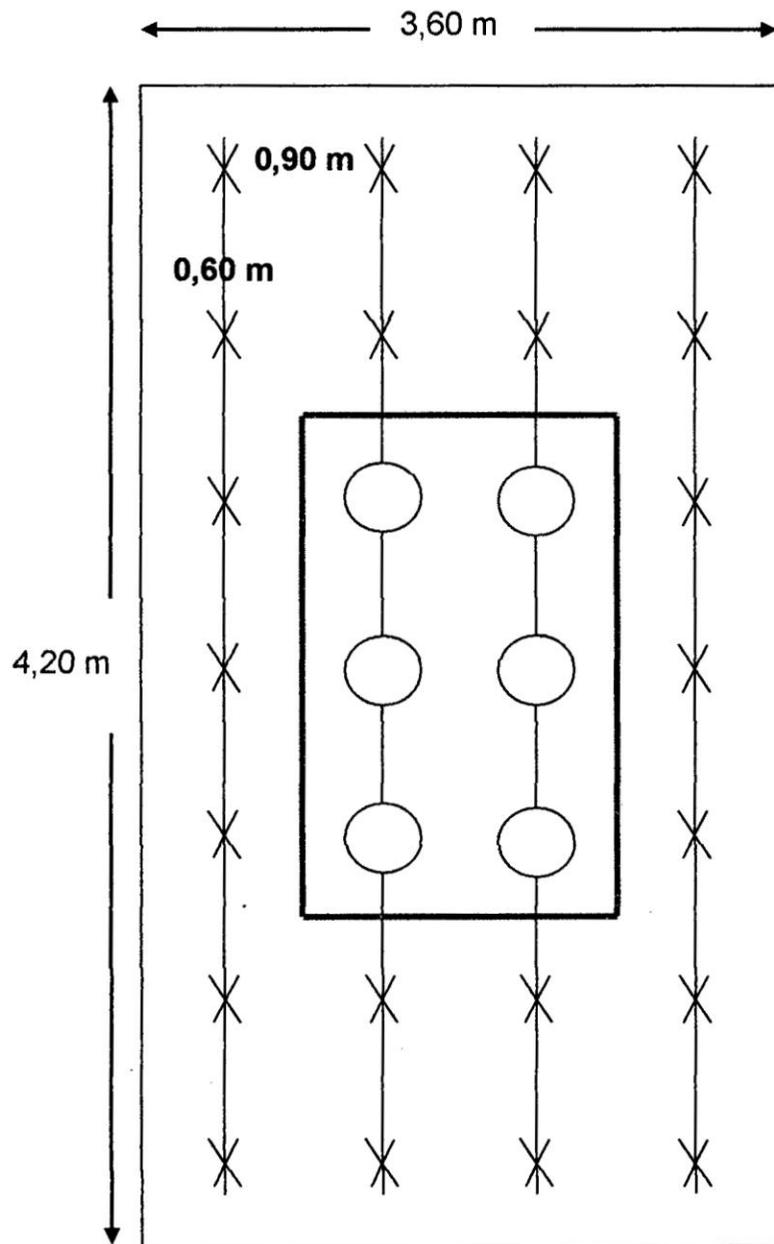
Largo	: 4,20 m.
Ancho	: 3,60 m.
Área experimental (4,20) (3,60)	: 15,12 m <sup>2</sup>
Área neta experimental por parcela: (1,80)(1,80)	: 3,60 m <sup>2</sup>

### **Surcos**

Longitud de la parcela	: 4,20 m
Número de surcos/ parcela	: 4
Distanciamiento entre surco	: 0,90 m.
Distanciamiento entre plantas	: 0,60 m.
Número de plantas por unidad experimental	: 56
Número de plantas del área neta experimental	: 12
Número total de parcelas	: 16
Número de semillas por golpe	: 3



**Figura. 01.** Detalle del campo experimental de maíz morado



**Figura 02.** Croquis de la parcela experimental

LEYENDA	
Delimitación del área neta experimental	—
Plantas experimentales (2 plantas)	O
Plantas de borde (2 plantas)	X

### 3.5.2. Datos registrados

Los datos registrados corresponden a las evaluaciones realizadas del tercio superior de las plantas del área neta experimental, estos parámetros fueron los siguientes.

#### 3.5.2.1. Porcentaje de plantas afectadas

Para evaluar este parámetro se procedió al conteo de las plantas afectadas por el daño de cogollero de los 2 surcos centrales del área neta experimental, obtenido el número total se hizo el cálculo de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\%PA = \frac{\text{Plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas observadas}} \times 100$$

#### 3.5.2.2. Porcentaje de área de hoja afectada

Con el fin de comparar la efectividad de los distintos tratamientos se estimó el Área de Hoja Afectada (AHA) causado por *S. frugiperda*, empleando la escala propuesta por Ramos (1975) y la aplicación de la fórmula propuesta por Fernández (1978). El muestreo se realizó sobre toda área neta experimental, planta por planta, mirando tanto en el cogollo para observar los daños de las larvas, como en las hojas y el envés de las mismas. Este parámetro se desarrolló conjuntamente con el porcentaje de infección.

**Tabla 04.** Escala de daño propuesta por Ramos (1975)

Grado	Porcentaje	Características del daño
0	0%	Hojas sanas
1	25%	Hojas atacadas débilmente
2	50%	Hojas medianamente atacadas
3	75%	Hojas intensamente atacadas
4	100%	Hojas muy atacadas

$$\% AHA = \frac{(N1 \times 0 \%) + (N2 \times 25 \%) + (N3 \times 50 \%) + (N4 \times 75 \%) + (N5 \times 100 \%)}{N}$$

**Dónde:**

N1, N2, N3, N4, N5 = frecuencia de hojas para cada porcentaje

N = Número total de hojas examinadas

### **3.5.2.3. Mortalidad**

El conteo de larvas muertas se realizó en cuatro oportunidades, cuatro días después de cada aplicación en las plantas del área neta experimental, para ello se dividió la planta en tercios: inferior, medio y superior, evaluándose el tercio superior, observando tanto en el cogollo, como en las hojas y el envés de las mismas.

## **3.6. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.6.1. Toma de muestras para el análisis de suelo**

El método de muestreo se realizó en zigzag, tratando de cubrir toda el área del terreno y consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 20 x 20 cm con una pala recta se abrió un hoyo en forma cuadrada a una profundidad de 20 cm y se extrajo una tajada de 5 cm de espesor de suelo luego se introdujo en un balde limpio y se mezcló las sub muestras, obteniendo de ella una muestra representativa de 1 kg esta muestra se envió al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de Universidad Nacional Hermilio Valdizán para hacer los análisis físicos y químicos respectivos.

### **3.6.2. Obtención de la semilla**

La semilla de maíz morado variedad PMV-581 fue proveniente del Programa Cooperativo de Investigación de Maíz de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

### **3.6.3. Riego de machaco**

Se realizó mediante la inundación del terreno, con dos propósitos fundamentales: Crear un ambiente inadecuado para las larvas y huevos de los insectos, al incorporar agua al terreno a fin de obtener la humedad adecuada que permita realizar la roturación del terreno y la eliminación de las malezas.

#### **3.6.4. Preparación del terreno**

Una vez verificado la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación a tracción mecánica con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y un adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

##### **3.6.4.1. Pasada de grada y nivelación del terreno**

Concluido el arado de disco se procedió a la pasada de grada en forma cruzada y se niveló para evitar problemas de encharcamiento, lo que ayudó a mejorar la distribución y el aprovechamiento del agua de riego y una mayor uniformidad de emergencia de las plántulas.

##### **3.6.4.2. Surcado del terreno**

El surcado fue realizado de forma mecanizada con la ayuda de un tractor agrícola a 0,90 metros entre surcos y 0,60 metros entre plantas.

#### **3.6.5. Trazado del campo experimental**

Una vez preparado el terreno, se procedió a colocar las estacas en los diferentes puntos del campo experimental para el trazado de las calles, bloques y parcelas, usando para ello una cinta métrica, cordeles y jalones de madera, quedando de esta manera bien demarcados.

#### **3.6.6. Siembra**

Antes de realizar la siembra, se procedió a la desinfestación de la semilla con el fungicida Thiophanate methyl a razón de 200 gramos por 25 kilogramos de semilla de maíz morado, para evitar el ataque de hongos que hay en el suelo.

La siembra se realizó de forma manual a razón de tres semillas por golpe, con el distanciamiento de 0,60 m entre golpes, con la ayuda de un pico se colocó la semilla a una profundidad de 5 centímetros, y se concluyó con un riego por gravedad.

### **3.6.7. Fertilización**

La fertilización se realizó al momento de la siembra en golpes a una dosis de 120 – 90 – 90 de NPK. La incorporación de los fertilizantes sintéticos se efectuó en forma fraccionada aplicando el 50 % del Nitrógeno y todo el Fósforo y el Potasio; la segunda fertilización se hizo al aporque donde fue incorporado el 50 % restante de Nitrógeno.

### **3.6.8. Riegos**

Se aplicó según las necesidades hídricas de la planta y fueron por gravedad.

### **3.6.9. Control de malezas**

El control se realizó a los 18 días de la siembra en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz agua y nutrientes.

### **3.6.10. Aporque**

Se llevó a cabo cuando las plantas alcanzaron una altura de 50 centímetros con la finalidad de dar mayor estabilidad a las plantas y favorecer la formación de las raíces adventicias.

### **3.6.11. Control fitosanitario**

Para las aplicaciones de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, primero se midió el pH del agua, el cual obtuvo un valor de 7, sin embargo, se tuvo que corregir el pH mediante un corrector de pH Acuacid para la disminución a un valor de 6,5.

El hongo fue pesado en una balanza, luego se depositó en un recipiente que contenía aceite agrícola (Codi-oil) en medio litro de agua ya preparada con anterioridad, seguido se frotó con la mano para desprender las esporas del arroz, luego fue colocado en un balde donde se dejó reposar por 6 horas en un lugar sombreado a temperatura de ambiente. Pasado ese tiempo se removió la mezcla y fue vertido en la mochila pulverizadora para finalmente aplicarlas en las parcelas.

Para la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, se hizo los mismos pasos descritos para las otras dos especies de entomopatógenos descritas anteriormente, solo que ya no fue necesario la aplicación de aceite agrícola ya que estas no vienen pegadas al arroz.

Antes de agregar el producto a la mochila, se enjuago con agua caliente para matar los posibles patógenos que puedan encontrarse. Dos día antes de la aplicación se realizó un riego ligero con la finalidad que el suelo esté húmedo para que los entomopatógenos, al momento de la aplicación, puedan penetrar la superficie de suelo y de esta manera matar a otras plagas como gusanos de tierra.

Las aplicaciones de los tratamientos se efectuaron de acuerdo al Umbral Relativo de Acción cuando mostraron el 30 % de infestación en el cultivo, Castillo, Lino (2003), el cual se evaluó un día antes de la aplicación, asimismo los entomopatógenos se aplicaron en la tarde a la puesta del sol (5 – 6 pm), debido a que en este estado de ambiente los entomopatógenos se desarrollan. La dosis de aplicación fue propuesta por del SENASA de 800 gramos/ 100 litros de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, y 500 gramos/ 200 litros de *Bacillus thuringiensis*, a una frecuencia de ocho días.

A continuación, en la Tabla 05, se muestra el número y frecuencia de las aplicaciones, la cantidad de agua utilizada, y la cantidad de entomopatógenos empleados por cada aplicación.

**Tabla 05.** Número y frecuencia de aplicaciones, cantidad de agua utilizada y cantidad de entomopatógenos por aplicación

APLICACIONES	CANTIDAD	CANTIDAD DE ENTOMOPATÓGENOS
--------------	----------	-----------------------------

Número	Frecuencia (DDS*)	DE AGUA (litros)	(gramos)		
			<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
1	34	5	40	40	12,5
2	42	6	48	48	15
3	50	8	64	64	20
4	58	10	80	80	25
<b>TOTAL</b>		29	232	232	72,5

(\*) DDS = días después de la siembra

### 3.6.12. Cosecha

Se efectuó en forma manual, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, colocándolos en sacos para trasladarlos y ponerlo en mantas para continuar su secado. Finalmente se extrajo las mazorcas para ser secados en el almacén con ventilación permanente para evitar el ataque de plagas y enfermedades, hasta obtener un 14 % de humedad.

## IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en cuadros y gráficos interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*).

Para la comparación de los promedios se aplicó la Prueba de Significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

## 4.1 PORCENTAJE DE PLANTAS AFECTADAS

### 4.1.1 Primera evaluación del porcentaje de plantas afectadas

La prueba de Fisher indica que entre bloques y tratamientos las diferencias son no significativas en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 15,96 y la desviación estándar de 0,05 que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

**Tabla 06.** Análisis de varianza para la primera evaluación del porcentaje de plantas afectadas datos transformados (DT) arco seno√x

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,016	0,005	0,495 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,010	0,003	0,294 ns	3,863	6,990
Error	9	0,097	0,011			
Total	15	0,123				

$$\bar{X} = 0,65$$

$$CV = 15,96\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,05$$

La prueba de Significación de Duncan reporta que los tratamientos del OM del 1 al 4 son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación, sin embargo el tratamiento con *Metarhizium anisopliae* (T2) destaca por alcanzar el menor porcentaje de infestación con el 33,33%, tal como se muestra en la Figura 03.

**Tabla 07.** Prueba de Significación de Duncan primera evaluación del porcentaje de plantas afectadas. DT arco seno√x

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,68	39,58	a	a
2	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,66	37,50	a	a
3	T4 Testigo	0,66	37,50	a	a
4	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,61	33,33	a	a

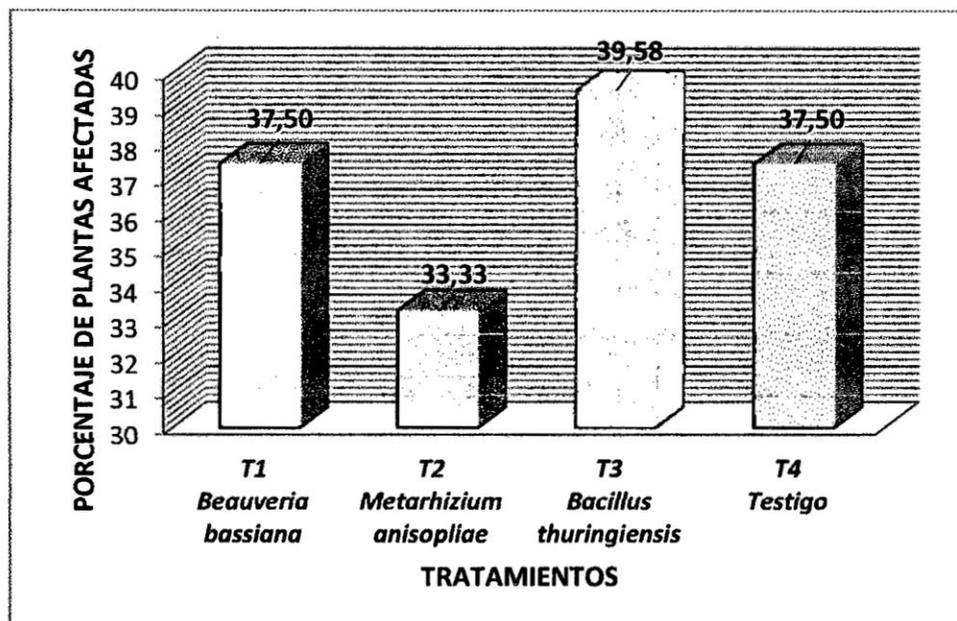


Figura 03. Primera evaluación del porcentaje de plantas afectadas

#### 4.1.2 Segunda evaluación del porcentaje de plantas afectadas

La prueba de Fisher indica que entre bloques y tratamientos las diferencias son no significativas en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 14,62 y la desviación estándar de 0,06 que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

Tabla 08. Análisis de varianza para la segunda evaluación del porcentaje de plantas afectadas DT arco seno $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,027	0,009	0,662 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,027	0,009	0,657 ns	3,863	6,990
Error	9	0,124	0,014			
Total	15	0,178				

$$\bar{X} = 0,80$$

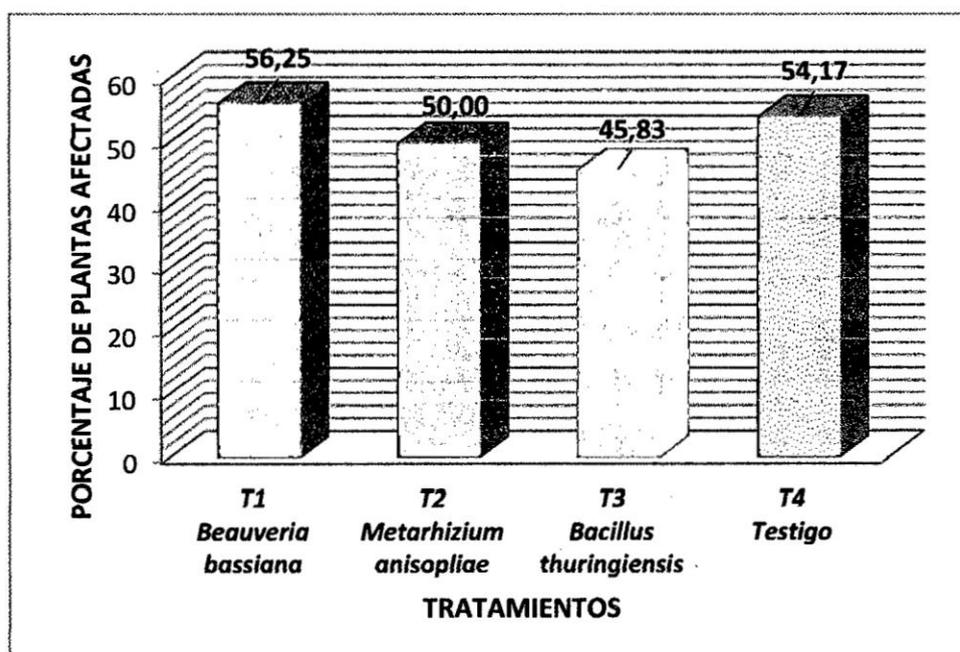
$$CV = 14,62\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,06$$

La prueba de Significación de Duncan reporta que los tratamientos del OM del 1ro al 4to lugar son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación, sin embargo el tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T3), destaca por alcanzar el menor porcentaje de daño con el 45,83%, tal como se muestra en la Figura 04.

**Tabla 09.** Prueba de Significación de Duncan para la segunda evaluación del porcentaje de plantas afectadas. DT arco seno $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,85	56,25	a	a
2	T4 Testigo	0,83	54,17	a	a
3	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,79	50,00	a	a
4	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,74	45,83	a	a



**Figura 04** Segunda evaluación del porcentaje de plantas afectadas

### 4.1.3 Tercera evaluación del porcentaje de plantas afectadas

La prueba de Fisher indica que entre bloques y tratamientos las diferencias son no significativas en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 17,66 % y la desviación estándar de 0,08 que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la tercera evaluación del porcentaje de plantas afectadas DT arco seno $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,010	0,003	0,144 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,067	0,022	0,923 ns	3,863	6,990
Error	9	0,217	0,024			
Total	15	0,294				

$$\bar{X} = 0,88$$

$$CV = 17,66\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,08$$

La prueba de Significación de Duncan reporta que los tratamientos del OM del 1<sup>ero</sup> al 4<sup>to</sup> lugar son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación, sin embargo el tratamiento *Metarhizium anisopliae* (T2) destaca por alcanzar el menor porcentaje de daño con el 52,08%, tal como se muestra en la Figura 05.

**Tabla 11.** Prueba de Significación de Duncan para la tercera evaluación del porcentaje de plantas afectadas. DT arco seno $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,97	66,67	a	a
2	T4 Testigo	0,91	62,50	a	a
3	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,83	54,17	a	a
4	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,81	52,08	a	a

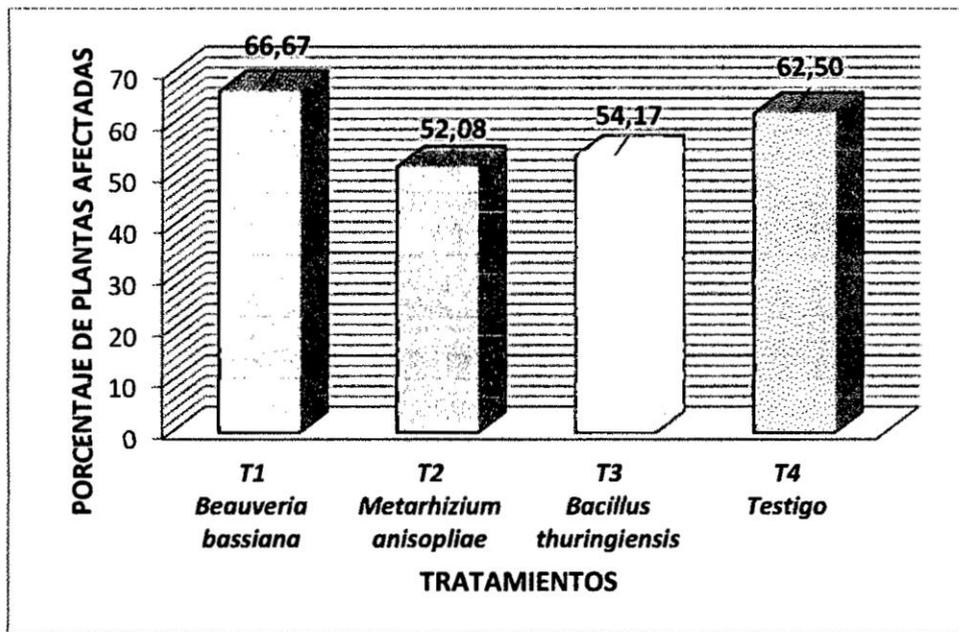


Figura 05. Tercera evaluación del porcentaje de plantas afectadas

#### 4.1.4 Cuarta evaluación del porcentaje de plantas afectadas

La prueba de Fisher indica que entre bloques y tratamientos las diferencias son no significativas en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 15,89 y la desviación estándar de 0,07 que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

Tabla 12. Análisis de varianza para la cuarta evaluación del porcentaje de plantas afectadas DT arco seno $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,081	0,027	1,321 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,059	0,020	0,958 ns	3,863	6,990
Error	9	0,184	0,020			
Total	15	0,323				

$$\bar{X} = 0,90$$

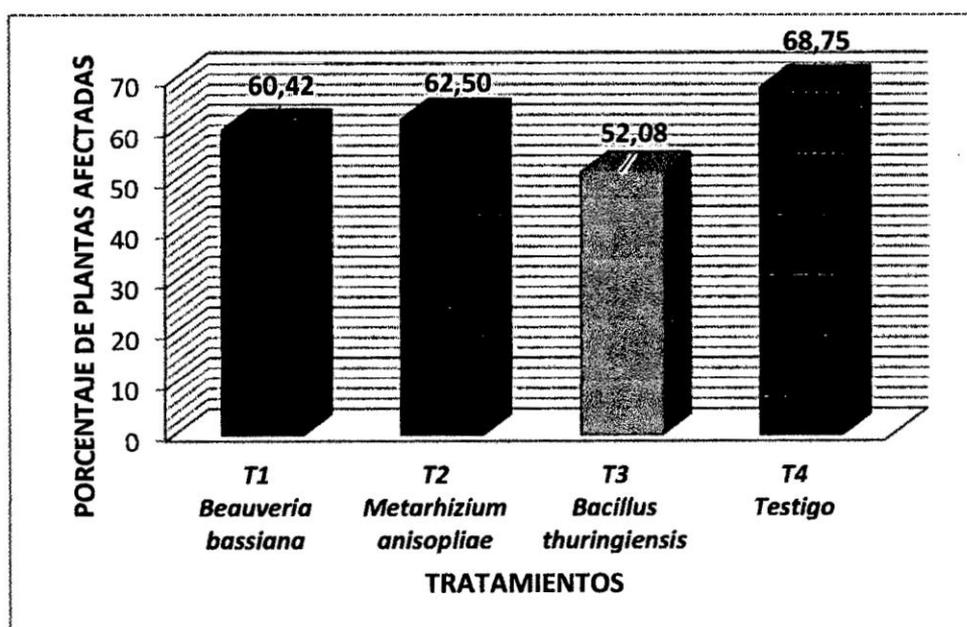
$$CV = 15,89\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,07$$

La prueba de Significación de Duncan reporta que los tratamientos del OM del 1<sup>er</sup>o al 4<sup>to</sup> lugar son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación, sin embargo el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3), destaca por alcanzar el menor porcentaje de daño con el 52,08%, tal como se muestra en la Figura 06.

**Tabla 13.** Prueba de Significación de Duncan para la cuarta evaluación del porcentaje de plantas afectadas. DT arco seno $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T4 Testigo	0,98	68,75	a	a
2	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,91	62,50	a	a
3	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,89	60,42	a	a
4	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,81	52,08	a	a



**Figura 06.** Cuarta evaluación del porcentaje de plantas afectadas

En la Figura 07, se observa la curva del porcentaje de plantas afectadas en las cuatro evaluaciones. El cual indica que el porcentaje de daño fue incrementándose hasta la cuarta evaluación, excepto los tratamientos T1 y T3 registraron una disminución del 6,25 y 2,05% con respecto a la tercera evaluación.

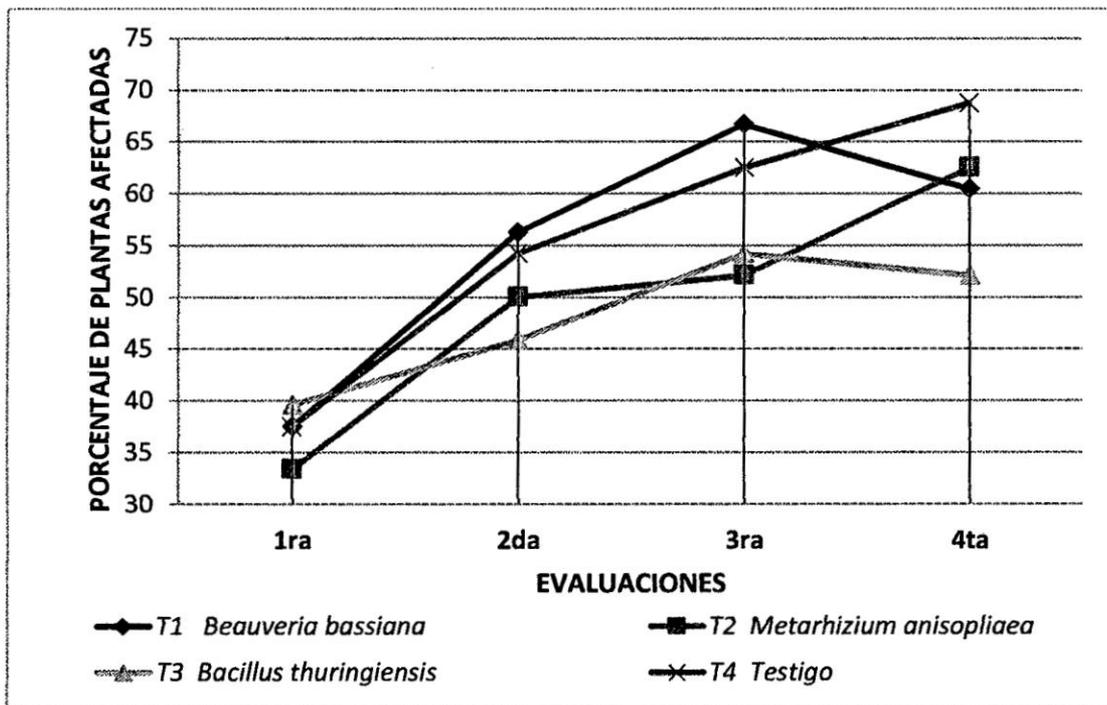


Figura 07. Curva de evaluaciones del porcentaje de plantas afectadas

## 4.2 PORCENTAJE DEL ÁREA DE HOJA AFECTADA (% AHA)

### 4.2.1 Primera evaluación de % AHA

La prueba de Fisher indica que entre bloques y tratamientos las diferencias son no significativas en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 18,82 y la desviación estándar de 0,04 que dan confiabilidad a los datos obtenidos

**Tabla 14.** Análisis de varianza para la primera evaluación de %AHA. DT arco seno $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,007	0,002	0,465 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,002	0,001	0,159 ns	3,863	6,990
Error	9	0,045	0,005			
Total	15	0,055				

$$\bar{X} = 0,38$$

$$CV = 18,82\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,04$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del ANVA, el cual demuestra que los tratamientos del 1<sup>er</sup>o al 4<sup>to</sup> lugar del OM son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación. No obstante, el tratamiento *Metarhizium anisopliae* (T2) destaca por alcanzar el menor porcentaje de AHA con el 13,02%, tal como se muestra en la Figura 08, que es la representación gráfica de esta variable.

**Tabla 15.** Prueba de Significación de Duncan para la primera evaluación del % AHA. DT arco seno $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,40	15,10	a	a
2	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,37	13,54	a	a
3	T4 Testigo	0,37	13,54	a	a
4	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,37	13,02	a	a

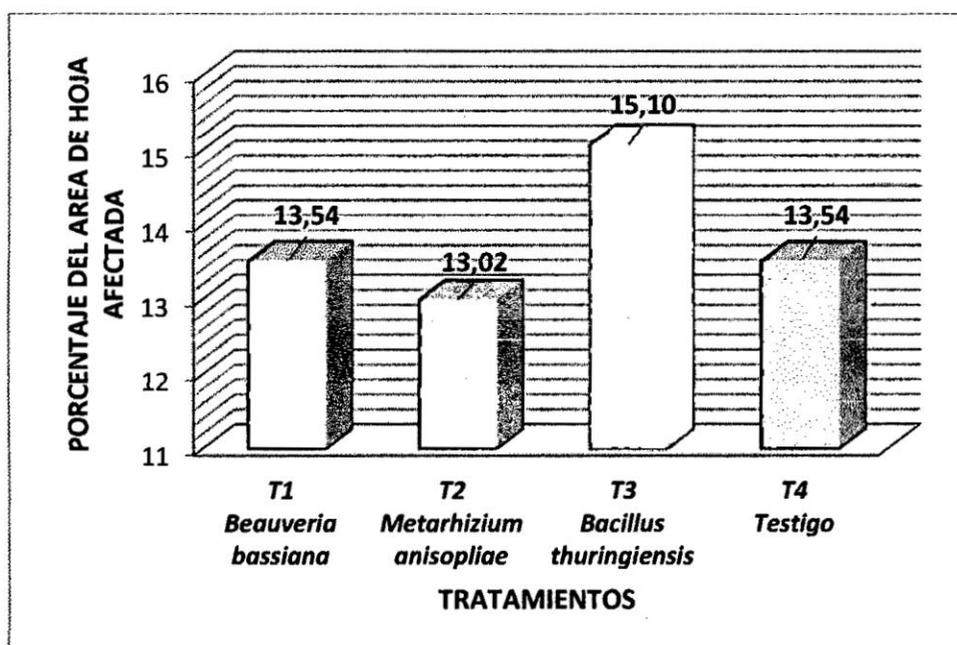


Figura 08. Primera evaluación del % AHA

#### 4.2.2 Segunda evaluación de %AHA

La prueba de Fisher indica un valor de  $F_c$  menor al  $F_{tab}$ , entre bloques y tratamientos, es decir que no existen efectos diferenciales en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 17,10% y la desviación estándar de  $\pm 0.04$  que dan precisión de la información obtenida en campo.

Tabla 16. Análisis de varianza para la segunda evaluación de % AHA. DT arco  $\text{sen}\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,014	0,005	0,877 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,002	0,001	0,152 ns	3,863	6,990
Error	9	0,049	0,005			
Total	15	0,066				

$$\bar{X} = 0,43$$

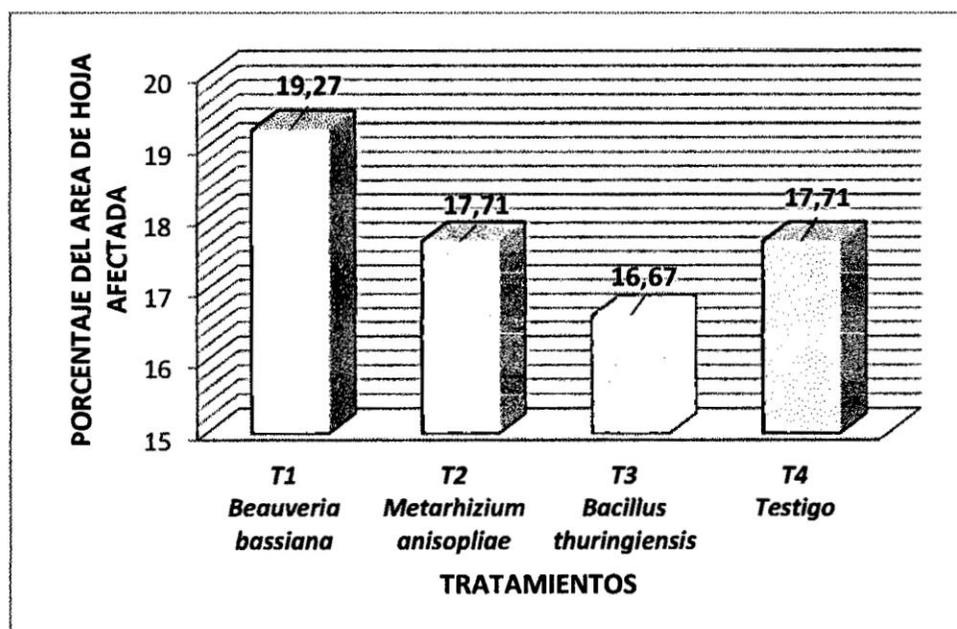
$$CV = 17,10\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,04$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del ANVA, el cual demuestra que los tratamientos del 1<sup>er</sup>o al 4<sup>to</sup> lugar del OM son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación. No obstante, el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3), destaca por alcanzar el menor porcentaje de AHA con el 16,52%, tal como se muestra en la Figura 09, que es la representación gráfica de esta variable.

**Tabla 17.** Prueba de Significación de Duncan para la segunda evaluación del % AHA. DT arco seno√x

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,45	19,27	a	a
2	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,43	17,71	a	a
3	T4 Testigo	0,43	17,71	a	a
4	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,42	16,67	a	a



**Figura 09.** Segunda evaluación del %AHA

### 4.2.3 Tercera evaluación de %AHA

La prueba de Fisher indica un valor de  $F_c$  menor al  $F_{tab}$ , entre bloques y tratamientos, es decir que no existen efectos diferenciales en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 16,36 % y la desviación estándar de  $\pm 0.04$  que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

**Tabla 18.** Análisis de varianza para la tercera evaluación de %AHA. DT arco  $\text{sen}\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	$F_c$	$F_t$	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,004	0,001	0,241 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,015	0,005	0,815 ns	3,863	6,990
Error	9	0,055	0,006			
Total	15	0,074				

$$\bar{X} = 0,48$$

$$CV = 16,36\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,04$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del ANVA, el cual demuestra que los tratamientos del 1<sup>er</sup> al 4<sup>to</sup> lugar del OM son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación. No obstante, el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3) destaca por alcanzar el menor porcentaje de AHA con el 18,23%, tal como se muestra en la Figura 10, que es la representación gráfica de esta variable.

**Tabla 19.** Prueba de Significación de Duncan para la tercera evaluación del % AHA. DT  $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,51	24,48	a	a
2	T4 Testigo	0,50	22,92	a	a
3	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,45	19,27	a	a
4	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,44	18,23	a	a

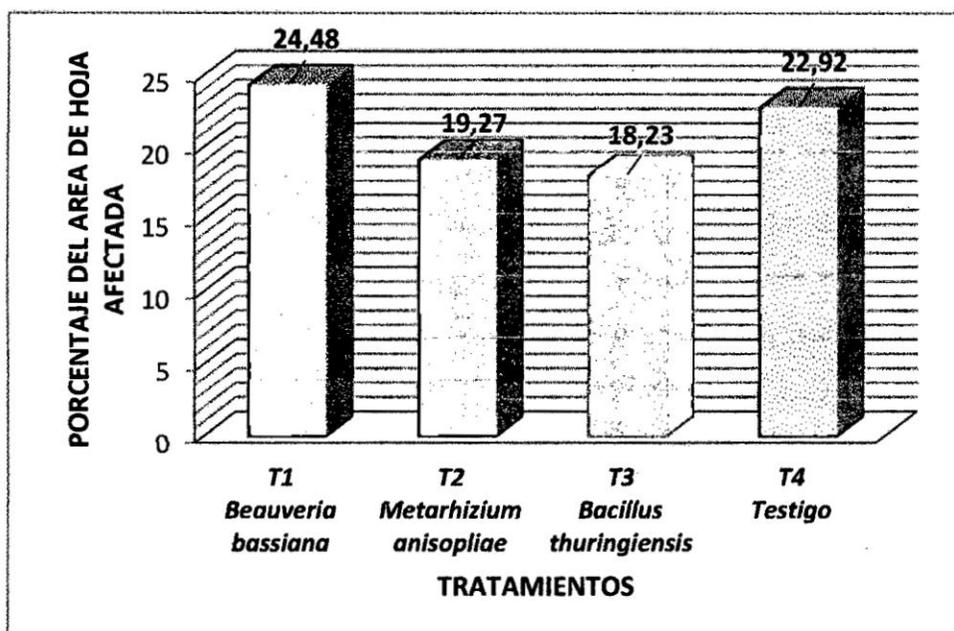


Figura 10. Tercera evaluación del % AHA

#### 4.2.4 Cuarta evaluación de % AHA

La prueba de Fisher indica un valor de  $F_c$  menor al  $F_{tab}$ , entre bloques y tratamientos, es decir que no existen efectos diferenciales en ambos niveles de significación.

El coeficiente de variación de 18,89 % y la desviación estándar de  $\pm 0.05$  que dan confiabilidad a los datos obtenidos.

Tabla 20. Análisis de varianza para la Cuarta evaluación de %AHA. DT arco seno $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,032	0,011	1,308 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	0,018	0,006	0,736 ns	3,863	6,990
Error	9	0,073	0,008			
Total	15	0,123				

$$\bar{X} = 0,48$$

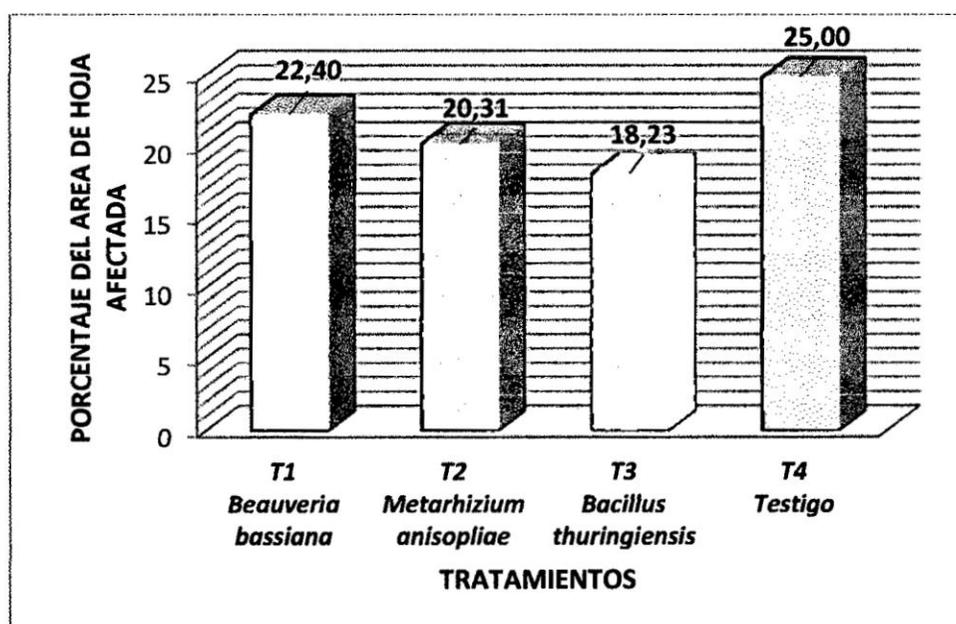
$$CV = 18,89\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,05$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del ANVA, el cual demuestra que los tratamientos del 1<sup>ero</sup> al 4<sup>to</sup> lugar del OM son estadísticamente iguales en ambos niveles de significación. No obstante, el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3) destaca por alcanzar el menor porcentaje de infestación con el 18,23%, tal como se muestra en la Figura 1, que es la representación gráfica de esta variable.

**Tabla 21.** Prueba de Significación de Duncan para la cuarta evaluación del % AHA. DT arco seno $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T4 Testigo	0,52	25,00	a	a
2	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	0,49	22,40	a	a
3	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,47	20,31	a	a
4	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,43	18,23	a	a



**Figura 11.** Cuarta evaluación del %AHA

En la Figura 11, se observa la curva del % AHA en las cuatro evaluaciones. El cual indica que el % AHA fue incrementándose hasta la cuarta evaluación, excepto los tratamientos T1 y T3. El primero registró una disminución del 2,08%, mientras que el segundo mantuvo el mismo porcentaje con respecto a la tercera evaluación.

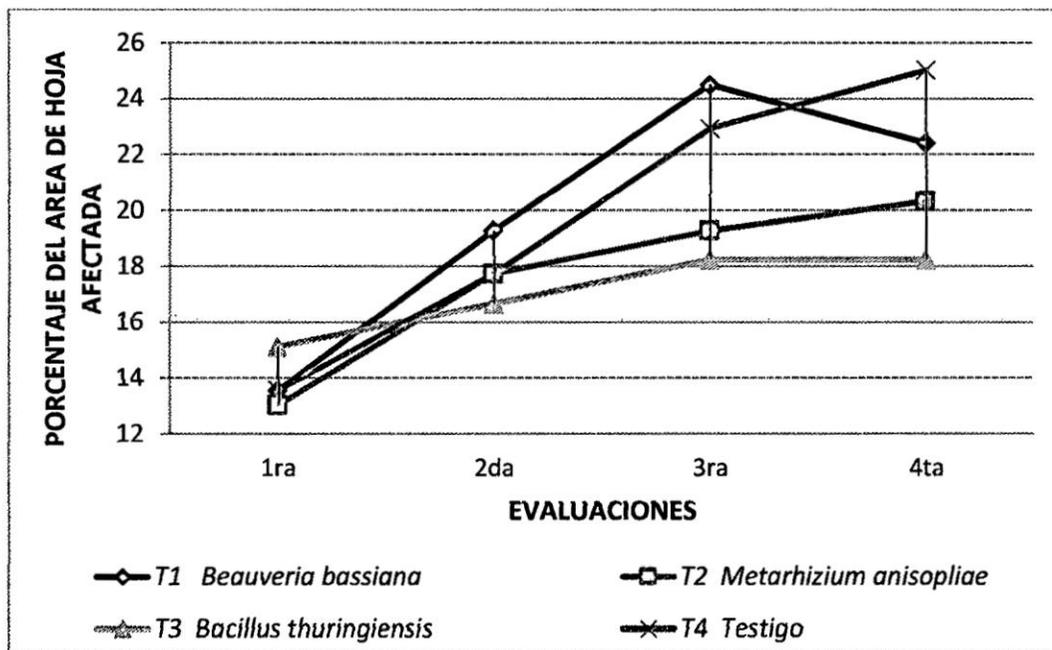


Figura 12. Curva de las evaluaciones del % AHA



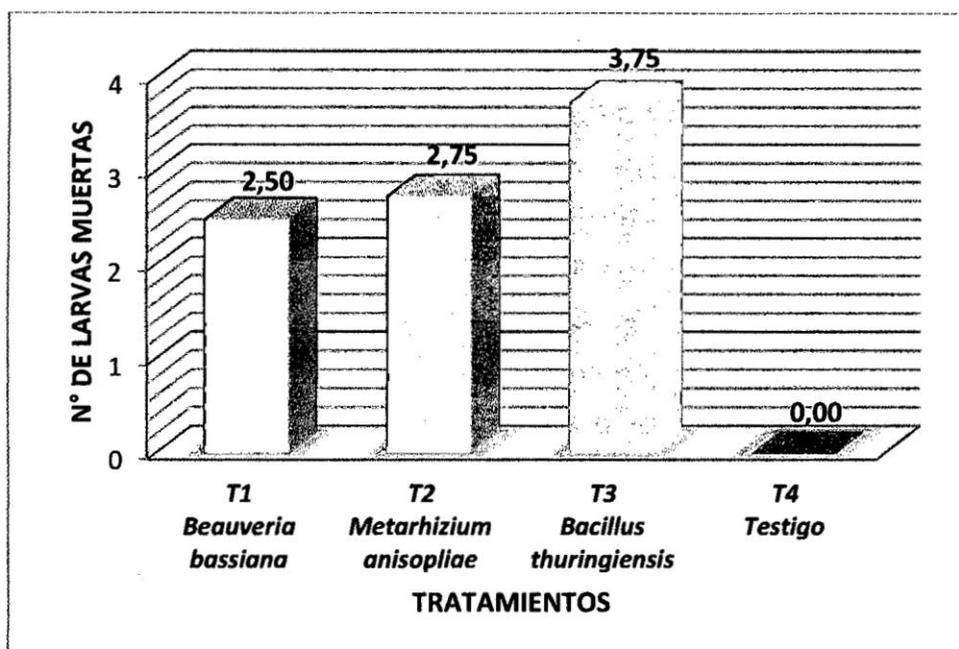


Figura 12. Primera evaluación de mortalidad de larvas

#### 4.3.2 Segunda evaluación de mortalidad de larvas de cogollero

El ANVA reporta no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, lo que denota el efecto de los entomopatógenos. El coeficiente de variabilidad es 14,83 % y la desviación estándar de  $\pm 0,13$  larvas muertas, estos valores dan confianza en los datos obtenidos

Tabla 24. Análisis de varianza para la segunda evaluación de mortalidad de larvas. DT arco seno  $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,257	0,086	1,256 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	3,505	1,168	17,118 **	3,863	6,990
Error	9	0,614	0,068			
Total	15	4,376				

$$\bar{X} = 1,76$$

$$CV = 14,83\%$$

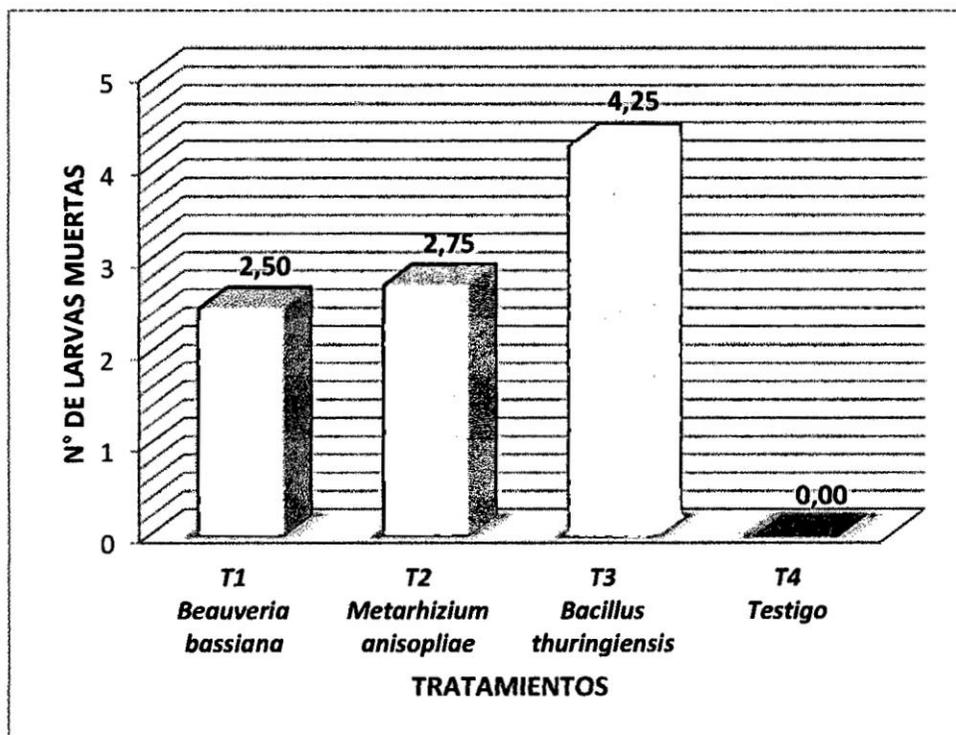
$$S\bar{x} = \pm 0,13$$

La prueba de Significación de Duncan reporta que los tratamientos con *Bacillus thuringiensis* (T3), *Metarhizium anisopliae* (T2) y *Beauveria bassiana* (T1), estadísticamente son iguales, superando al tratamiento Testigo (T4) en ambos niveles de significación. El mayor promedio obtuvo el tratamiento con

*Bacillus thuringiensis* (T3), con 4,25 larvas muertas, tal como se muestra en la Figura 13.

**Tabla 25.** Prueba de Significación de Duncan para la segunda evaluación de mortalidad de larvas. DT arco senov $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	2,27	4,25	a	a
2	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	1,93	2,75	a	a
3	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	1,85	2,50	a	a
4	T4 Testigo	1,00	0,00	b	b



**Figura 13.** Segunda evaluación de mortalidad de larvas



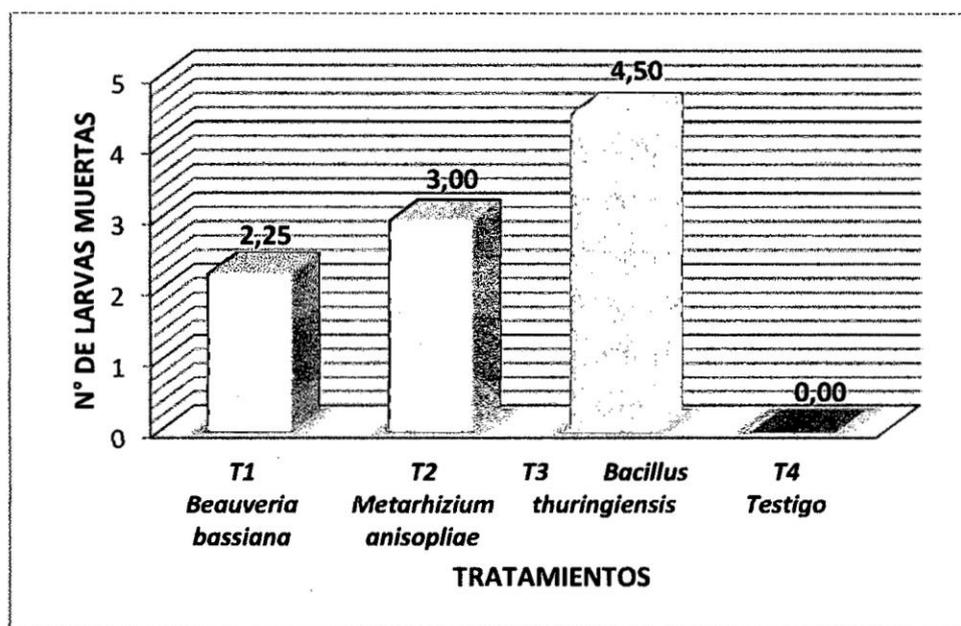


Figura 14. Tercera evaluación de mortalidad de larvas

#### 4.3.4 Cuarta evaluación de mortalidad de larvas de cogollero

El ANVA reporta no significativo para bloques y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 10,03% y la desviación estándar de  $\pm 0,10$  larvas muertas, estos valores dan confianza en los datos obtenidos.

Tabla 28. Análisis de varianza para la cuarta evaluación de mortalidad de larvas. DT arco seno  $\sqrt{x}$

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,291	0,097	2,653 ns	3,863	6,990
Tratamientos	3	5,260	1,753	47,947 **	3,863	6,990
Error	9	0,329	0,037			
Total	15	5,881				

$$\bar{X} = 1,91$$

$$CV = 10,03\%$$

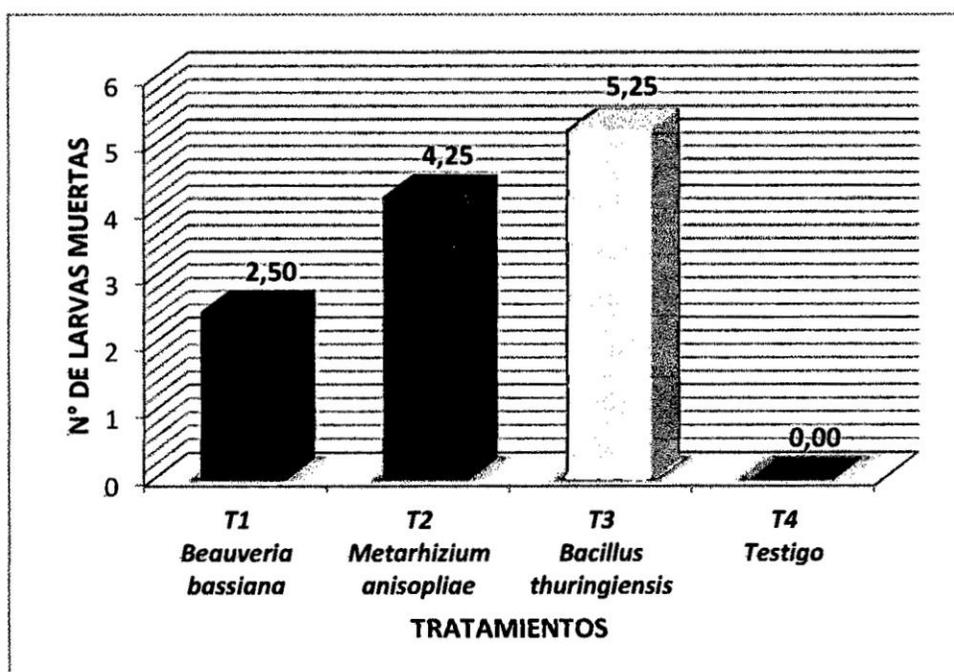
$$S\bar{X} = \pm 0,10$$

La prueba de Significación de Duncan reporta al nivel del 5% que los tratamientos con *Bacillus thuringiensis* (T3), y *Metarhizium anisopliae* (T2),

estadísticamente son iguales quienes superan a los demás tratamientos. Al nivel del 1% los tratamientos con *Bacillus thuringiensis* (T3), y *Metarhizium anisopliae* (T2) estadísticamente son iguales donde el primero supera a los tratamientos con *Beauveria bassiana* (T1) y Testigo (T4). El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3), con 5,25 larvas muertas, tal como se muestra en la Figura 15.

**Tabla 29.** Prueba de Significación de Duncan para la cuarta evaluación de mortalidad de larvas. DT arco sen $\sqrt{x}$

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO D.T	PROMEDIO ORIGINAL	SIGNIFICACION	
				0,05	0,01
1	T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	2,50	5,25	a	a
2	T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	2,28	4,25	a	a
3	T1 <i>Beauveria bassiana</i>	1,85	2,50	a	a
4	T4 Testigo	1,00	0,00	b	b



**Figura 15.** Cuarta evaluación de mortalidad de larvas

En la Figura 16, se observa la curva del % AHA en las cuatro evaluaciones. Donde el número de larvas muertas fue incrementándose hasta la cuarta evaluación, destacando el tratamiento T3.

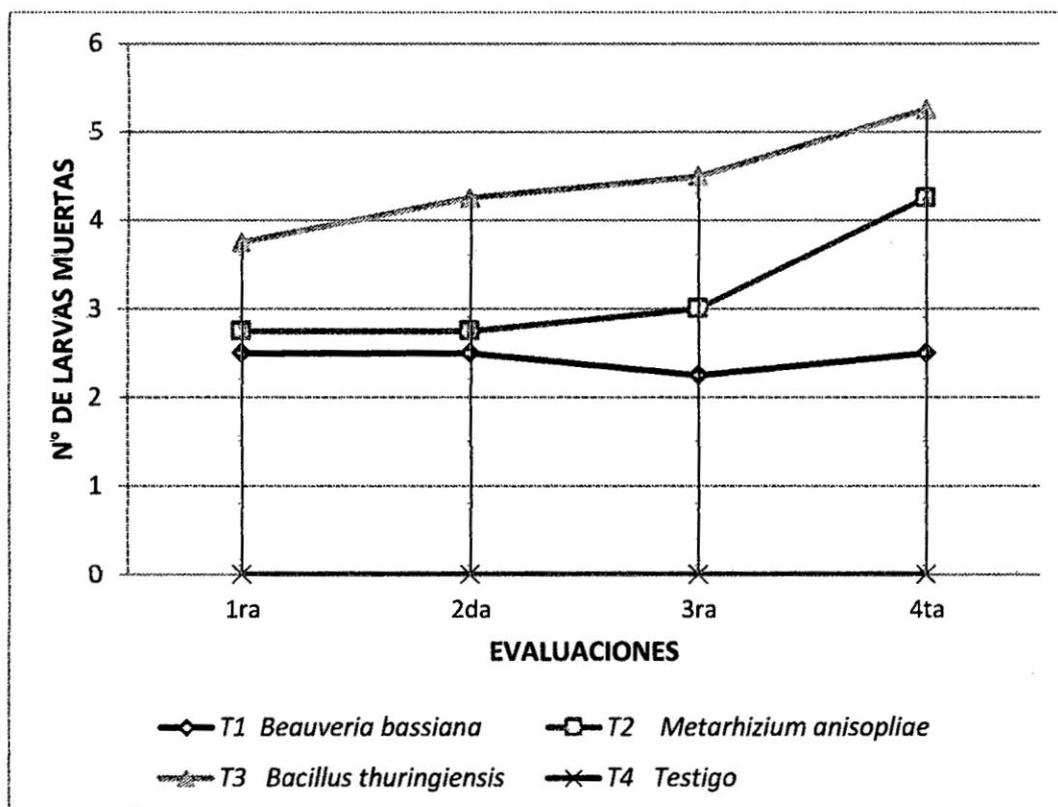


Figura 16. Curva de las evaluaciones de mortalidad de larvas

**Tabla 30.** Rendimiento del área neta experimental del maíz morado.

<b>Rendimiento del maíz morado</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>kg/ ANE</b>
T1 <i>Beauveria bassiana</i>	2.13
T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	2.28
T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	2.53
T4 Testigo	1.75

**Tabla 31.** Rendimiento por hectárea del maíz morado.

<b>Rendimiento del maíz morado</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Kg/ ha</b>
T1 <i>Beauveria bassiana</i>	5902.8
T2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	6319.4
T3 <i>Bacillus thuringiensis</i>	7013.9
T4 Testigo	4861.1

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. PORCENTAJE DE DAÑO

Los resultados demuestran que los entomopatógenos con la dosis correspondientes de los productos *Beauveria bassiana* (T1), *Metarhizium anisopliae* (T2) y *Bacillus thuringiensis* (T3), no tiene efecto en la infestación, este último destaca de los dos anteriores. Lo que coincide con Martínez (1999), que con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (Bt) var. *Kurstaki* el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz morado es mejor. Así mismo, Maguiña (1981) demostró un control relativo en comparación con los insecticidas.

Los tratamientos con *Beauveria bassiana* (T1) y *Metarhizium anisopliae* (T2), obtuvieron en la cuarta evaluación 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 estos tratamientos el rendimiento del cultivo puede ser afectado hasta un 73%, así como manifiesta Hruska y Gould (1997).

### 5.2. PORCENTAJE DEL ÁREA DE LA HOJA AFECTADA (% AHA)

Los resultados indican que el tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T3), registra porcentajes menores de área de hoja afectada, tenemos en la primera evaluación 15,10%; en la segunda 16,77%; en la tercera y cuarta 18,63%, lo que demuestra ser mejor al contrastar estos porcentajes con los demás tratamientos; ya que puede estar por más tiempo en el campo, debido a que en su ciclo de vida forma una estructura denominada endospora, que permite la resistencia frente a situaciones de estrés ambiental como la desecación o la falta de nutrientes (Maduell, 2007).

Los porcentajes obtenidos por los tratamientos se encuentran por debajo del grado 1, equivalente al 25% de área de hoja dañada, de acuerdo a la escala de daño propuesto por Ramos (1975), lo que indica que los entomopatógenos son un método de supresión de las larvas de insectos del follaje, tallos y raíces.

Asimismo, los promedios de las cuatro evaluaciones del tratamiento testigo oscilaron entre el 13,54 y 25,00%; resultado que probablemente se deba a factores medioambientales como el viento.

### **5.3. EVALUACIÓN DE MORTALIDAD DE LARVAS DE COGOLLERO**

Los resultados indican que el tratamiento Testigo sin aplicación (T4) no controló ninguna larva, asimismo el que más controló fue el tratamiento *Bacillus thuringiensis* (T3) quien obtuvo 3,75; 4,25; 4,50 y 5,25 larvas muertas respectivamente en las cuatro evaluaciones.

Esta acción se debe a que las larvas de cogollero ingieren el alimento conteniendo esporas o cristales, que paralizan las partes bucales y el intestino de la larva que conduce al cese de la alimentación, regurgitación y diarrea, produciéndose la muerte entre las 18 y 72 horas tomando una coloración negra (Cave *et al.*, 2005).

Por lo cual, los productos comerciales a base de *Bacillus thuringiensis* están recomendados para el control de gusanos o larvas de Lepidópteros, entre ellas, el gusano cogollero (Cave *et al.*, 2005).

El control mediante entomopatógenos puede ser un componente en un programa de manejo de *Spodoptera*, que para su aplicación se requiere el 40% de daño en fresco (García *et al.*, 1999).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en la que se efectuó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. No existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis*) para el porcentaje de plantas afectadas, pero si difieren del testigo en cuanto a la mortalidad larvas del cogollero.
2. La aplicación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* no son una buena alternativa, debido a que ejercen un control poco eficiente de la plaga en base a los parámetros evaluados.
3. El cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), es una plaga indirecta del maíz morado, por esta razón los rendimientos no se vieron tan afectados.

## RECOMENDACIONES

1. Antes de la aplicación de los entomopatógenos realizar un riego ligero con la finalidad que el suelo esté húmedo para que los entomopatógenos, al momento de la aplicación, puedan penetrar la superficie de suelo y de esta manera matar a otras plagas como gusanos de tierra.
2. Efectuar las aplicaciones con entomopatógenos en horas de la tarde a la puesta del sol entre las 5 o 6 pm, debido a que en este estado de ambiente los entomopatógenos se desarrollan.
3. Repetir la investigación en otras condiciones para corroborar los resultados obtenidos.
4. Realizar investigaciones comparativas con otros entomopatógenos y dosis para determinar el efecto control del cogollero.

## LITERATURA CITADA

- Beingolea, L. *et al.* Manual del maíz para la costa. Editorial Continental S.A. Lima – Perú. 56 p.
- Briceño, Y. 2012. El maíz *Zea mays* L. Una planta de todos los tiempos. Facultad de ciencias agrarias UNHEVAL - Huánuco - Perú. 123 p.
- Canales, 2011. El cultivo del Maíz. [En línea]. [Consulta octubre 2013]. Disponible en: <http://canales.ideal.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/maiz3.htm>.
- Casas, R. 1998. Efectividad de *Beauveria bassiana* (Bals.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sorok en el control de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith “cogollero del Maíz”. Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Informe de prácticas pre profesional.
- Castillo J., Lino E. 2003. Efecto de extractos vegetales, goma natural y aceite vegetal sobre el control del “cogollero del maíz”, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en la Libertad, Perú. Rev. Per. Ent. Volumen 43. 107 – 112 p. Perú.
- Castro, R. 2011. Insecticidas más importantes para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque – Perú.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Informe técnico N° 152. [En línea]. [Consulta junio 2014]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7040E/A7040E.PDF>

- Cave, R. *et al.* 2005. Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas. 2da.ed. Honduras: Sunne, 162 p.
- Centro para el Desarrollo Agrario y Forestal – CEDAF. 1998. Cultivo de maíz. Guía técnica N° 03. Serie cultivos. República Dominicana. [En línea]. [Consulta junio 2014]. Disponible en: <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/maiz.pdf>
- Cisneros, F. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Editorial Pacific Press. Perú. 189 p.
- Cook G. W. 1985. Fertilizantes y usos. México DF. CSAS. 958 p.
- Davidson, R. 1980. Plagas de Insectos: agrícolas y del jardín. Edit. LIMUSA NORIEGA EDITORES. Estados Unidos. 743 p.
- Dirección Regional de Agricultura Huánuco – DRA. 2015. Series históricas. [En línea]. [Consulta octubre 2013]. Disponible en: <http://www.huanucohttp://www.huanucoagrario.com.pe>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1986. Guía de la fertilización y nutrición vegetal. 2da Ed.
- Fernández M, V. 1978. Introducción a la fitopatología. Colección científica del INTA. 3ra edición. Volumen III: Hongos. Buenos Aires. Argentina. 779 p.
- Figueroa C, A. 1997. Control Químico del cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en el cultivo de Maíz en el Valle de Huánuco. Tesis. Ing. Agrónomo Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – Perú 68 p.
- Fuentes, M. 2002 El cultivo del maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico. [En línea] [Consultado en junio del 2015]. Disponible en

<http://www.icta.gob.gt/granosBasicos/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>  
f.

García *et al.* 1999. Manejo Integrado del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Boletín técnico N° 07. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional – CORPOICA. [En línea] [Consultado en junio del 2015]. Disponible en <http://207.239.251.110:8080/jspui/bitstream/11348/6432/1/Manejo%20integrado%20del%20gusano%20cogollero%20del%20ma%C3%ADz%202.pdf>

Hruska, A.J. y F. Gould. 1997. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatrea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae): Impact of larval population level and temporal occurrence on maize yield in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology* 90 (2): 611-622. [En línea] [Consultado en junio del 2015]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Allan\\_Hruska/publication/233575798\\_Fall\\_Armyworm\\_%28Lepidoptera\\_Noctuidae%29\\_and\\_Diatraea\\_lineolata\\_%28Lepidoptera\\_Pyralidae%29\\_Impact\\_of\\_Larval\\_Population\\_Level\\_and\\_Temporal\\_Occurrence\\_on\\_Maize\\_Yield\\_in\\_Nicaragua/links/00b7d528f3f30b123d000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Allan_Hruska/publication/233575798_Fall_Armyworm_%28Lepidoptera_Noctuidae%29_and_Diatraea_lineolata_%28Lepidoptera_Pyralidae%29_Impact_of_Larval_Population_Level_and_Temporal_Occurrence_on_Maize_Yield_in_Nicaragua/links/00b7d528f3f30b123d000000.pdf)

Jara, W. 2014. Aportes del INIA en el desarrollo del Maíz Morado. [En línea] [Consultado en junio del 2015]. Disponible: [http://www4.congreso.gob.pe/\\_comunicados/RESUMEN\\_APORTES\\_INIA\\_MAIZ\\_MORADO\\_PARA\\_CONGRESO.pdf](http://www4.congreso.gob.pe/_comunicados/RESUMEN_APORTES_INIA_MAIZ_MORADO_PARA_CONGRESO.pdf)

Lezama, R. *et al.* 1996. Efecto del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* sobre el control del gusano cogollero del maíz en campo.

Maduell, P. 2007. Ecología de *thuringiensis*. Memoria presentada para conseguir el título de Doctor en Microbiología por la Facultad de Biociencias de la Universidad Autónoma de Barcelona. 130 p.

- Maguiña A, D. 1981. Estudio comparativo de tres insecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). Tesis. Ing. Agrónomo Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – Perú 97 p.
- Manrique CH, P. 1997 El Maíz en el Perú. 2da ed. Lima – Perú: Limusa. 56 p.
- Martínez A, R. 1999. Comparativo de Insecticidas Biológicos para el Control del Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en el cultivo de maíz. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 66 p.
- Mela M. P. 1963. Cultivos de regadío. 2da ed. Zaragoza - España . Agrocienza 483 p.
- Monzón, A. 2003. Métodos de manejo de hongos entomopatógenos .Folleto 5 p.
- Negrete B, F. *et al.* 2003. Cartilla Ilustrada No.3 Corpoica Ecorregión Caribe Centro de Investigación Turipaná. Colombia. 26 p.
- Pearsons, D. 1981. Manual para la educación agropecuaria. 2da ed. Editorial Trillas. México. 56 p.
- Ramos C, E. 1975. Ensayo Comparativo de Insecticidas para el Control del Cogollero en el cultivo de maíz. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 66 p.
- Risco, M. 2007. Cadena productiva de Maíz Morado en Ayacucho. (En línea) (Consultado el 16 de octubre 2012). Disponible en: [http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-Ayacucho 11.pdf](http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-Ayacucho%2011.pdf)
- Sierra exportadora. 2012. Antocianina del maíz morado. (En línea) (Consultado el 10 de febrero del 2014). Disponible en: <http://www.sierra>

exportadora.gob.pe/perfil\_comercial/ANTOCIANINA%20DE%20MAIZ%  
20MORADO.pdf

# ANEXO

## ANEXO 01. PORCENTAJE DE PLANTAS AFECTAS POR TRATAMIENTO – DATOS ORIGINALES

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	33.33	50.00	41.67	25.00	150.00	37.50	58.33	75.00	41.67	50.00	225.00	56.25	83.33	83.33	58.33	41.67	266.67	66.67	58.33	66.67	66.67	50.00	241.67	60.42
T2	41.67	25.00	41.67	25.00	133.33	33.33	41.67	50.00	66.67	41.67	200.00	50.00	50.00	50.00	58.33	50.00	208.33	52.08	58.33	58.33	66.67	66.67	250.00	62.50
T3	33.33	41.67	41.67	41.67	158.33	39.58	33.33	41.67	50.00	58.33	183.33	45.83	50.00	41.67	50.00	75.00	216.67	54.17	33.33	33.33	58.33	83.33	208.33	52.08
T4	33.33	50.00	25.00	41.67	150.00	37.50	50.00	58.33	58.33	50.00	216.67	54.17	66.67	58.33	58.33	66.67	250.00	62.50	66.67	66.67	58.33	83.33	275.00	68.75
S. Bloq.	141.67	166.67	150.00	133.33	591.67	36.98	183.33	225.00	216.67	200.00	825.00	51.56	250.00	233.33	225.00	233.33	941.67	58.85	216.67	225.00	250.00	283.33	975.00	60.94

## ANEXO 02. PORCENTAJE DE PLANTAS AFECTADAS POR TRATAMIENTO – DATOS TRANSFORMADOS

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	0.62	0.79	0.70	0.52	2.63	0.66	0.869	1.047	0.702	0.785	3.403	0.851	1.150	1.150	0.869	0.702	3.871	0.968	0.869	0.955	0.955	0.785	3.565	0.891
T2	0.70	0.52	0.70	0.52	2.45	0.61	0.702	0.785	0.955	0.702	3.144	0.786	0.785	0.785	0.869	0.785	3.225	0.806	0.869	0.869	0.955	0.955	3.649	0.912
T3	0.62	0.70	0.70	0.70	2.72	0.68	0.615	0.702	0.785	0.869	2.972	0.743	0.785	0.702	0.785	1.047	3.320	0.830	0.615	0.615	0.869	1.150	3.250	0.813
T4	0.62	0.79	0.52	0.70	2.63	0.66	0.785	0.869	0.869	0.785	3.309	0.827	0.955	0.869	0.869	0.955	3.649	0.912	0.955	0.955	0.869	1.150	3.930	0.983
S. Bloq.	2.55	2.80	2.63	2.45	10.42	0.65	2.972	3.403	3.312	3.142	12.828	0.802	3.676	3.506	3.393	3.490	14.065	0.879	3.309	3.395	3.649	4.041	14.394	0.900

### ANEXO 03. PORCENTAJE DE AREA DE HOJA AFECTADA – DATOS ORIGINALES

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	12.50	18.75	14.58	8.33	54.17	13.54	20.83	27.08	14.58	14.58	77.08	19.27	33.33	31.25	18.75	14.58	97.92	24.48	20.83	27.08	25.00	16.67	89.58	22.40
T2	16.67	12.50	14.58	8.33	52.08	13.02	12.50	16.67	22.92	18.75	70.83	17.71	18.75	16.67	22.92	18.75	77.08	19.27	16.67	18.75	22.92	22.92	81.25	20.31
T3	12.50	12.50	16.67	18.75	60.42	15.10	10.42	14.58	16.67	25.00	66.67	16.67	16.67	12.50	18.75	25.00	72.92	18.23	8.33	10.42	22.92	31.25	72.92	18.23
T4	12.50	20.83	6.25	14.58	54.17	13.54	16.67	20.83	10.42	22.92	70.83	17.71	25.00	20.83	18.75	27.08	91.67	22.92	22.92	22.92	16.67	37.50	100.00	25.00
S. Bloq.	54.17	64.58	52.08	50.00	220.83	13.80	60.42	79.17	64.58	81.25	285.42	17.84	93.75	81.25	79.17	85.42	339.58	21.22	68.75	79.17	87.50	108.33	343.75	21.48

### ANEXO 04. PORCENTAJE DE AREA DE HOJA AFECTADA – DATOS TRANSFORMADOS

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	0.36	0.45	0.39	0.29	1.49	0.37	0.47	0.55	0.39	0.39	1.80	0.45	0.62	0.59	0.45	0.39	2.05	0.51	0.47	0.55	0.52	0.42	1.97	0.49
T2	0.42	0.36	0.39	0.29	1.47	0.37	0.36	0.42	0.50	0.45	1.73	0.43	0.45	0.42	0.50	0.45	1.82	0.45	0.42	0.45	0.50	0.50	1.87	0.47
T3	0.36	0.36	0.42	0.45	1.59	0.40	0.33	0.39	0.42	0.52	1.66	0.42	0.42	0.36	0.45	0.52	1.75	0.44	0.29	0.33	0.50	0.59	1.71	0.43
T4	0.36	0.47	0.25	0.39	1.48	0.37	0.42	0.47	0.33	0.50	1.72	0.43	0.52	0.47	0.45	0.55	1.99	0.50	0.50	0.50	0.42	0.66	2.08	0.52
S. Bloq.	1.50	1.64	1.46	1.43	6.03	0.38	1.58	1.83	1.64	1.86	6.92	0.43	2.01	1.85	1.84	1.91	7.61	0.48	1.69	1.82	1.94	2.17	7.62	0.48

## ANEXO 05. MORTALIDAD DE LARVAS DE COGOLLERO – DATOS ORIGINALES

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	4	4	1	1	10	2.5	3	4	2	1	10	2.5	2	3	2	2	9	2.25	3	4	1	2	10	2.5
T2	3	3	2	3	11	2.75	2	4	3	2	11	2.75	3	4	3	2	12	3	3	6	4	4	17	4.25
T3	4	2	4	5	15	3.75	3	5	3	6	17	4.25	3	6	4	5	18	4.5	5	6	5	5	21	5.25
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. Bloq.	4	4	1	1	10	2.5	8.00	13.00	8.00	9.00	38.00	9.50	8.00	13.00	9.00	9.00	39.00	9.75	11.00	16.00	10.00	11.00	48.00	12.00

## ANEXO 06. MORTALIDAD DE LARVAS DE COGOLLERO – DATOS TRANSFORMADOS

TRAT	PRIMERA EVALUACIÓN						SEGUNDA EVALUACIÓN						TERCERA EVALUACIÓN						CUARTA EVALUACIÓN					
	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.	BLOQUES				S Trat.	Prom. Trat.
	I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV			I	II	III	IV		
T1	2.24	2.24	1.41	1.41	7.30	1.83	2.00	2.24	1.73	1.41	7.38	1.85	1.73	2.00	1.73	1.73	7.20	1.80	2.00	2.24	1.41	1.73	7.38	1.85
T2	2.00	2.00	1.73	2.00	7.73	1.93	1.73	2.24	2.00	1.73	7.70	1.93	2.00	2.24	2.00	1.73	7.97	1.99	2.00	2.65	2.24	2.24	9.12	2.28
T3	2.24	1.73	2.24	2.45	8.65	2.16	2.00	2.45	2.00	2.65	9.10	2.27	2.00	2.65	2.24	2.45	9.33	2.33	2.45	2.65	2.45	2.45	9.99	2.50
T4	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00
S. Bloq.	7.47	6.97	6.38	6.86	27.69	6.92	6.73	7.92	6.73	6.79	28.18	7.04	6.73	7.88	6.97	6.91	28.50	7.12	7.45	8.53	7.10	7.42	30.49	7.62

## ESCALA CONVENCIONAL PARA LA ESTIMACION DE DAÑOS



0 %



25 %



50 %



75 %



100 %

ANEXO 07. Escala convencional para la estimación de daños, Fuente Ramos (1975)

**PANEL FOTOGRAFICO**

**Figura 1:** Trazado del terreno con wincha, pita y cal.



**Figura 2:** Surcado con la ayuda de un tractor

**Figura 3:** Riego de pre siembra

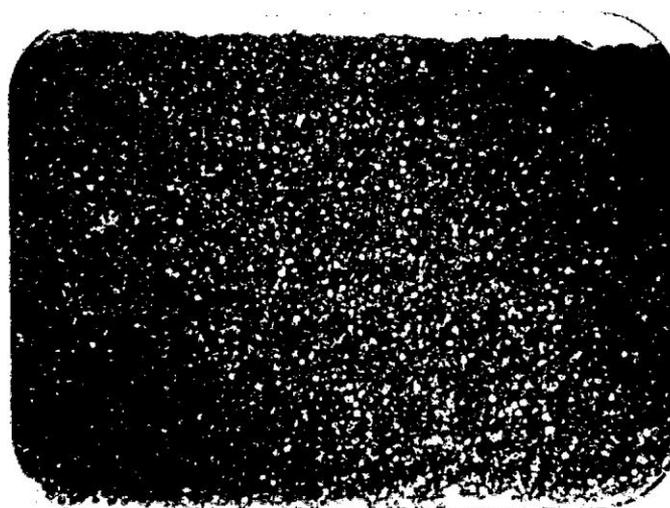


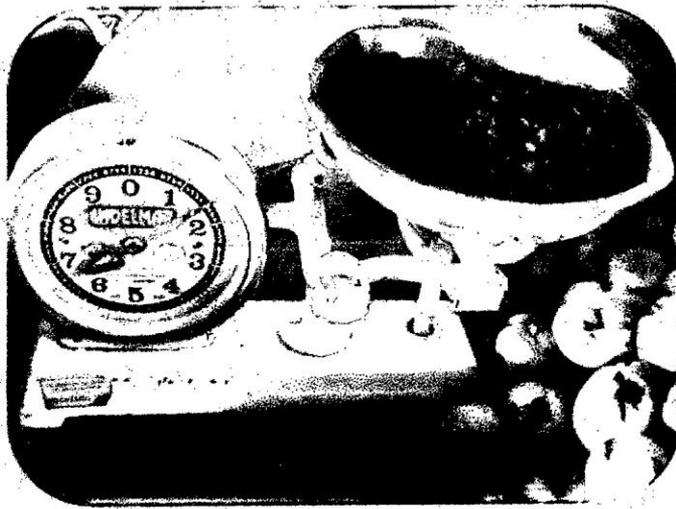
**Figura 4:** Marcando los bloques y parcelas.



**Figura 5:** Finalizando el marcado de las parcelas y densidad de siembra

**Figura 6:** Semilla tratada con Thiophanate methyl (Homai)





**Figura 7:** Pesado de la semilla que sembramos.

**Figura 8:** Fertilizante que usamos



**Figura 9:** Siembra y Fertilización.



**Figura 10:** Riego Post siembra.

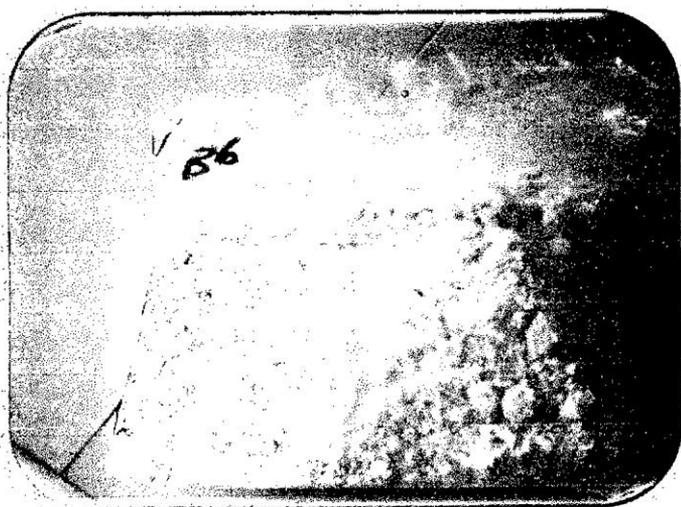


**Figura 11:** Emergencia del maíz.



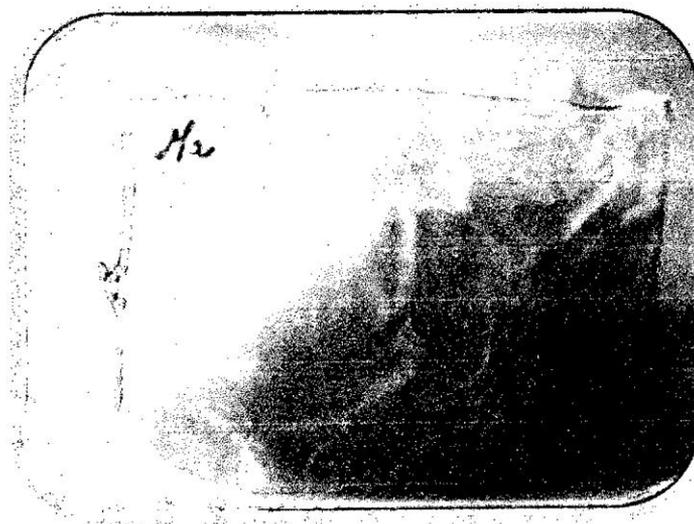
**Figura 12:** Campo experimental con un 99% de germinación

**Figura 13:** Regando las parcelas de maíz.



**Figura 14:** Bolsa de *Beauveria bassiana*.

**Figura 15:** Bolsa de *Metarhizium anisopliae*.





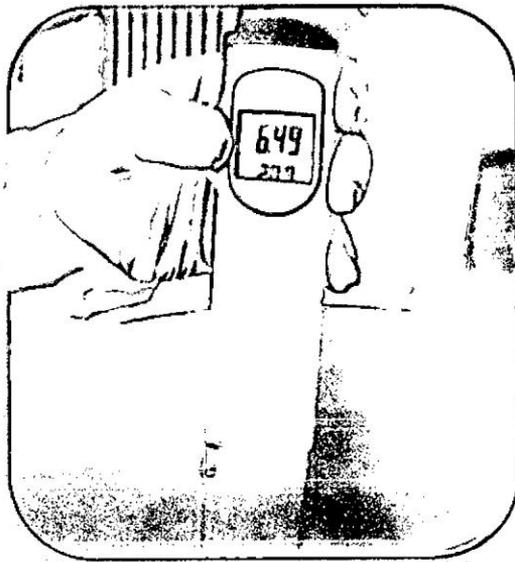
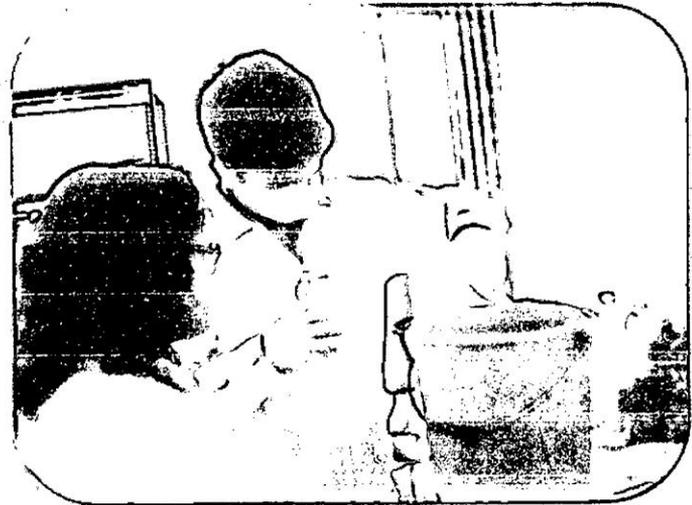
**Figura 16:** Bolsa de *Bacillus thuringiensis*.

**Figura 17:** Materiales usados para hacer el caldo de Entomopatogenos.



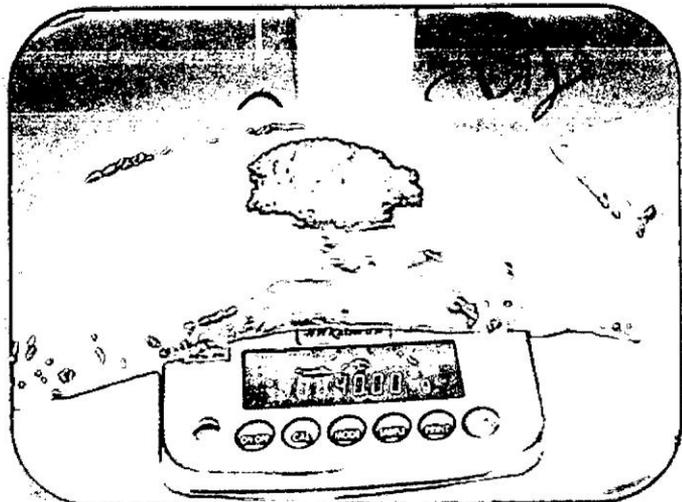
**Figura 18:** Medición del pH del agua.

**Figura 19:** Agregando el corrector del pH.

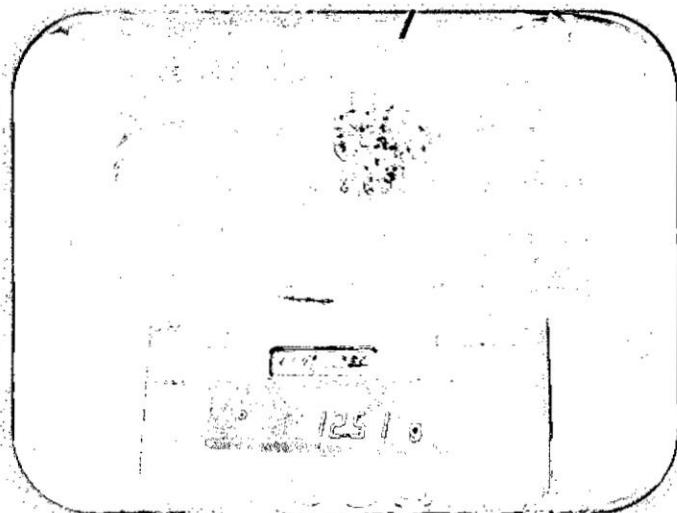
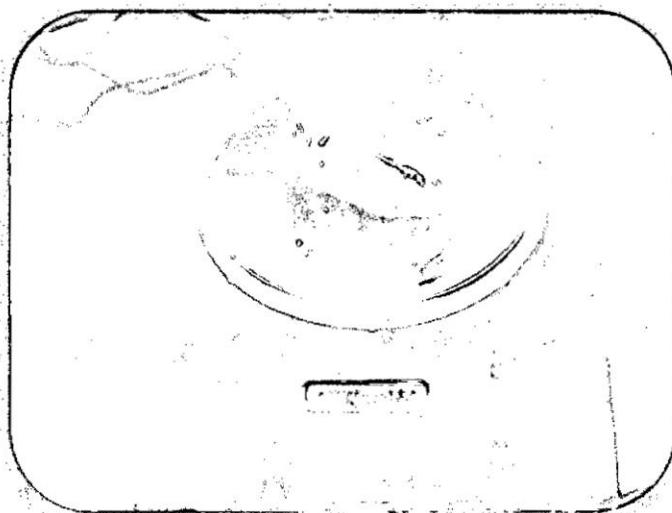


**Figura 20:** Observamos que la acidez del agua aumento.

**Figura 21:** Pesado de la *Beauveria bassiana*.



**Figura 22:** Pesado del *Metarhizium anisopliae*.



**Figura 23:** Pesado del *Bacillus Thuringiensis*.

**Figura 24:** Removiendo con la mano luego de agregarle aceite agrícola y agua hasta separar las esporas del arroz.





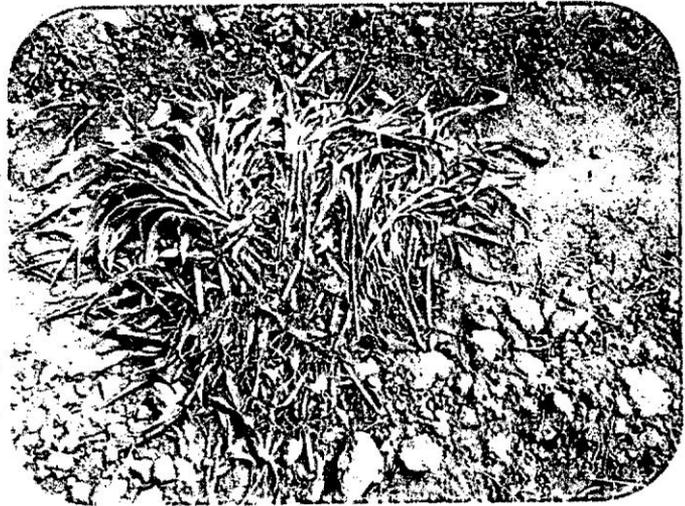
**Figura 25:** Los entomopatógenos reposando por 6 horas bajo sombra.

**Figura 26:** Pulverizando el campo de maíz.



**Figura 27:** Haciendo el desahije.

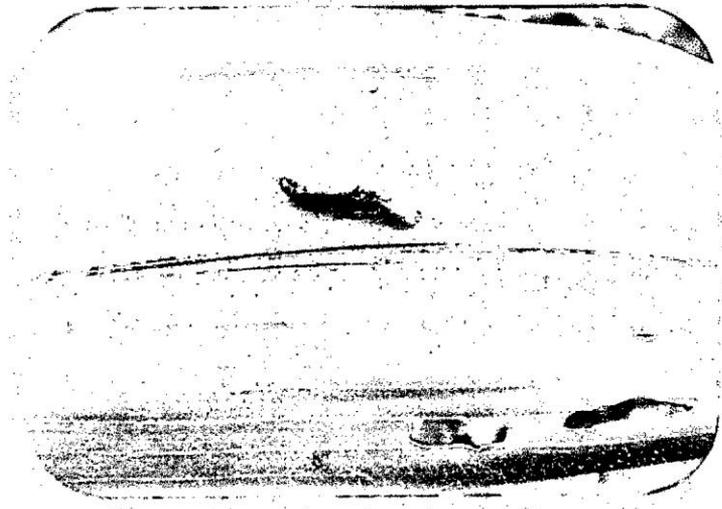
**Figura 28:** Desahije del maíz.



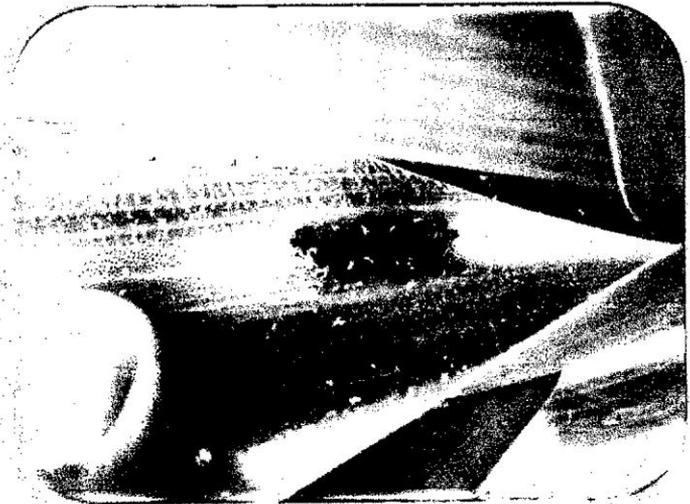
**Figura 29:** Aporcando el maíz.

**Figura 30:** Campo aporcado.





**Figura 31:** Cogollero muerto.



**Figura 32:** Cogollero muerto.



**Figura 33:** Evaluando daños en las hojas del maíz.



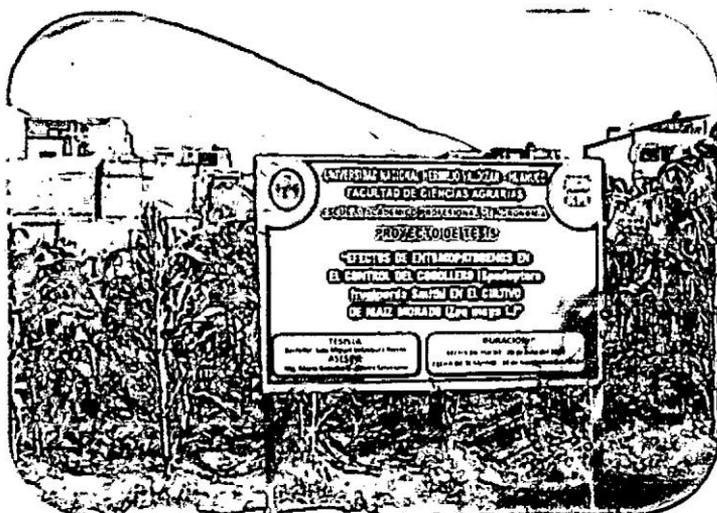
**Figura 34:** Daño en la hoja bandera (cogollo).

**Figura 35:** Daño en la hoja bandera.



**Figura 36:** Maíz en la etapa vegetativa.

**Figura 37:** Maíz en la etapa reproductiva.



**Figura 38:** Letrero del campo experimental.

**Figura 39:** Cosecha del maíz.





**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
HUANUCO - PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO**

En la ciudad de Huánuco a los 10 días del mes de AGOSTO del año 2015, siendo las 10:15 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 093-2015-UNHEVAL/FCA-D de fecha 26/03/2015, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

"EFECTO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE COGOLLERO (Spodoptera frugiperda Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (Zea mays L.)"

presentada por el (la) Bachiller en Ciencias Agrarias:

VELÁSQUEZ RIVERA, LUIS MIGUEL

Bajo el asesoramiento de la Mg. MARIA GUTIERREZ SOLÓRZANO

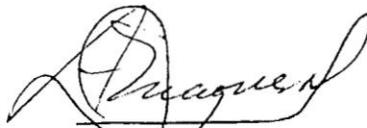
El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE :** Dr. DAVID MARQUERA LUPACA  
**SECRETARIO :** Mg. Sr. Luis VILLODAS ROSALES  
**VOCAL :** Mg. ANTONIO CORNEJO y MALDONADO  
**ACCESITARIO :** Ing. GRIFELIO VARGAS GARCIA

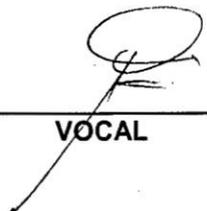
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:30 horas.

Huánuco, 10 de AGOSTO del 2015

  
 \_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE**

  
 \_\_\_\_\_  
**SECRETARIO**

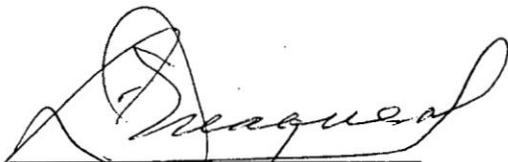
  
 \_\_\_\_\_  
**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

- > Mejoras las conclusiones y recomendaciones.
- > Revisar la presentación de los gráficos.
- > Corregir el ítem 7.º AHA.
- > Mejorar el planteamiento del problema.

Huánuco, 10 de agosto del 2015

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, manifiestan su conformidad respecto al levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado.

Huánuco, 07 de diciembre del 2015

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL