

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**“DETERMINAR LA DOSIS ADECUADA DEL HONGO (*Metarhizium anisopliae*) PARA CONTROLAR AL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN LA PRODUCCION DE MAIZ EN LA COMUNIDAD DE CCASANCCA – CAJA – ACOBAMBA - HUANCVELICA”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

SANIDAD VEGETAL

**PRESENTADO POR:**

Bach. PABLO ARICOHEA MUÑOZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AGRONOMO

HUANCVELICA - PERÚ

2021



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL



En la ciudad Universitaria de Común Era de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link [meet.google.com/yge-ws/r-ehv](https://meet.google.com/yge-ws/r-ehv) El 2 de Julio del 2021 a horas 10:00 am, donde se reunieron; el jurador calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David RUIZ VILCHEZ

Secretario : Mtro. Jesús Antonio JAIME PIÑAS

Vocal : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

Designados con Resolución N° 275 -2019-D-FCA-UNH; del proyecto de investigación titulado "DETERMINAR LA DOSIS ADECUADA DEL HONGO (*Metarhizium anisopliae*) PARA CONTROLAR AL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA COMUNIDAD DE CCASANCCA - CAJA - ACOBAMBA - HUANCAVELICA"

Cuyo autor es el graduado: BACHILLER:

ARICOCHEA MUÑOZ Pablo

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del proyecto de investigación antes citado.

Finalizando la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llevó al siguiente resultado.

APROBADO

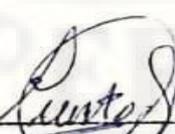
POR: MAYORIA

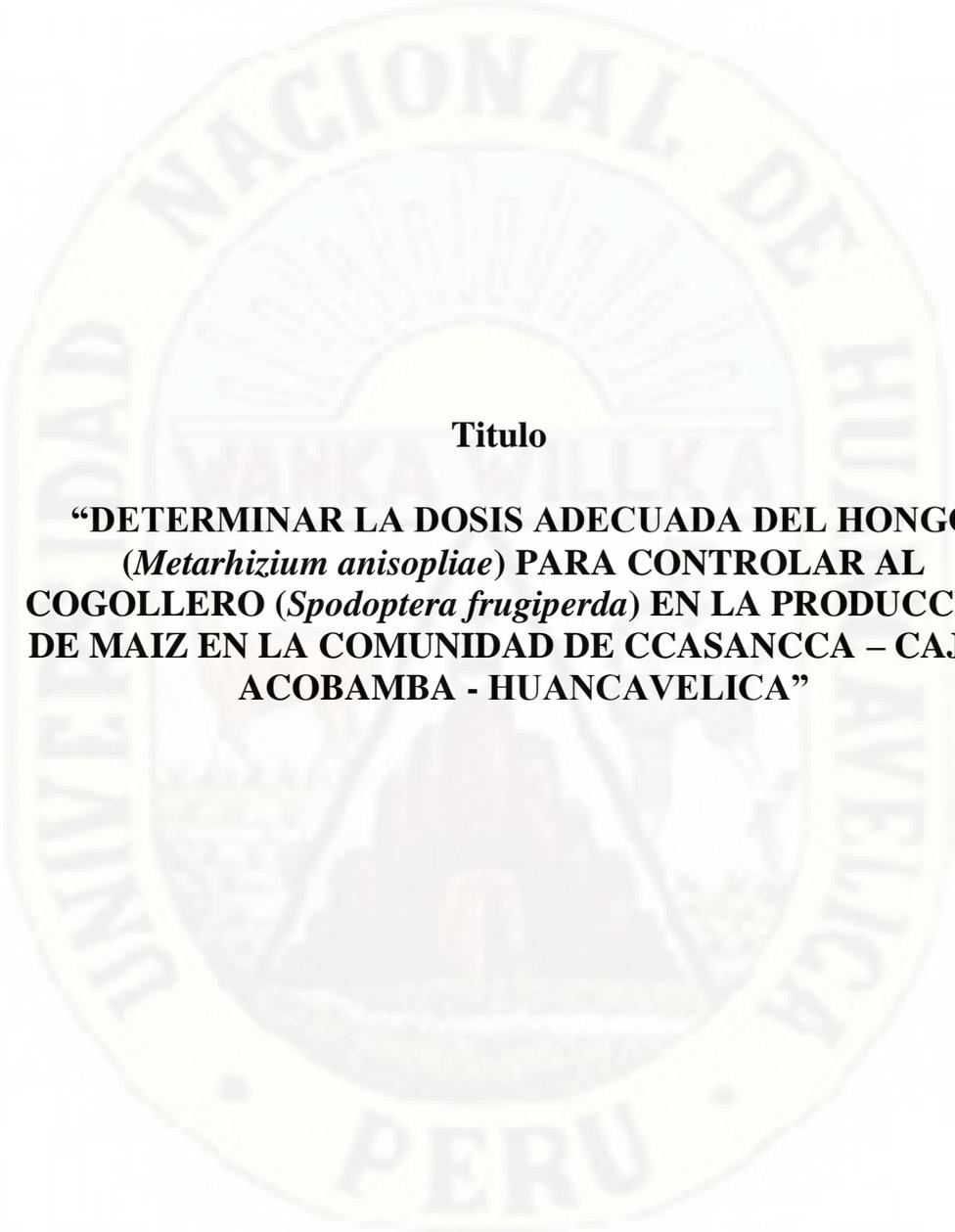
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. David RUIZ VILCHEZ  
Presidente

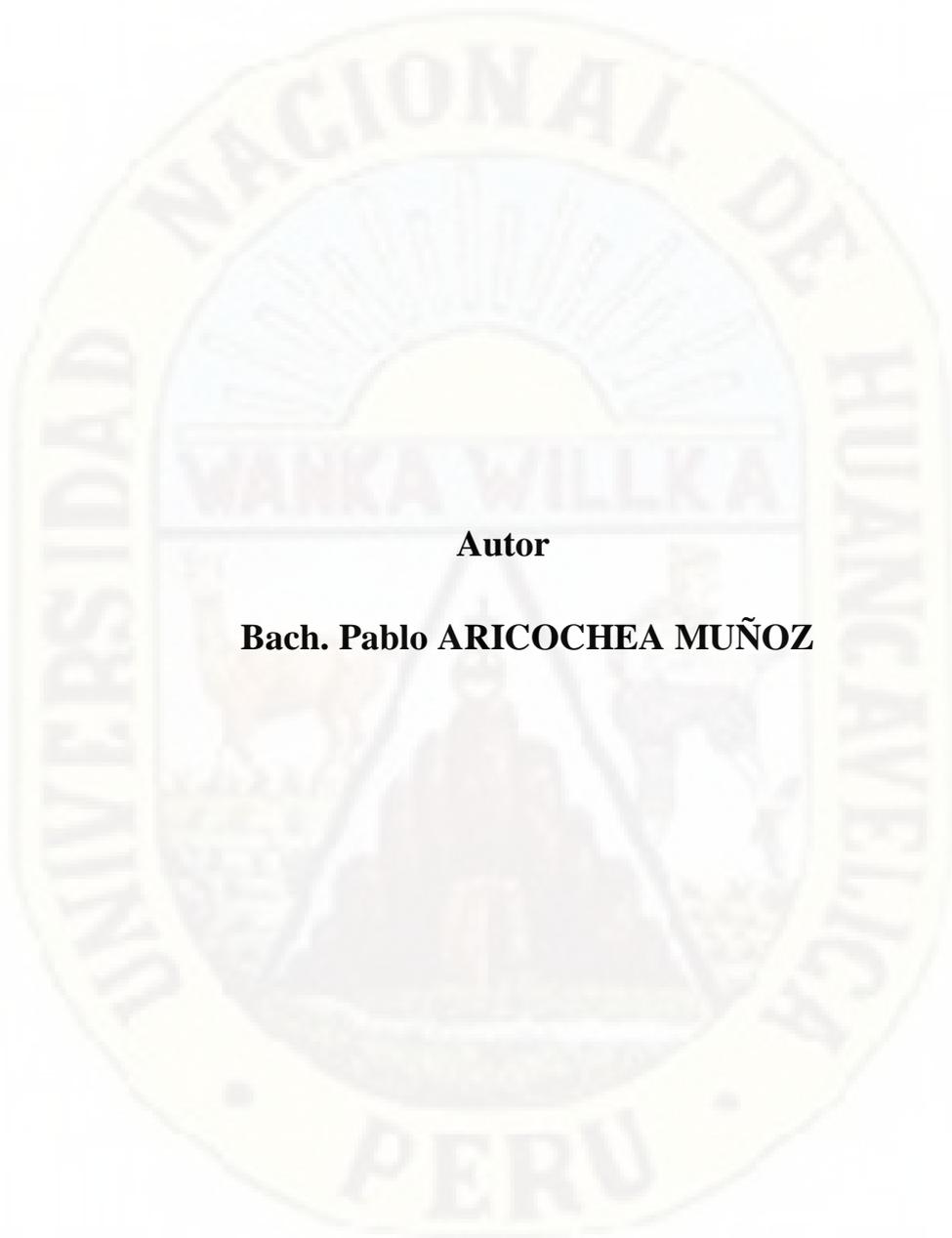
  
\_\_\_\_\_  
Mtro. Jesús Antonio JAIME PIÑAS  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA  
Vocal



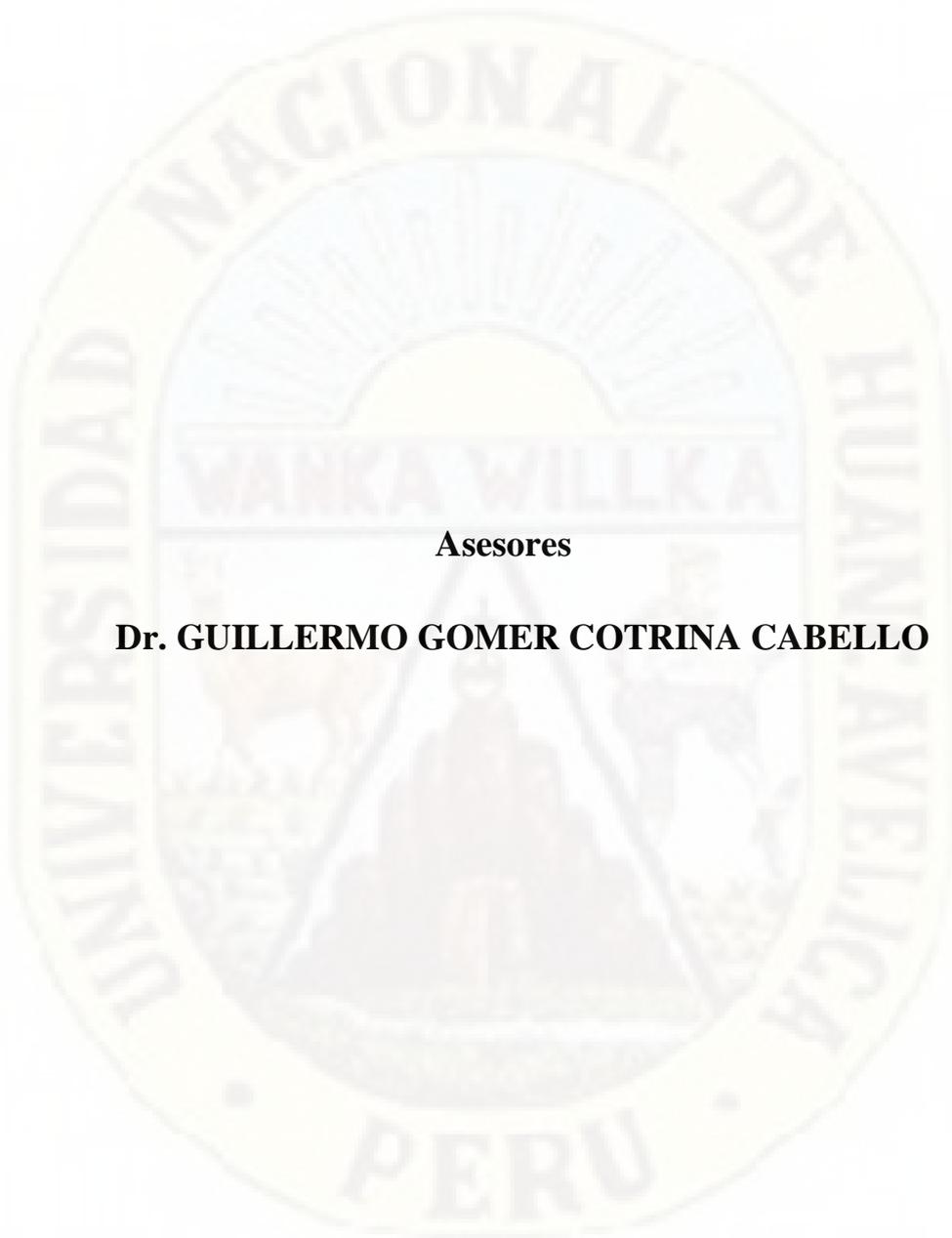
**Título**

**“DETERMINAR LA DOSIS ADECUADA DEL HONGO  
(*Metarhizium anisopliae*) PARA CONTROLAR AL  
COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN LA PRODUCCION  
DE MAIZ EN LA COMUNIDAD DE CCASANCCA – CAJA –  
ACOBAMBA - HUANCAVELICA”**



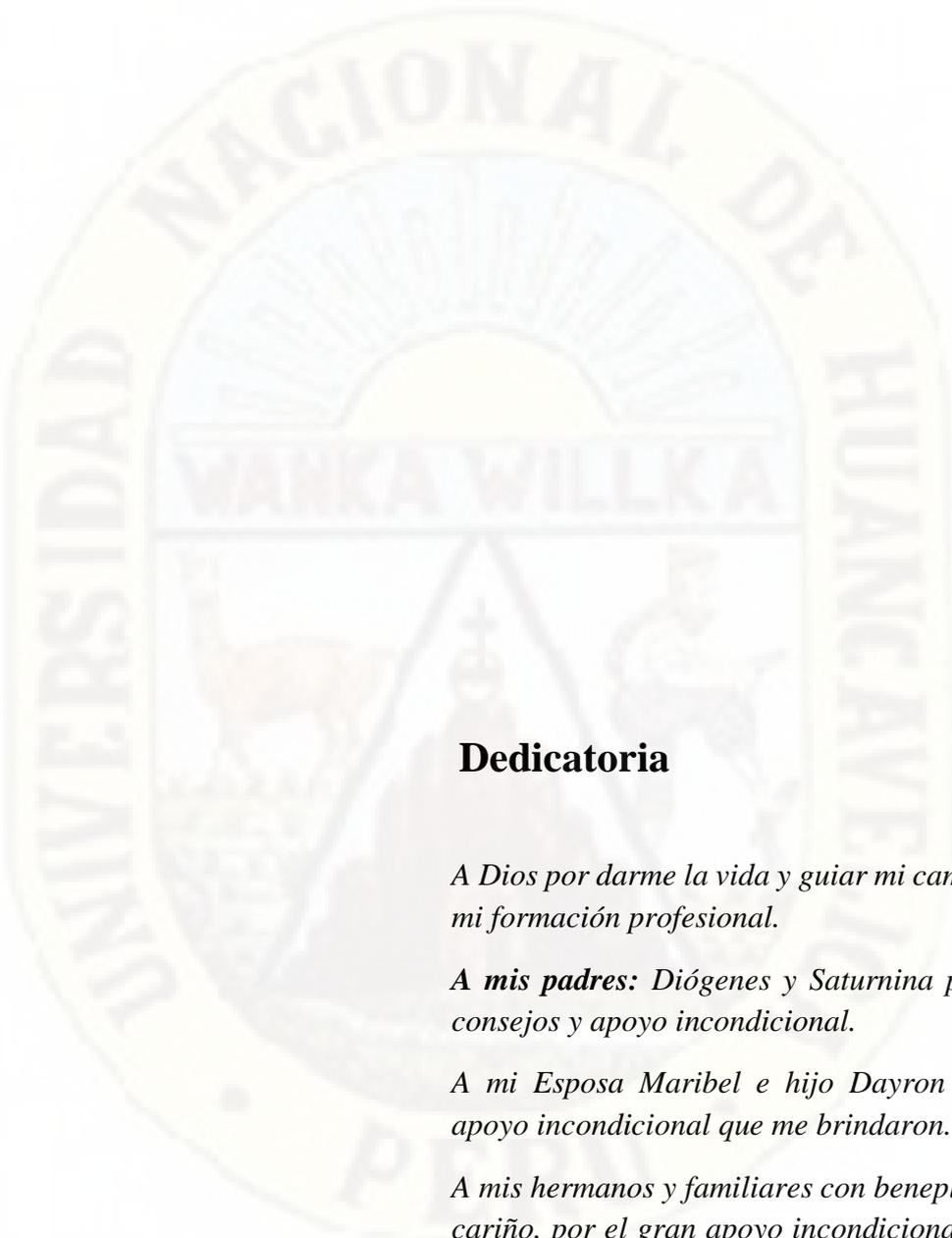
**Autor**

**Bach. Pablo ARICOHEA MUÑOZ**



**Asesores**

**Dr. GUILLERMO GOMER COTRINA CABELLO**



## **Dedicatoria**

*A Dios por darme la vida y guiar mi camino en mi formación profesional.*

*A mis padres: Diógenes y Saturnina por sus consejos y apoyo incondicional.*

*A mi Esposa Maribel e hijo Dayron por el apoyo incondicional que me brindaron.*

*A mis hermanos y familiares con beneplácito y cariño, por el gran apoyo incondicional, para ser profesional competitivo la sociedad.*

*Así mismo a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a mi asesor quien me apoyo en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.*

## **Agradecimiento**

- ✓ Agradezco a Dios por darme la vida y guiar mi camino en mi formación profesional.
- ✓ Agradezco a la Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, por abrirme las puertas de sus instalaciones para poder estudiar y desarrollarme como profesional, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos.
- ✓ Agradezco también a mi asesor de tesis, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.
- ✓ Agradezco a mi hijo, Dayron por ser mi fuerza mi razón de ser, así como también agradezco a mis hermano y hermana por haberme brindado un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr los objetivos.

GRACIAS

## Tabla de contenido

Titulo.....	ii
Autor .....	iii
Asesores .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Tabla de contenido de figuras .....	xiii
Resumen.....	xii
Abstract .....	xiii
Introducción .....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Justificación .....	2
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Bases teóricas .....	14
2.2.1. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	14
2.2.2. Especificaciones del producto .....	14
2.2.3. Características.....	15
2.2.4. Morfología .....	16
2.2.5. Taxonomía.....	16
2.2.6. Ciclo de vida.....	17

2.2.7. Control biológico.....	18
2.2.8. Modo de acción.....	18
2.2.9. Control biológico de larvas.....	19
2.2.10. Producto comercial utilizado en la investigación.....	20
2.2.10.1. Características generales.....	20
2.2.10.4. Modo de acción.....	21
2.2.10.5. Condiciones ambientales.....	21
2.2.10.6. Recomendaciones para su empleo y uso.....	22
2.2.10.7. Modo de preparación y aplicación.....	23
2.2.10.8. Almacenamiento.....	24
2.2.10.9. Ventajas.....	24
2.3. Bases Conceptuales.....	25
2.3.1. Morfología y taxonomía del Maíz.....	25
2.3.2. Etapas del cultivo.....	25
2.3.3. Fases.....	25
2.3.4. Sub fases.....	25
2.3.5. Escala de evaluación.....	26
2.3.6. Fase de germinación.....	26
2.3.7. Fase de emergencia de hojas.....	27
2.3.8. Fase de elongación del tallo.....	27
2.3.9. Fase de floración.....	28
2.3.10. Fase de madurez.....	28
2.3.11. Temperatura.....	28
2.3.12. Humedad.....	29
2.3.13. Labores culturales.....	29
2.3.14 La plaga.....	31
2.3.14.3. Huevo o postura.....	31
2.3.14.4. Larva o gusano.....	32
2.3.14.5. Pupa.....	32
2.3.14.6. Daños que ocasionan a la planta.....	33
2.3.14.7. Métodos de manejo del cogollero.....	33

2.4. Hipótesis.....	36
2.5. Definición de términos.....	36
2.6. Variables .....	37
2.6.1. Variable independiente.....	37
2.6.2. Variable dependiente.....	37
2.7. Operacionalización de variables .....	37
Cuadro N° 1 .....	37
Definición operativa de las variables .....	37
CAPÍTULO III.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio .....	39
3.1.1. Ámbito temporal.....	39
3.1.2.1. Ubicación política. ....	39
3.1.2.2. Ubicación Geopolítica. ....	39
3.1.2.3. Factores climáticos.....	39
3.2. Tipo de investigación .....	40
3.3. Método de Investigación .....	40
3.3.1. Material experimental.....	40
3.3.2. Material vegetal.....	40
3.3.3. Momento de aplicación de ( <i>Metarhizium anisopliae</i> ).....	40
3.3.4. Diseño de Investigación .....	41
3.4. Población, muestra y muestreo.....	41
3.4.1. Población.....	41
3.4.2. Muestra.....	41
3.4.3. Muestreo.....	42
Cuadro N° 03 .....	42
Cuatro tratamientos (03 dosis) y un testigo con 04 repeticiones .....	42
3.5.1. Diseño experimental.....	43
3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.5.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	43

CAPÍTULO IV.....	45
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	45
4.1. Análisis de información .....	45
4.1.1. Resultados .....	45
4.2. Discusiones.....	49
4.2.1. Control biológico.....	49
Prueba de hipótesis.....	52
Conclusiones .....	53
Recomendaciones.....	54
Referencias bibliográficas .....	55
Apéndice .....	58

## **Tabla de contenido de tablas**

<b>Tabla 1</b> Análisis de Varianza .....	45
<b>Tabla 2</b> Análisis de Varianza .....	46
<b>Tabla 3</b> Análisis de Varianza .....	47
<b>Tabla 4</b> Análisis de Varianza .....	48

## **Tabla de contenido de figuras**

<b>Figura 1:</b> Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> a los 15 días.....	45
<b>Figura 2:</b> Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> a los 30 días .....	46
<b>Figura 3:</b> Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> a los 55 días.....	47
<b>Figura 4:</b> Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> a los 90 días.....	48

## Resumen

El presente trabajo de investigación se instaló un experimento en Ccasancca – Caja – Acobamba - Huancavelica, localizada a 3212 msnm. El experimento se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos cuatro repeticiones sobre el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*, es una de las plagas más importante del cultivo del maíz por tal motivo es necesario buscar alternativas de control biológico. Es por esta razón el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la influencia de las tres dosis de 100g/cil., 120g/cil., 140g/cil. del hongo *Metarhizium anisopliae* para el control de Cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea maíz L.*) y determinar a través de una evaluación de campo la efectividad de las tres dosis del hongo sobre las larvas del cogollero del maíz. Después de la aplicación de los tres tratamientos en estudio los resultados fueron el porcentaje de incidencia del cogollero *Spodoptera frugiperda*, presentando una baja infestación en la etapa fenológica de crecimiento con T1 = 60% seguido etapa de crecimiento rápido T2=30% seguido de la etapa de floración demostrando una baja infestación con un 5 % estos resultados se deben a los tratamientos aplicados en cada bloque del experimento,| teniendo las dosis de T3= 140 g/Cilindro se puede observar que esta dosis controla la incidencia de plaga en las etapas de crecimiento y floración llegando a alcanzar un 95 % de control eficaz lo cual no afecta el rendimiento del cultivo, seguido del T2 120 g/cilindro se puede observar que esta dosis controla la incidencia de plaga en las etapas de crecimiento lento rápido llegando a alcanzar un 70 % de control y por último en el tratamiento T1 de 100g/cil se puede observar que esta dosis controla la incidencia de plaga en las etapas de crecimiento lento rápido llegando a alcanzar un 20% en la etapa de crecimiento, seguido de un 15 % en la etapa de floración lo que indica que el tratamiento no controla a la plaga *spodoptera frugiperda*. En conclusión, se debe utilizar el hongo *Metarhizium anisopliaea* en una dosis de 140 g/ Cilindro para controlar la infestación del cogollero en el cultivo de maíz.

**Palabras claves:** *Metarizium anisopliaea*, *Spodoptera frugiperda*, Cultivo de maíz.

## Abstract

The present research work was installed an experiment in Ccasancca - Caja - Acobamba - Huancavelica, located at 3212 meters above sea level. The experiment was conducted under the design of random complete blocks with four treatments four repetitions on the corn budworm *Spodoptera frugiperda*, it is one of the most important pests of corn cultivation for this reason it is necessary to look for biological control alternatives. It is for this reason the objective of this research work was to evaluate the influence of the three doses of 100g/cil., 120g/cil., 140g/cil. of the fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of Bud *spodoptera frugiperda* in the cultivation of amylaceous corn (*Zea corn L.*) and determine through a field evaluation the effectiveness of the three doses of the fungus on the larvae of the corn bud. After the application of the three treatments under study the results were the percentage of incidence of the bud *spodoptera frugiperda*, presenting a low infestation in the phenological stage of growth with T1 = 60% followed stage of rapid growth T2 = 30% followed by the flowering stage demonstrating a low infestation with 5 % these results are due to the treatments applied in each block of the experiment, | having the doses of T3 = 140 g / Cylinder it can be observed that this dose controls the incidence of pest in the stages of growth and flowering reaching a 95 % effective control which does not affect the yield of the crop, followed by the T2 120 g / cylinder it can be observed that this dose controls the incidence of pest in the stages of slow growth fast reaching 70 % of control and finally in the treatment T1 of 100g / cil it can be observed that this dose controls the incidence of pest in the stages of rapid slow growth reaching 20% in the growth stage, followed by 15% in the flowering stage which indicates that the treatment does not control the fruit *spodoptera* pest. In conclusion, the fungus *Metarhizium anisopliaea* should be used in a dose of 140 g / Cylinder to control the infestation of the bud in the cultivation of corn.

**Keywords:** *Metarizium anisopliaea*, *Spodoptera frugiperda*, Maize cultivation.

## Introducción

El maíz es un cultivo muy importante desde su surgimiento, tanto para nuestra alimentación como para la alimentación animal. El maíz legado de nuestros antepasados con el transcurso de los años ha sufrido deterioro en su capacidad productiva, debido fundamentalmente a que los pequeños productores utilizan grano como “semilla” procedente de pocas mazorcas de sus propios campos lo cual conlleva a la endocriña; los bajos rendimientos también se debena la tecnología de manejo tradicional del cultivo sobre todo en suelos marginales, lo cual hace que sea considerado como cultivo de subsistencia, sin embargo, varias variedades han sido persistentes en algunos lugares como es el san Gerónimo mejorado el cual tiene un alto potencial productivo en grano y en choclo, cuya demanda en el mercado es bastante buena con buenos precios que hacen que el cultivo sea bastante rentable. El incremento de la productividad del cultivo de maíz tiene muchos factores fundamentales para su producción siendo uno de ellos el mal manejo y control de plagas y enfermedades en campo lo que hacen que año tras año bajan los rendimientos por hectárea. En la comunidad de Ccasancca, Caja, Provincia de Acobamba, el cultivo de maíz es uno de los cultivos que más intensivamente se está cultivando es por ello que la presencia de plagas y enfermedades es notable, el cogollero es una de las plagas claves que se presenta en el cultivo de maíz, casi en toda la fenología del cultivo y los agricultores de la zona para contrarrestar aplican indiscriminadamente productos de cómo los carbamatos, organofosforados, y otros que ya no tienen ningún efecto en campo es más se han contribuido en una resistencia química a la plaga, es por ello que este trabajo de investigación se ha probado el producto biológico (*Metarhizium anisopliae*) en varias dosis de aplicación para regular las poblaciones de (*Spodoptera frugiperda*) con el único propósito de incrementar su producción en la comunidad.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

La plaga cogollero *Spodoptera frugiperda* es una plaga de hábito polífago el cual tiene un ataque significativo económico en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca los pisos ecológicos es favorable para su incidencia y proliferación de la plaga, por tal sentido los productores no pueden como controlar por que los productores no utilizan los productos agroquímicos para su agricultura, lo cual vemos que la agricultura que manejan es natural orgánica por lo cual he visto una alternativa de solución aplicando el control biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae* que podemos dar solución a la agricultura orgánica que manejan. El comportamiento o daño que provocan las larvas en sus diferentes estadios es que se alimentan del cogollo del maíz en la etapa de crecimiento vegetativo, ocasionando grandes pérdidas, por otro lado, también en la etapa de floración y fructificación perforan los elotes y contaminan los frutos muchas veces necrosándolos. Los frutos dañados se pudren y caen de la planta en menos de cuatro semanas.

En la Comunidad de Ccasancca se viene cultivando grandes extensiones del cultivo de maíz en sus diferentes variedades presentándose esta plaga *Spodoptera frugiperda* en la etapa de crecimiento lento y en fructificación, ocasionando grandes pérdidas en la producción, debido a ello los agricultores de esta zona no pueden como controlar el cogollero de maíz muchas veces ya vetados no teniendo ningún resultado óptimo más por el contrario se está ocasionando la proliferación de la plaga a gran escala en cada campaña agrícola, es por ello que en este trabajo de investigación pretendo probar diferentes dosis del hongo *Metarhizium anisopliae* para así determinar su control biológico en campo que permita conservar el medio ambiente.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de las tres dosis de hongo *Metarhizium anisopliae* para el control de Cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea maíz L.*) en la comunidad de Ccasancca?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de las tres dosis (100, 120, 140 g/Cilindro) de *Metarhizium anisopliae* para el control al Cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea maíz L.*). En la comunidad de Ccasancca.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Medir la incidencia poblacional del cogollero *Spodoptera frugifera* en el cultivo de maíz.
- ✓ Determinar la efectividad de las tres dosis (100, 120, 140 g/Cilindro) de aplicación de *Metarhizium anisopliae* en el control de gusano cogollero en el cultivo de maíz.
- ✓ Evaluar el comparativo de las tres dosis de (100, 120, 140 g/Cilindro) en estudio con el testigo.

## 1.4. Justificación

El maíz es una gramínea difundida y predominante para el consumo humano es consumido en diversas formas por su valor nutritivo, además es un cultivo que se adapta en diferentes pisos altitudinales y tipos de suelo. Una de las plagas más importante es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* lepidóptera noctuidae la plaga influye directamente en las etapas de crecimiento vegetativo y floración ocasionando la baja producción y comercialización poco consumo de los granos atacado, Por ello su control es cada vez más un problema sanitario sin embargo es costoso desde el punto de vista económico ambiental y social cuando se usan ciertos plaguicidas. Por lo tanto, el control biológico se está volviendo una alternativa ya que no hay contaminación al ambiente, personas y animales.

### **1.4.1. Científico**

Numerosas investigaciones indican que el uso indiscriminado de insecticidas agroquímicos alteran el ecosistema y la degradación de los suelos ejerciendo presión negativa sobre los microorganismos del suelo, así como sobre la capa de ozono a razón de ello se busca controlar las plagas de forma natural sin dañar al hombre y al medio ambiente con el uso *Metarhizium anisopliae* para controlar el que sintetizan sustancias bioactivas que puedan causar alteraciones en los procesos biológicos de las plagas.

### **1.4.2. Social**

El cultivo de maíz (*Zea maíz*), es uno de los cereales empleados en la alimentación del hombre y además es el principal sustento para el auto consumo, en ocasiones se venden los excedentes en los mercados locales, regionales y nacionales. Pero como se sabe este cultivo es amenazado por las plagas como el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* siendo el rendimiento cada vez menor. El control de las plagas con *Metarhizium anisopliae* es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores; porque en sus terrenos se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga la vida económica de los mismos y la rentabilidad del producto. Los consumidores se ven beneficiados con la seguridad de consumir un producto 100% Orgánica, libre de químicos saludables y de alto valor nutritivo.

### **1.2.3. Económico**

La producción orgánica del maíz amiláceo cultivadas por las familias campesinas de la comunidad de Ccasancca, permiten generar mejores ingresos económicos y contribuye al bienestar familiar mejorando su calidad de vida de cada uno de los agricultores.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Pascagaza Pulido (2020) dice que el cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera Noctuidae) ha sido reportado como plaga de un sinnúmero de cultivos de importancia económica. Frente a dicha problemática se ha recurrido al control biológico como alternativa al uso de insecticidas químicos con impacto ambiental y cultivos transgénicos ante los cuales los insectos han desarrollado resistencia. No obstante, existen múltiples factores que influyen en la eficacia de los agentes de control biológico como lo es su origen, biología y las cepas a emplear, por lo que se prefiere aquellas nativas, debido a su adaptación a las condiciones locales, relación con hospederos, biología y etologías. Por ende, el objetivo del presente estudio fue evaluar in vitro *Metarhizium* spp. y *Steinernema carpocapsae* BC como agentes de control biológico del cogollero del maíz *S. frugiperda*. Los organismos de estudio fueron aislados a partir de muestras de suelo provenientes de Toribío, Cauca, por medio de la técnica insecto-trampa. Para el nemátodo entomopatógeno, se determinó el ciclo de vida en larvas del último instar de *Galleria mellonella*, y se evaluó su patogenicidad en larvas del tercer instar de *S. frugiperda*. Se encontró que *S. carpocapsae* lleva a cabo su ciclo de vida durante 8 días en *G. mellonella*, y alcanzó valores de porcentaje de mortalidad superiores al 90% en *S. frugiperda* con una dosis letal 50 (DL50) de 10 JIs/larva y un tiempo letal 50 (TL50) de 45 horas postín ficción. En cuanto al hongo entomopatógeno, se obtuvieron nueve aislamientos caracterizados e identificados como pertenecientes al género *Metarhizium*. Se midieron variables asociadas a la producción de conidios por parte del entomopatógeno en diferentes medios de cultivo, así como también la patogenicidad en larvas del último instar de *G. mellonella* y *Tenebrio molitor*, como parte del proceso de selección de aislamientos a evaluar finalmente en *S. frugiperda*. Se seleccionó al agar Avena como el medio adecuado para el cultivo del hongo. Además, se reportaron porcentajes de mortalidad del 60% y 30% en *T. molitor* y *G.*

mellonella respectivamente, por parte de los aislamientos *Metarhizium sp.* M2 y *Metarhizium sp.* M9. Esta última causó el 60% de mortalidad al infectar larvas del tercer instar de *S. frugiperda* por medio de la técnica de aspersión y utilizando Tween 80 al 0,1% en la preparación del inóculo. Se concluyó que los entomopatógenos estudiados constituyen una posible alternativa para el manejo del cogollero del maíz y se espera establecer el tipo de interacción que pueda presentarse entre los mismos.

Hernández & Trejo et al., (2018) menciona el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Smith & Abbott), es un organismo plaga del maíz en México, y causa daños de alrededor del 60% en rendimiento, dañando los tejidos jóvenes. El principal método para su control es la utilización de plaguicidas químicos; sin embargo, el uso de estas sustancias repercute negativamente en la salud humana y sobre insectos benéficos, tales como los polinizadores, parasitoides y depredadores del gusano cogollero y otros como *Helicoverpa zea*. Algunos de estos son relevantes en la regulación natural de las poblaciones de *Spodoptera frugiperdae*, como, por ejemplo, los himenópteros que son los parasitoides más abundantes en cultivos de maíz, resaltando las familias Ichneumonidae y Braconidae. Los depredadores o entomófagos del gusano cogollero como catarinas y crisopas, en su mayoría se alimentan de los huevecillos de este insecto. Se hace una descripción del control natural que ejercen estos insectos sobre las poblaciones del gusano cogollero, y sus contribuciones al equilibrio ecológico de los agroecosistemas dedicados a la producción de maíz y otras especies de granos.

Ezeta León, J. & García Brito, (2018) dice el maíz es importante en la alimentación humana y materia prima para la elaboración de productos balanceados. En el mundo se ha reportado que el insecto plaga más agresivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es un defoliador, consume el follaje y daña el cogollo haciendo raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, troza tallos y mazorcas produciendo daños irreversibles, por lo que es necesario agentes alternativos de control como son el *Metarhizium anisopliae* y la *Bacillus thuringiensis*. El estudio se enfocó en evaluar la acción control del hongo *Metarhizium anisopliae*, la bacteria

*Bacillus thuringiensis*, y sus interacciones en el control de *Spodoptera frugiperda*. El diseño fue bloques completos al azar con arreglo factorial 3 más un testigo absoluto para un total de 10 tratamientos y 3 repeticiones, sobre el híbrido Dekalb 7088. Los resultados muestran que no existe interacción entre los factores en estudio, pero si hubo incidencias estadísticas entre los factores. La mayor eficacia insecticida se alcanzó con *Bacillus thuringiensis* con 3 y 5 cc/l. *Metarhizium anisopliae* con 3 cc/l logró el mejor rendimiento en variables como, altura de planta, peso de mazorcas y rendimiento kg/ha. Los productos biológicos aplicados mostraron su efecto controlador en poblaciones de larvas de *Spodoptera frugiperda*. Flores H.R., (2016) menciona que el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) Lepidóptera: Noctuidae es una plaga importante en el cultivo del maíz; ataca a la planta en todas las etapas de desarrollo (crecimiento, floración y fructificación), cuando las infestaciones son altas puede resultar la pérdida total del cultivo. El control químico es el principal método de combate de este insecto, con sus respectivos efectos sobre el ambiente y la salud; sin embargo, dentro de un programa de manejo integrado de plagas, con miras al desarrollo de una agricultura sustentable, el uso de variedades resistentes y el control microbiano, constituyen dos principales alternativas para disminuir el uso de plaguicidas. Ramírez et al., (2015) en su trabajo evaluó la eficiencia de 4 formulados entomopatógenos para el control de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) en el maíz morado. Se usó el diseño de bloques completamente aleatorio con cinco tratamientos: T1 (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*), T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Metarhizium anisopliae*), T4 (*Beauveria bassiana*) y T5 (testigo en blanco) con cuatro repeticiones. Se usaron las dosis de 40 ml/20L H<sub>2</sub>O, con una frecuencia de 7 días, por tres meses, evaluando la eficiencia a los 3 días después de cada aplicación. En laboratorio se estimó el porcentaje de mortalidad con 3 larvas a partir del tercer estadio; los resultados fueron sometidos a la fórmula de Henderson-Tilton y Abbott, la prueba de Anova y Duncan. En campo el T1 registró menor incidencia de larvas (1%), alta mortalidad (100%) y mayor rendimiento del cultivo (4 533 kg/ha). En laboratorio, el T1 mostró alta mortalidad (100%) de los estadios

larvales tres y cuatro; en los estadios cinco y seis el T4 fue el más eficiente (100%). En conclusión, el entomopatógeno *B. thuringiensis* var. *kurstaki* es apropiado para el control de la plaga especialmente de los estadios larvales tres y cuatro, seguida por *B. bassiana* en los estadios cinco y seis.

Mónica Acuña-Jiménez, (2015) en su investigación menciona que la patogenicidad de esporas micro encapsuladas de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin a una dosis de  $1 \times 10^8$  esporas por mililitro fueron utilizados contra la oruga del tabaco, *spodoptera frugiperda*, *Heliothis virescens* (Fabricio) (Lepidóptera: Noctuidae). También se evaluó la toxicidad de las esporas no micro encapsuladas a la misma dosis. Se utilizó gelatina bovina como matriz para producir microcápsulas mediante la técnica de secado por atomización con una temperatura de entrada de  $85^\circ\text{C}$  y una temperatura de salida de  $33^\circ\text{C}$  en el proceso de secado por atomización. Se utilizó microcopia electrónica de barrido para ayudar a medir el tamaño de la microcápsula y determinar la forma de las esporas. También se evaluaron la viabilidad y la humedad de las esporas. Ambas formulaciones fúngicas se aplicaron sumergiendo las larvas del gusano de los cogollos del tabaco en el primer estadio durante 30 segundos. El número de larvas que murieron se registró 48 horas después de la inoculación. Las microcápsulas eran  $<20\ \mu\text{m}$ . Espora.

Gutiérrez, (2015) en su trabajo de investigación evaluó la patogenicidad de esporas micro encapsuladas de *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin a una dosis de  $1 \times 10^8$  esporas/ml sobre el gusano del fruto de tomate, *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidóptera: Noctuidae). La toxicidad de las esporas no micro encapsuladas fue medida también a la misma dosis. Las microcápsulas fueron producidas empleando gelatina bovina como matriz, usando la técnica de secado por aspersión a  $85$  y  $33^\circ\text{C}$  como temperaturas de entrada y salida en el proceso. Las microcápsulas fueron analizadas en un microscopio electrónico de barrido para medir el tamaño de la partícula. Se evaluó también la viabilidad de las esporas y su contenido de humedad. Para la prueba de patogenicidad de ambas formulaciones de hongos se aplicó la técnica de inmersión

de larvas por 30 s usando larvas del primer instar de *H. virescens* y la mortalidad de larvas fue registrada 48 h después de la inoculación. Se obtuvieron micro encapsulados de los hongos con un tamaño de partícula  $<20 \mu\text{m}$ , una viabilidad de esporas de  $16.0 \pm 0.7\%$  para *B. bassiana* y  $13.2 \pm 0.8\%$  para *M. anisopliae*, y un contenido de humedad de  $9.6 \pm 3.9$  y  $9.3 \pm 3.8\%$  para cada uno de estos hongos. Se registró una mortalidad de larvas de  $33.3 \pm 5.7\%$  para *B. bassiana* y  $56.8 \pm 5.8\%$  para *M. anisopliae* a las 48 h. El tiempo letal promedio para las esporas sin formular de *M. anisopliae* fue de  $60.0 \pm 16.8$  y *B. bassiana* de  $85.9 \pm 15.4$  (hpi), mientras que para las esporas micro encapsuladas de estos mismos hongos fue de  $67.8 \pm 15.3$  y  $72.0 \pm 16.0$ , respectivamente. Estos resultados demuestran que las esporas de estos hongos pueden sobrevivir al procedimiento secado por aspersión (a  $85$  y  $33^\circ\text{C}$ ) conservando su capacidad para infectar larvas del primer instar de *H. virescens* en laboratorio.

Cabrera, (2015) en su trabajo de investigación el objetivo fue estudiar la compatibilidad y eficiencia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de insectos plagas en col y lechuga cultivados en un sistema acuapónico conformado por tanques de *Piaractus brachypomus*. Fueron preparadas soluciones de esporas de *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Los datos sometidos a un Diseño Completamente Al Azar, con cuatro tratamientos, tres repeticiones y los promedios comparados por el test de Tukey a 5 % evidenciaron que *B. bassiana* + *M. anisopliae* ocasionó 73% de mortalidad de *Bemisia tabaci* en el envés de las hojas de lechuga, *B. bassiana* reveló 84% de mortalidad para *Brevicoryne brassicae* L. en el haz de las hojas de col en 23 días. En el envés de las hojas de col, *B. bassiana* + *M. anisopliae*, mostraron 79% de mortalidad en solo 6 días y *M. anisopliae* 88% en 23 días después de su aplicación. Los hongos entomopatógenos *B. bassiana* + *M. anisopliae* evaluados fueron eficaces para el control de mosca blanca en el envés de las hojas de lechuga. *B. bassiana* fue más eficaz en el control de los pulgones del haz y *M. anisopliae* en el envés de las hojas de col durante la segunda aplicación.

Rosas Gracia, (2011) en su trabajo de investigación se utilizaron 4 cepas de *Metarhizium anisopliae* (798, 6342, 6335 y 6347) proporcionadas por la

Agricultural Research Service Collection of Entomopathogenic Fungi (ARSEF) a las que se les evaluó los genes de proteasas, los cuales se correlacionaron con la patogenicidad causada por las mismas cepas contra adultos de mosca pinta y larva de *Spodoptera exigua*. Solo en las cepas 798, 6345 y 6347 se detectaron 8 de los 11 genes de subtilisina reportados, de igual manera se encontró un gen de tripsina. Sólo en la cepa 6342 no se detectó ninguno de los genes mencionados. No obstante, todas las cepas presentan actividad enzimática cuando son expuestas en medio basal y medio basal suplementado con quitina. Las cepas que presentan mayor actividad de proteasa del tipo de las subtilisinas son las cepas 6347, 798 y 6345, mientras que para el tipo de las tripsinas es la cepa 6342. Para determinar la patogenicidad de las cepas se utilizaron adultos de mosca pinta colectados en la región, *Aeneolamia* sp. y *Prosapia* sp. y larvas del gusano soldado *Spodoptera exigua*. Los resultados de los bioensayos mostraron una mortalidad del 50% para la mosca pinta con la cepa 3019, del 30% con las cepas 798, 6342, y del 20% con las cepas 6345 y 6347. La mortalidad para las larvas de *Spodoptera exigua* son del 73.3% con la cepa 6342, 66.6 % con la cepa 6345, 60% con la cepa 798, 41% y 36% con las cepas 3019 y 6347 respectivamente. Finalmente se concluye que no existe una relación entre la virulencia y la presencia de los genes de proteasas por lo que la patogenicidad puede estar asociada a otros factores no determinados en este trabajo.

R. Lezama & J. Molina et al., (2005) en su trabajo de investigación indica que el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) una de las principales plagas del cultivo de maíz, que año con año se presenta afectando los cultivos de maíz de la región. Se evaluó la efectividad de (*Metarhizium anisopliae*), en el control de larvas de (*Spodoptera frugiperda*) bajo condiciones de campo a la dosis de  $1 \times 10^{12}$  conidios por hectárea. También se evaluó el insecticida Triclorfón (800 g de por ha), la mezcla del hongo y la mitad de la dosis de insecticida y agua corriente. Con el insecticida se presentó un valor de índice de daño medio de 5.5; con la mezcla, 7.2; con el hongo 16.3 y en el testigo, 32. Todos los tratamientos fueron diferentes al testigo. Palabras clave (*Spodoptera frugiperda*) Triclorfón, insecticida, Colima, índice de daño.

Monzón (2001) en su trabajo de investigación menciona que el mecanismo de acción de *Metarhizium anisopliae* en el insecto está dividido en tres fases: (1) adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto, (2) penetración en el hemocele y (3) desarrollo del hongo, que generalmente resulta en la muerte del insecto. Una vez establecido el proceso de adhesión, continua la penetración la cual es posible gracias a la acción combinada de dos mecanismos uno físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por una estructura fúngica denominada haustorio, la cual de forma primeramente la capa cuticular rompiendo luego las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente de actividades hidrolíticas tales como proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales degradan el tejido en la zona de penetración, facilitando la entrada del hongo. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando esporula el hongo.

Roy et al., (2006) menciona la proteasa Pr1 es considerada un importante factor de virulencia en *Metarhizium anisopliae*, la sobre expresión de esta enzima en el mismo hongo reduce en un 25 % el tiempo de muerte en manduca sexta, en comparación con aquellos que fueron infectados con el genotipo silvestre. De la misma forma la sobre expresión del gen que codifica para la quitinasa de *Beauveria bassiana* acelera el proceso de muerte en los insectos en un 23 %. De esta manera, se demuestra la importancia de la secreción de estas enzimas hidrolíticas en la virulencia de los hongos entomopatógenos, lo cual pudiera ser una herramienta para la selección de mejores cepas para la formulación de insecticidas biológicos. Otro mecanismo que utilizan los hongos para penetrar al hemocele es a través de la cavidad bucal, espiráculos y otras aberturas externas del insecto. Puesto que la humedad no es un problema en el tracto alimenticio, la espora puede germinar rápidamente en este ambiente; aunque los fluidos digestivos pudieran destruirla o degradar la hifa germinativa.

Salas & Salazar (2003) en su trabajo de investigación menciona que este trabajo señala los factores que influyen en el uso adecuado de los agentes de control

biológico tales como: la identificación precisa de la especie del insecto plaga y del agente de control biológico que se empleará, la capacidad de parasitismo y consumo del parásito y depredador respectivamente, los factores que se deben tomar en cuenta para establecer un programa de Control Biológico, y los factores bióticos y abióticos que influyen en las liberaciones de los enemigos naturales.

Bustillo (2001) en su trabajo de investigación explica la replicación en el hemocele los hongos realizan transición de micelio a levadura y una vez que han evadido el sistema inmune del insecto, se produce una septicemia. La micosis induce a síntomas fisiológicos anormales en el insecto tales como convulsiones, carencia de coordinación, comportamientos alterados y parálisis. La muerte sobreviene por una combinación de efectos que comprenden el daño físico de tejidos, toxicosis, deshidratación de las células por pérdida de fluido y consumo de nutrientes. Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio fue determinar el tratamiento más efectivo de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* para reducir la población del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz.

Obando J.A (2013) menciona en su investigación que el salivazo de la caña de azúcar, *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), es plaga de importancia económica en el valle del río Cauca, Colombia, desde 2007. Aislamientos nativos de *M. anisopliae* mantenidos en el Centro de Investigación de la Caña de azúcar de Colombia (Cenicaña), y otros obtenidos a partir de larvas de *Gallería mellonella*, usadas como cebos en muestras de suelo, y aislados desalivazos con signos de infección, se caracterizaron en relación con su virulencia, producción de conidios, crecimiento radial, germinación y aspectos de la colonia. Con el fin de evaluar y comparar la virulencia de estas cepas, se llevaron a cabo bioensayos sobre adultos y ninfas de *A. varia*. La eficacia sobre adultos se evaluó en laboratorio infestando plantas de braquiaria con adultos generales (< 24 horas), asperjando 15 ml de una suspensión de conidios de los hongos a una concentración de  $1 \times 10^7$  conidios/ml. La evaluación de la virulencia sobre ninfas se realizó en un invernadero, asperjando 4 ml de suspensión de conidios de las cepas de los hongos, a una concentración de

1x10<sup>9</sup> ml sobre la rizosfera de la planta. Las cepas nativas CCMa0906, CCMa1005 y CCMa1008 produjeron mortalidades entre 76,0% y 90,7% sobre el estado adulto. Para el control de ninfas la mayor eficacia se presentó en las cepas CCMa0906, CCMa1001, CCMa1005 y CCMa1008, con mortalidades de 75,7%, 58,2%, 58,8% y 59,6%, respectivamente. Solo el producto comercial CCMa01 se seleccionó por su capacidad de control y calidad de la formulación.

Rodríguez del B. (2013) en su trabajo de investigación dice que el control biológico es uno de los métodos de manejo de plagas compatibles con el ambiente, ofrece beneficios a la economía de los agricultores, protección al ambiente y a la salud de los consumidores. En esta compilación, se presenta una revisión actualizada sobre las investigaciones que se han realizado hasta el momento en el tema de organismos entomopatógenos para combate de plagas en los sectores agrícola, pecuario y forestal de México. Existen varios tipos de organismos entomopatógenos, tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, de los cuales se mencionan las principales aplicaciones, así como las empresas que comercializan en el país productos elaborados con estos. Se resume el progreso y las investigaciones realizadas en los últimos años como componentes de las estrategias de manejo integrado de plaga *spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. Cabe resaltar el amplio interés en el estudio de hongos principalmente *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el sector agrícola; seguido de las aplicaciones en el sector pecuario y por último en el forestal. En cuanto a nematodos y lepidópteros, caben resaltar los trabajos y usos, sobre todo, contra la mosca de la fruta. Las bacterias, así como los virus utilizados en el combate de plagas han sido explorados muy escasamente.

Flores et al. (2013) en su trabajo de investigación menciona que es la plaga de mayor importancia económica en muchos cultivos de nuestro país, pero muestra una mayor preferencia por el cultivo del maíz. El "gusano cogollero del maíz" o simplemente *Spodoptera*, como también se le denomina comúnmente, actúa como gusano tierrero, trazador o gusano ejército y comocogollero que es su hábito más característico en el maíz.

Molina, J. et. al. (2014) en su trabajo de investigación menciona que el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una de las principales plagas del cultivo de maíz, que año con año se presenta afectando los cultivos de maíz de la región. Se evaluó la efectividad de (*Metarhizium anisopliae*) en el control de larvas de *S. frugiperda*, bajo condiciones de campo a la dosis de  $1 \times 10^{12}$  conidios por hectárea. También se evaluó el insecticida Triclorfón (800 g de (*Metarhizium anisopliae*) por ha, la mezcla del hongo y la mitad de la dosis de insecticida y agua corriente. Con el insecticida se presentó un valor de índice de daño medio de 5.5; con la mezcla, 7.2; con el hongo 16.3 y en el testigo, 32. Todos los tratamientos fueron diferentes al testigo.

Bautista G.A (2015) en su trabajo de investigación menciona que utilizó tres dosis de (*Metarhizium anisopliae*) para el control de mosca pinta (*Aeneolamiaspp*) en caña de azúcar (*Saccharum spp*) en campo fueron evaluadas para disminuir el número de aplicaciones de insecticidas y obtener a mediano plazo azúcar libre de residuos de plaguicidas. Este trabajo se desarrolló en el ejido Ignacio Zaragoza, del municipio de Tenosique, Tabasco. Los muestreos de insectos vivos fueron realizados antes y después de cada aplicación. El bioinsecticida (*M. anisopliae*) se aplicó cuatro veces con un intervalo de 15 días, para evaluar  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$ . El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, lo que sumó un total de 16 unidades experimentales. En la última aplicación, la efectividad en campo fue del 80.8%, 96.4% y 98.7%, cuando se aplicaron  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

Rivera, V. L. M. (2015) en su trabajo de investigación menciona con el objetivo de evaluar el efecto de entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) 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 *Metarhiziumanisopliae*, 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* mostró 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 mostró 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*.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Metarhizium anisopliae**

Indican que el espécimen de hongo que ataca a los insectos hasta eliminarlos, son efectivos contra el cogollero *spodoptera frugiperda* entre otros (Bautista G.A, 2015).

### **2.2.2. Especificaciones del producto**

Agente biológico: (*Metarhizium anisopliae*)  $1 \times 10^{12}$  conidios por cada 100 gramos de producto comercial. Ingredientes inertes: Micro talco estéril u.s.p. Presentación: Sobre con 100 gramos Este hongo presenta características especiales de adaptación para sobrevivir de forma saprófita sobre materia orgánica y como parásito sobre insectos. La mayoría de los insectos plaga de cultivos comerciales son susceptibles a ser atacados por este hongo entomopatógeno. Como organismo de vida saprófita está adaptado a diferentes medios donde desarrolla micelio, conidióforos y conidios.

Esta capacidad facilita su reproducción a nivel de laboratorio mediante técnicas sencillas de propagación para ser usado como bio controlador.

En efecto, este hongo entomopatógeno es enemigo natural de gran número de especies de insectos en diversos agroecosistemas. Los huéspedes son cubiertos en su totalidad por un micelio de color verde, en referencia a la enfermedad denominada muscardino verde.

El ciclo vital del entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* se realiza en dos fases, una fase infectivo celular y otra fase saprófita. La infectiva dentro del insecto parasitado y en la saprófita se aprovecha de los nutrientes del cadáver para multiplicarse.

Al contrario de patógenos como virus y bacterias que requieren ser ingeridos por el patógeno para actuar, el hongo (*Metarhizium anisopliae*) actúa por contacto. En este caso las esporas pueden germinar y penetrar al interior infectando la membrana cuticular del huésped.

### **2.2.3. Características**

El (*Metarhizium anisopliae*) es un hongo patogénico de amplio espectro, localizado en el suelo y restos de insectos parasitados. Debido a su potencial como alternativa ecológica es el sustituto ideal de los agroquímicos usados en el manejo integral de plagas de importancia económica.

La infección del *Metarhizium anisopliae* se inicia con la unión de los conidios del hongo a la cutícula del insecto huésped. Posteriormente, a través de la actividad enzimática entre ambas estructuras y la acción mecánica, ocurre la germinación y penetración.

En la pared celular fúngica se localizan enzimas que intervienen en el reconocimiento, adhesión y patogénesis de la cutícula del huésped. Estas proteínas comprenden fosfolipasas, proteasas, dismutasas y adhesinas, que actúan además en los procesos de adhesión, osmosis y morfogénesis del hongo.

Generalmente estos hongos son de acción lenta cuando las condiciones del medio ambiente son desfavorables. Temperaturas promedio entre 24 y 28

°C, y alta humedad relativa son ideales para un efectivo desarrollo y acción entomopatógena.

La enfermedad muscardino verde causada por el *M. anisopliae* se caracteriza por la coloración verde de las esporas sobre el huésped colonizado. Una vez invadido el insecto, el micelio cubre la superficie, donde las estructuras fructifica y esporulan cubriendo la superficie del huésped.

#### **2.2.4. Morfología**

Menciona que, a nivel de laboratorio, las colonias de *M. anisopliae* presentan un efectivo desarrollo en medios de cultivo de PDA (Papa-dextrorsa-agar). La colonia de forma circular, presenta un crecimiento micelar de color blanco inicialmente, exhibiendo variaciones de color cuando el hongoesporula.

Al iniciarse el proceso de multiplicación de los conidios, se percibe una coloración olivo-verdosa en la superficie micelar. En el envés de la cápsula, se observa una decoloración amarillo pálido con pigmentos amarillos difusos en el medio.

Los conidióforos crecen a partir del micelio de forma irregular con dos a tres ramificaciones en cada septo. Estos conidióforos presentan una longitud de 4 a 14 micras, y un diámetro de 1,5 a 2,5 micras.

Las fiálides son estructuras que se generan en el micelio, siendo el lugar donde se desprenden los conidios. En *M. anisopliae* son delgadas en el ápice, de 6 a 15 micras de longitud y 2 a 5 micras de diámetro.

En cuanto a los conidios, son estructuras unicelulares, de forma cilíndrica y truncada, de largas cadenas, hialinas a verdosas. Los conidios tienen una longitud de 4 a 10 micras y un diámetro que va de 2 a 4 micras (Carbonero P., 2014).

#### **2.2.5. Taxonomía**

El género *Metarhizium Anisoplia* fue descrito inicialmente por Sorokin (1883) infectando larvas de *Anisoplia austriaca*, causando una enfermedad conocida como muscardino verde. Estudios más detallados de la taxonomía

del género, concluyeron en clasificarlo como *Metarhizium anisoplia*. Actualmente se considera la especie *M. anisopliae*, como el organismo representativo del género *Metarhizium*.

Diversos aislados del hongo *Metarhizium* son específicos, motivo por el cual han sido designados como nuevas variedades. Sin embargo, actualmente se clasifican como especies *Metarhizium anisopliae*, así mismo, algunas especies ha sido renombradas, *Metarhizium anisopliae* presenta características similares a *Metarhizium anisopliae*. Una cepa comercial de *M. anisopliae*, la *M. anisopliae* (43) que es enemigo específico de coleópteras se denomina ahora *Metarhizium anisopliae*.

La especie *Metarhizium anisopliae* (1883), forma parte del género *Metarhizium anisopliae* descrito por Sorokin (1883). Taxonómicamente pertenece a la familia *Clavicipitaceae*, orden *Hypocreales*, clase *Sordariomycetes*, división *Ascomycota*, del reino *Fungi*.

### **2.2.6. Ciclo de vida.**

El hongo *Metarhizium anisopliae* inicia la patogénesis mediante el proceso de adhesión de los conidios sobre la membrana cuticular del hospedero. Posteriormente ocurren las fases de germinación, crecimiento de apresorios o estructuras de inserción, colonización y reproducción.

Las esporas o conidios provenientes del suelo o de restos de insectos contaminados, invaden la cutícula de nuevos hospederos. Con la intervención de procesos mecánicos y químicos se desarrolla el apresorio y el tubo germinativo que penetra al interior del insecto.

Generalmente, en condiciones favorables, la germinación ocurre a las 12 horas posteriores a la inoculación. Así mismo, la formación de los apresorios y la penetración del tubo germinativo o haustorios sucede entre los 12 a 18 horas.

El mecanismo físico que permite la penetración es la presión ejercida por los apresorios, que rompen la membrana cuticular. El mecanismo químico es la acción de las enzimas proteasas, quinasas y lipasas que descomponen

las membranas en el punto de inserción.

### **2.2.7. Control biológico**

El hongo *Metarhizium anisopliae* es uno de los entomopatógenos más ampliamente estudiados y usados en el control biológico de plagas. El factor clave para el éxito de colonización de un huésped está en la penetración del hongo y posterior multiplicación.

Establecido el hongo dentro del insecto ocurre la proliferación de hifas filamentosas y la generación de micotoxinas que inactivan el huésped. La muerte del huésped ocurre además por cambios patológicos y efectos mecánicos sobre los órganos internos y los tejidos.

El control biológico se realiza aplicando productos formulados en base a concentraciones de esporas o conidios del hongo en productos comerciales.

Los conidios se mezclan con materiales inertes, como solventes, arcillas, talcos, emulsificantes y otros aditivos naturales.

Estos materiales no deben afectar la viabilidad del hongo y deben ser inofensivos al medio ambiente y al cultivo. Además, deben presentar condiciones físicas óptimas que faciliten la mezcla, la aplicación del producto y que sean de bajo costo.

El éxito del control biológico a través de entomopatógenos depende de la efectiva formulación del producto comercial. Incluida la viabilidad del microorganismo, el material usado en la formulación, las condiciones de almacenamiento y el método de aplicación.

### **2.2.8. Modo de acción**

El inóculo proveniente de aplicaciones de formulados con el hongo *Metarhizium anisopliae* sirve para contaminar larvas, hifas o adultos. Los huéspedes contaminados migran hacia otros lugares del cultivo donde mueren y propagan la enfermedad debido a la esporulación del hongo. La acción del viento, la lluvia y el rocío facilita la dispersión de los conidios hacia otras partes de la planta. Los insectos en su actividad de búsqueda de alimento se exponen a la adhesión de las esporas.

Las condiciones medio ambientales favorecen el desarrollo y dispersión de los conidios, siendo los estados inmaduros del insecto los más susceptibles. A partir de nuevas infecciones, se crean focos secundarios, proliferando la epizootia capaz de controlar totalmente la plaga.

## **2.2.9. Control biológico de larvas**

### **2.2.9.1. Gusano cogollero del maíz**

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una de las plagas más perjudiciales en cereales como el sorgo, maíz y forrajes. En maíz es altamente perjudicial cuando ataca el cultivo antes de los 30 días, con alturas entre 40 y 60 cm.

Al respecto, el control químico ha permitido que el insecto logre mayor resistencia, eliminación de los enemigos naturales y daños al ambiente. El uso de *M. anisopliae* como alternativa de control biológico ha reportado buenos resultados, ya que *S. frugiperda* resulta susceptible, los mejores resultados se han obtenido al usar arroz esterilizado como medio de dispersión del inóculo en el cultivo. Realizando aplicaciones a los 10 días y luego a los 8 días, ajustando la formulación en  $1 \times 10^{12}$  conidios por hectárea.

### **2.2.9.2. Tipo de bio protector**

Insecticida micro vial a base en una cepa patogénica del hongo *Metarhizium anisopliae* el cual es un hongo imperfecto que pertenece a la sub división Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidios de aproximadamente 0.5 a 0.8 micras de diámetro o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas.

#### **a) Especificidad**

*Metarhizium* contiene una cepa patógena natural selectiva de *Metarhizium anisopliae* que afecta a insectos del orden Coleóptera y Homóptera.

#### **b) Almacenamiento**

Almacénese a temperaturas no mayores de 25 grados centígrados *Metarhizium anisopliae* mantiene su poder insecticida durante por lo menos 12 meses. Por ser un insecticida biológico puede ser afectado por temperaturas elevadas.

#### **c) Compatibilidad**

El producto no debe ser mezclado con fungicidas, productos químicos o coadyuvantes que alteren el rango de pH entre 5.5 - 7.0. En cualquier mezcla debe probarse previamente su compatibilidad.

#### **d) Modo de acción**

Comienza por la adhesión del tegumento y la germinación de los conidios o esporas sobre este. Luego se produce la penetración a través de la cutícula del insecto, la multiplicación del hongo en el hemocele y la producción de toxinas en ciertos hongos y cepas. Sobreviene la muerte del insecto y el Hongo coloniza todo el interior del hospedante. Posteriormente, el micelio sale hacia el exterior pasando a través del tegumento, esporula sobre la superficie del insecto y finalmente los propágulos son diseminados al medio.

### **2.2.10. Producto comercial utilizado en la investigación**

#### **2.2.10.1. Características generales**

Insecticida biológico que contiene conidios del hongo (*Metarhizium anisopliae*), que actúa por contacto controlando a todos los estados de desarrollo de la plaga, infectando a diversos insectos plaga, como la *Spodoptera* spp, “langosta”, “trips”, “mosca minadora”, “chinchas”, anómalas, “picudo del plátano” mazorquero del cacao”, “palomilla de la col” etc. Los insectos muertos por este hongo presentan una cubierta de color verde y blanco sobre el cuerpo, la cual está formada por el micelio y esporas del hongo.

Este hongo ha sido aislado de más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo plagas de cultivos de importancia económica.

#### **2.2.10.2. Características microscópicas**

Presentan conidióforo ramificado, conidios cilíndricos a ovales que se forman en cadenas originadas en fiálides. Los conidios son producidos en sucesión basipétala, estando el conidio más joven en la base de la cadena. Los conidios son blancos cuando son jóvenes, pero conforme maduran toman el color verde oscuro característico de esta especie.

#### **2.2.10.3. Características macroscópicas**

Colonias de color verde que varían desde el oliváceo hasta amarillo-verde o verde oscuro. Desarrollan bien a 26 °C en Papa –Dextrosa-Agar (PDA) a Sabouraud Dextrosa Agar (SDA).

#### **2.2.10.4. Modo de acción**

El producto *metarhizium anisopliae*, actúa por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Los conidios, son las unidades infectivas, penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc. Es decir, el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto. Los insectos muertos son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula.

#### **2.2.10.5. Condiciones ambientales**

Los hongos entomopatógenos se encuentran en diversos ambientes, las temperaturas presentes en los agro ecosistemas varían de 10 a 40 °C, los cuales no afectan a los hongos entomopatógenos, para iniciar el proceso de infección en el insecto se requiere que los conidios se

pongan en contacto con el insecto lo cual se obtiene con una buena aplicación, pero para la esporulación sobre el cadáver del insecto se requiere que la humedad relativa sea superior al 80%. *M. anisopliae*, puede liberar conidios en condiciones bajas de humedad, menores de 50%, además que pueden obtener nutrientes de los lípidos de la cutícula. Su hábitat natural es el suelo, aunque no crece saprofitamente, en el suelo permanecen como conidios dormantes que infectan hospederos susceptibles a su contacto. Las larvas de scarabeidos son sus hospederos típicos y su coevolución ha conducido a que algunos aislados sean específicos a uno o dos géneros de scarabeidos (Ignoffo, 1992).

#### **2.2.10.6. Recomendaciones para su empleo y uso**

Evaluar el nivel de infestación de la población de la plaga en el cultivo, antes de la aplicación. La programación de aplicación no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas o azufrados. Su empleo no debe limitarse exclusivamente a lugares con alta humedad relativa, debido a que el aceite agrícola que se emplea en la preparación de la solución, tiene como función encapsular los conidios del hongo, protegiéndolos de la desecación. También la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo. Utilizar agua potable, de río o de pozo las aguas turbias, de río o de pozo, se deben dejar reposar por lo menos 30 minutos antes de utilizarla. Para obtener mejores resultados, la aplicación debe hacerse en horas de la tarde cuando la radiación solar no es muy fuerte.

El éxito de la aplicación y el control depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos mochilas convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, no debe tener desgaste ni daños en el orificio de la boquilla de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme. Los equipos deberán ser

nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de los conidios. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de funguicidas. Es importante tener en cuenta el depósito que corresponde con la dosis, en la aspersion se debe tener de 80 a 100 gotas / centímetro cuadrado de hoja. Tener en cuenta la velocidad del viento al momento de aplicar, viento suave o sinella favorece la aplicación.

Realizar una segunda aplicación a los 5 ó 15 días después de la primera aplicación, es recomendable realizar de 3 a 4 aplicaciones, determinando los intervalos de aplicación de acuerdo a las evaluaciones, así como a la biología de la plaga a tratar. En el caso de pulgones se recomienda la segunda aplicación a los 5 días después de la primera aplicación y las posteriores a los 7 o 15 días de acuerdo a las evaluaciones.

#### **2.2.10.7. Modo de preparación y aplicación**

Dosis: 200 g / 200 litros de agua. Para la aplicación debe contar con un ablandador de la dureza y un corrector del pH, el agua debe calibrar a pH 5.5 – 7 y la dureza menor de 150 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . En un envase (balde) conteniendo 5 litros de agua calibrada, agregar 50 ml aceite agrícola vegetal Carrier, natural oíl, aceite parafínico luego verter el producto del sobre y agitar hasta formar una emulsión, dejar hidratar por 30 minutos. Agitar la mezcla y vierta en el cilindro o tanque conteniendo agua no clorada., de acuerdo a las dosificaciones señaladas. Agitar la mezcla y verterla al cilindro o tanque para la aplicación. Dirigir la aspersion a la parte foliar de la planta o al suelo dependiendo el problema. El modo de aplicación para las diferentes plagas se indica en hoja informativa adjunta. Aplicar equipos con boquillas cónicas de baja descarga y gota fina. Calibrar el equipo antes de iniciar la aspersion. Agite

periódicamente el caldo durante la mezcla y aplicación. Aplique el producto el mismo día en que se realizó la mezcla. Las aplicaciones deben realizarse preferiblemente entre 6:00 y 10:00 a.m. y después de las 4:00 p.m. o a cualquier hora en días nublados para evitar al máximo los rayos ultravioletas del sol que afectan los conidios. Debe realizarse un manejo integrado del cultivo (MIC) que involucra las prácticas culturales, control biológico, físico, químico, y mecánico al igual que las demás labores del cultivo.

#### **2.2.10.8. Almacenamiento**

Debe ser conservado a medio ambiente en un lugar limpio, fresco y sombreado, pudiendo permanecer hasta por un mes a 20 – 25 °C y hasta por tres meses a 16 °C, después de recepcionados.

#### **2.2.10.9. Ventajas**

Es compatible con otras medidas de control, no contaminan al medio ambiente, Noes toxico en humanos, animales y plantas, no afectan a los enemigos naturales no hay riesgo de intoxicación de los aplicadores, reduce los costos de producción por la no utilización de insecticidas químicos, ayuda a producir productos sin trazas de productos químicos, puede usarse en la agricultura convencional y orgánica, puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, algunos fungicidas que son compatibles.

#### **2.2.10.10. Precauciones a tener en cuenta**

Los hongos entomopatógenos no son tóxicos para los seres humanos, animales o plantas, pero algunos son muy polvorientos por lo que podrían causar alergias a personas muy sensibles. Para su preparación y aplicación se deben tener ciertas precauciones: Preparar la solución bajo sombra, nunca a pleno sol, Para las aplicaciones, es recomendable usar mascarilla, guantes, usar sombrero y anteojos para protegerse los ojos, Evitar todo contacto

innecesario con el producto, no ingerirlo ni inhalarlo, Lavarse y cambiar de ropa después del trabajo.

## **2.3. Bases Conceptuales**

### **2.3.1. Morfología y taxonomía del Maíz**

Cabrera (2015) en su trabajo de investigación indica que es necesario destacar algunos conceptos para poder hacer el seguimiento más fácil de la propuesta fenológica, para lo cual vamos a definir de forma sencilla cada término que aparece en lo siguiente.

### **2.3.2. Etapas del cultivo**

Monzón, A. (2001) menciona en la etapa de crecimiento está conformada por un conjunto de fases, mínima de dos que conforma el ciclo del cultivo. En el maíz existen dos etapas básicas y fácilmente observables y medibles que son: Etapa vegetativa que va desde la germinación hasta que aparece la hoja bandera y termina el crecimiento del tallo, destacándose el embuchamiento de la flor masculina (Espiga). Etapa reproductiva, que comprende las fases de floración desde que aparece la flor masculina (Espiga) hasta la aparición de las barbas (Estigma) que es la floración femenina. Esta fase termina con la maduración del polen, que al unirse con las barbas produce la polinización cambio de color de las barbas y estigmas y termina con la maduración del grano para su aprovechamiento por el productor.

### **2.3.3. Fases**

La aparición, transformación, crecimiento o desaparición de un órgano en el ciclo de una planta se llama fase, la germinación en maíz, el cambio de color de las barbas al ser polinizadas, aparición de la espiga, madurez del polen, nacimiento de una hoja son todas fases fenológicas en el ciclo de desarrollo de la planta de maíz y pueden ser visibles fácilmente.

### **2.3.4. Sub fases**

Son los diferentes cambios que sufre un órgano de la planta específico, por ejemplo: la mazorca, tiene tres sub fases que son: grano en ampolla, grano

pastoso y grano maduro. Se identifican fácilmente al abrir la mazorca o al observar la barba quemada y cobertura de la mazorca verde (Fase de Jojoto), pero si la cobertura se observa de un color dorado o seco, entonces el grano está maduro. También en algunas variedades o híbridos la mazorca cuelga del tallo, con la punta hacia el piso o raíz de la planta, llamada comúnmente lagrimeo.

### **2.3.5. Escala de evaluación**

Según Mora (2015) todas las fases que forman el ciclo de cultivo tienen tres momentos básicos, los cuales son: inicio menor a 10%; plenitud entre 50 y 75% y final mayor a 76% todas expresadas en porcentaje %; es decir, al contar 10 plantas en una hilera escogida al azar, el porcentaje se determina de la manera siguiente: si una planta estaba floreada de las 10 plantas de la hilera contada, la fase de floración está en el estado de inicio, con un valor de 10% y así sucesivamente. Otro ejemplo, si en la hilera contada, seis plantas están con flores, entonces el porcentaje es de 60% y como el porcentaje de la fase es mayor de 50%, pero menor de 75%, entonces la fase está en plenitud, es decir, en su mayor expresión. Si el número de plantas con flores fue de ocho en la hilera, esto representa un valor de 80%, como es mayor a 75%, entonces la fase está en la condición de final. Todas las fases y sub fases se evalúan de la misma manera.

### **2.3.6. Fase de germinación**

La plántula emerge a los cuatro o cinco días después de la siembra, se observa la aparición de una punta blanca llamada comúnmente clavo y técnicamente coleóptilo en la superficie del suelo. Es importante anotar la fecha de aparición del clavo, porque desde ese momento comienza el ciclo vegetativo y termina la fase de germinación. Asimismo, los cuidados más importantes son: control biológico o químico del gusano medidor, barredor cogollero y bachacos, siempre usando el manejo integrado de plagas para resguardar el ambiente y no usar excesivos plaguicidas.

### **2.3.7. Fase de emergencia de hojas**

Según Soto A. J. (2016) comprende la formación de todas las hojas de la planta, las cuales desarrollan dos hojas por semana, hasta que la planta comienza la diferenciación de la punta del tallo y desarrolla el nudo donde comienza a crecer la panícula o floración masculina. Este espacio de tiempo lo forman la fase de emergencia de la plúmula y desarrollo de hojas. Normalmente la planta desarrolla dos hojas por semana para un total de 16 hojas en los cultivares modernos, contando el tiempo desde la germinación, hasta la diferenciación de tallo desarrollo de la panícula. En esta fase es donde se deben aplicar las dosis de abono. El abono inicial cuando la planta haya desarrollado dos hojas y el reabono con urea, cuando haya desarrollado entre seis y ocho hojas. Si la siembra se hizo abonada, es decir, al momento de la siembra, el reabono se puede aplicar más temprano, alrededor de los 20 a 25 días después de germinado. Es importante que los cálculos de las dosis de abono sean realizados en función del análisis de suelo realizado en la parcela.

### **2.3.8. Fase de elongación del tallo**

Según Monzón, A. (2001) durante esta fase el tallo se desarrolla totalmente, apreciándose la distancia entre los nudos que lo forman. Comenzando desde el tercer par de hojas hasta la hoja bandera, antes del inicio de la floración. Dentro de esta fase está la sub fase aparición de raíces adventicias que consiste en la aparición en los nudos inferiores de raíces verticilos radicales, los cuales penetran en el suelo y sirven de sostén a la planta. En este momento la floración masculina espiga ha surgido de la hoja bandera y la planta ha alcanzado su altura definitiva. Es importante que exista en el suelo agua disponible y de ser posible aplicar riego, ya que es el momento más crítico de la planta y es donde el rendimiento se ve afectado sensiblemente, si hay déficit de agua en el suelo.

### **2.3.9. Fase de floración**

En esta fase ha concluido el crecimiento vegetativo y se determina por la sub fase emergencia de la panícula embucha miento, se observa fácilmente la hojabandera y la planta se prepara para floración femenina 60 días después de la emergencia y presenta las sub fases: Emergencia de la panícula o floración masculina desde el centro de la hoja bandera (2) y la apertura y liberación del polen maduro, esta sub fase se aprecia fácilmente, porque al mover la planta cae una especie de polvillo de color crema o amarillo sobre las hojas. También se observa colocado sobre las barbas, dando así comienzo a la fase de maduración con la polinización de la mazorca. El problema más grave que se puede presentar es la falta de agua disponible para la planta, el estrés hídrico afecta significativamente la polinización y el resto de la fase de maduración.

### **2.3.10. Fase de madurez**

Trejo et al. (2018) esta fase está comprendida por cuatro sub fases explican las condiciones del grano, las cuales van desde su desarrollo embrionario. Estas son las sub fases depolinización (3), llenado de grano (4), madurez de grano (5) y secado de grano(6). Las barbas son receptoras al polen que fertiliza el óvulo, dando inicio al desarrollo y producción del grano. El cambio de color de las barbas es indicativo que en el grano comienza el proceso de llenado. El grano pasa por tres pasos: grano en ampolla, 12 días después de la emergencia de las barbas; grano en estado pastoso jojoto, 24 días después de la emergencia de las barbas y madurez fisiológica, 60 días después de la aparición de las barbas. En algunos cultivares la mazorca cuelga del tallo (lagrimeo) y cambia el color de la cobertura (seco), en otros se produce un secado de la planta, aunque también existen cultivares que mantienen la planta verde después de la madurez fisiológica del grano.

### **2.3.11. Temperatura**

Según Bautista G.A. (2015) la siembra del maíz es necesaria una temperatura mínima del suelo de 10 °C, y que ella vaya en aumento. Para que la

floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18 °C comomínimo. Por otra parte, el hecho de que deba madurar antes de los fríos hace que tenga que recibir bastante calor. De todo esto se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación. La temperatura más favorable para la nacencia se encuentra próxima a los 15 °C. En la fase de crecimiento, la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C. Por encima de los 30°C se encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces. Las noches cálidas no son beneficiosas para el maíz, pues es la respiración muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costade la fotosíntesis realizada durante el día. Si las temperaturas son excesivas durante la emisión de polen y el alargamiento de los estilos puede producirse problemas. Si sobrevienen heladas antes de la maduración sin que haya producido todavía la total transformación de los azúcares del grano en almidón, se interrumpe el proceso de forma irreversible, quedando el grano blando y conun secado mucho más difícil, ya que, cuando cesa la helada, los últimos procesos vitales de la planta se centran en un transporte de humedad al grano.

### **2.3.12. Humedad**

Las fuertes necesidades de agua del maíz condicionantambién el área del cultivo. Las mayores necesidades corresponden a la época de la floración, comenzando 15 o 20 días antes de ésta, período crítico de necesidades de agua. En España el maíz es planta propia de los regadíos o de los secanos húmedos del norte y noroeste.

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

### **2.3.13. Labores culturales**

Según Rivera (2015) la labranza es la manipulación física, química,

biológica de los suelos, la preparación del terreno tendrá por objeto la obtención de una tierra mullida en profundidad, pero no debe quedar hueca, por lo que, una vez trabajada, deberá ser asentada sin apelmazar. La capa superficial deberá quedar bien nivelada y sin terrones. Las labores tendrán también por objeto dejar el suelo desprovisto de malas hierbas en el momento de la siembra. El maíz germina a partir de los 10° C de temperatura media. Sin embargo, la experiencia que tenemos en el Valle del Guadalquivir, en las provincias de Córdoba y Sevilla, es que se puede sembrar a partir del 20 de febrero. A pesar de que en la fecha indicada a veces no se da una temperatura media de 10 °C, lo único que ocurre es que la planta tarda en nacer 15-20 días, en lugar de 10-12. En casi todas las demás regiones españolas hay que retrasar la siembra de acuerdo con las temperaturas que son normales, tratando siempre de rebasar los 10 °C de temperatura en el suelo. Existen híbridos que son tolerantes a las altas densidades de siembra y otros que no lo son, produciéndose en este segundo caso plantas poco vigorosas, y esterilidad, si la población es excesiva. Son cuestiones que deben consultarse con las casas productoras de semillas antes de sembrar. En general, con híbridos dobles y algunos híbridos tres líneas no se podía pasar de 60-70.000 plantas por hectárea, pues, si se excedía esa cifra, el porcentaje de plantas sin mazorca era altísimo (20-30%), la caña se desarrollaba muy débil y en la recolección se perdían plantas y mazorcas caídas al suelo. Los híbridos simples admiten mayor densidad de plantas. De las experiencias realizadas por la Jefatura de Producción Vegetal de Córdoba se deduce que se puede sembrar con sembradora neumática de precisión con unas 100.000 plantas por ha. Como la nacencia viene a ser del 85-95%, la densidad real queda en 85-90.000 plantas por ha, que la podemos considerar óptima para esta provincia. En esa densidad, el porcentaje de plantas sin mazorca es mínimo, no soliendo exceder del 2%. Naturalmente que en los secanos la densidad de plantas ha de ser menor. Para los secanos frescos del norte de España, con variedades híbridas apropiadas, adaptadas

a siembras espesas y en tierras bien abonadas, la densidad normal debe ser de 60.000-80.000 plantas por ha. En cuanto a profundidad, el grano debe enterrarse poco profundo, sobre todo en tierras fuertes y arcillosas. La profundidad debe variar entre 2 y 3 cm en un suelo bastante húmedo y de 8 a 10 cm en tierra arenosa que se deseque fácilmente. Lo ideal es que la sembradora abra un surco bastante profundo (de 8 a 10 cm) y que al colocar el grano no quede cubierto más que con una capa de tierra de 3 a 5 cm. Si se tiene que regar para que el maíz nazca, por falta de tiempo, es mejor hacerlo antes de sembrar y hacer la cama al oro.

### **2.3.14 La plaga**

#### **2.3.14.1. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*)**

Es la plaga de mayor importancia económica en muchos cultivos de nuestro país, pero muestra una mayor preferencia por el cultivo del maíz. El "gusano cogollero del maíz" o simplemente *Spodoptera*, como también se le denomina comúnmente, actúa como gusano tierrero, trazador o gusano ejército y como cogollero que es su hábito más característico en el maíz.

#### **2.3.14.2. Ciclo de vida del cogollero o *Spodoptera frugiperda***

El cogollero o (*Spodoptera frugiperda*) durante su vida pasa por diferentes etapas. Estas etapas son.

#### **2.3.14.3. Huevo o postura**

Individualmente son 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 en su cuerpo que sirven como protección contra enemigos naturales.

#### **2.3.14.4. Larva o gusano**

Las larvas al nacer se alimentan del coreano, más tarde se trasladan a diferentes partes de la 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 negra más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida. 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 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita clara; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones y dejando excreciones que son muy apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve.

#### **2.3.14.5. Pupa**

Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal cremáster 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. Adulto o mariposa.

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen a las traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. Permanecen escondidas dentro

de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente cuando soplan vientos fuertes.

#### **2.3.14.6. Daños que ocasionan a la planta**

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 observar los excrementos de la larva en forma de serrín.

#### **2.3.14.7. Métodos de manejo del cogollero**

Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos del cogollero, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado después que ha pasado el estado ideal para controlar la plaga y la edad más apropiada del cultivo. El uso indiscriminado de insecticidas químicos ocasiona altos costos, contaminación ambiental y la resistencia de la plaga a estos productos. El cogollero tiene otras formas de manejo diferentes al uso de insecticidas químicos que deben tenerse en cuenta.

#### **2.3.14.8. Taxonomía (*Spodoptera frugiperda*)**

Salas & Araiza (2003) en su trabajo de investigación en el Ecuador se han reportado una serie de insectos plagas que causan daños en el cultivo de maíz. De todos ellos el más agresivo es el “gusano cogollero” *Spodoptera frugiperda*. Que es un típico defoliador, pero se comporta como cortador, trozador y cogollero. Las larvas pequeñas destruyen la epidermis de las hojas al alimentarse de su superficie, dejando “raspaduras”, también

cortan las plántulas de maíz a nivel del suelo. Las larvas grandes devoran el follaje y penetran al cogollo, donde hacen hueco y desgarran los tejidos jóvenes del maíz, y son potencialmente capaces de dañar las inflorescencias. En la mazorca, el cogollero se alimenta de los estigmas y después del grano, en algunos casos puede causar perforaciones en el tallo, además puede actuar como gusano ejército causando defoliaciones en plantas desarrolladas. El gusano cogollero es agresivo en estado de larva, al alimentarse ocasionan los primeros daños en el haz o envés de las hojas de las plántulas de maíz sin perforarlas. Estos daños tienen la apariencia de manchas blancas dispersas en la superficie de las hojas, las larvas se alimentan de las hojas hasta la segunda muda y luego avanzan hacia el interior del cogollo de la planta donde devoran el tejido tierno de las hojas apicales. A las plantas recién nacidas pueden causarles la muerte y un crecimiento anormal a las de mayor edad. *Spodoptera frugiperda* conocido como “cogollero del maíz”, es considerada como una de las plagas más importantes del cultivo de maíz. Pertenece a la familia Noctuidae, constituyéndose en un problema importante, no solo por la intensidad de los daños que realiza, sino también por la continuidad con que se presenta.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* durante su vida pasa por diferentes etapas de metamorfosis las cuales son: Huevo o Postura - Larva o Gusano - Pupa - Adulto o Mariposa. 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 de perforaciones a través de la lámina. En esta etapa es común observar los excrementos de las larvas en forma de aserrín.

El gusano normalmente busca estar en la parte húmeda de la planta y penetra a través del cogollo del maíz, para quedarse allí, para buscar de esta forma una mejor condición para seguir viviendo, es por eso que su control se torna difícil, debido al lugar donde se ubica. Una de las plagas de mayor importancia económica en el país es el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Las larvas o gusanos pueden alimentarse de 28 especies vegetales cultivadas, entre las cuales se destacan el maíz, el sorgo, el algodonero, la soya, el tomate de huerta, la caña de azúcar, el arroz, el maní, el melón, etc.

Prefiere para su alimentación a las gramíneas, causa pérdidas elevadas cuando sus poblaciones logran altos niveles durante las épocas de verano. Por esta razón, para su manejo se debe monitorear su presencia en forma cuidadosa, teniendo en cuenta que el insecto se puede pasar de un cultivo a otro y que los pastos y las socas siempre albergan poblaciones peligrosas para el siguiente cultivo. En gramíneas tales como maíz, y sorgo, la presencia de la plaga se considera endémica, es decir siempre existen poblaciones que causan daño en mayor o menor proporción al cultivo. El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* es considerado la plaga más importante del cultivo de maíz en el mundo. En varios países se han empleado exitosamente los núcleos poliedro virus de la familia *Báculo viridae* para su control. Sin embargo, no se cuenta ningún bio plaguicida viral registrado para el control de la plaga. Estos virus nativos representan la base para el desarrollo de una nueva alternativa biológica para el control de la plaga, siendo necesario iniciar los estudios para su formulación. Los virus entomopatógenos han demostrado su eficacia como agentes de control biológico. Entre estos, los Virus de la Poliedrosis Nuclear (NPV) se han utilizado

con éxito para el control de varias plagas de importancia económica. Un virus que pertenece al género de los Núcleo poliedro virus (familia Báculo viridae) fue aislado de larvas de Spodopteras recolectadas en Perú. Los cuerpos de inclusión (CI) de este virus, denominado Spoc NPV. El mismo que fue patogénico para las plagas Spodoptera eridania y S. ochrea.

La clasificación taxonómica del cogollero es:

<b>Reino</b>	: Animalia
<b>División</b>	: Exopterygota
<b>Clase</b>	: Insecta
<b>Orden</b>	: Lepidóptera
<b>Familia</b>	: Noctuidae
<b>Género</b>	: Spodoptera
<b>Especie</b>	: frugiperda
<b>Nombre Científico</b>	: Spodoptera frugífera
<b>Nombres comunes</b>	: Cogollero, langosta, barrenador.

## 2.4. Hipótesis

**Ha:** El empleo de *Metarhizium anisopliae* si controla al gusano Cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca.

**Ho:** El empleo de *Metarhizium anisopliae* no controlara al gusano Cogollero *Spodopterafrugiperda* en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca.

## 2.5. Definición de términos

- Metarhizium anisopliae: Es un hongo mitospórico o anamorfo de reproducción asexual, usado ampliamente como entomopatógeno para el control biológico. Tiene la capacidad de parasitar y eliminar un amplio rango de insectos plagade diversas plantas de importancia agrícola. Según indica Rivera, V.L.M.
- Evaluación de plagas: Contaje de individuos en campo teniendo en cuenta su estado y estadio.
- Plaga agrícola: Organismo perjudicial en la agricultura que causa daños a niveles

- que causan daño económico
- d) Bio insecticida: Insecticida de origen biológico para el control de plagas agrícolas.
  - e) Fenología: Fases de crecimiento de una planta.
  - f) Fase: Etapa de un organismo vivo
  - g) Control: Regulación de poblaciones.
  - h) Regulación: Baja de incidencia poblacional de una plaga agrícola.
  - i) Adaptación: Organismo que se adecua a ciertas condiciones que son extrañas.
  - j) Monitoreo: Evaluación determinada por tiempos específicos

## 2.6. Variables

### 2.6.1. Variable independiente

- ✓ Metarhizium anisopliae

### 2.6.2. Variable dependiente

- ✓ El cultivo de maíz

## 2.7. Operacionalización de variables

### Cuadro N° 1

Definición operativa de las variables

Variab Independiente	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Dosis) 100, 120 y 140 g/Cilindro	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Dosis) 100, 120 y 140 g/Cilindro	Desarrollo larvario de la plaga <i>Spodoptera frugiperda</i> . en el cultivo de maíz.  Evaluación de las tres dosis de aplicación del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i> .  Efectividad del entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i>	Dosis <i>Metarhizium anisopliae</i> 100, 120, 140 g/Cilindro Nivel de Ataque de <i>spodoptera frugiperda</i> Número de plantas identificadas del ataque de <i>Spodoptera frugiperda</i>
Variable dependiente	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición

<p>El cultivo de maíz fenología</p> <p>Plaga Cogollero (<i>Spodoptera Fruigiperda</i>) ciclo biológico</p>	<p>El cultivo de maíz-fenología</p> <p>Plaga Cogollero (<i>Spodoptera fruigiperda</i>). Ciclo biológico</p>	<p>Evaluación de la plaga <i>Spodoptera fruigiperda</i> el cultivo de maíz.</p> <p>Evaluación de las tres dosis de aplicación del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium</i>.</p> <p><i>Efectividad del entomopatógeno Metarhizium aniosopliae.</i></p>	<p>Buenas prácticas agrícolas.</p> <p>Dosis <i>Metarhizium aniosopliae</i> 100 – 120 – 140 g / cil</p> <p>Nivel de Ataque de <i>Spodoptera Fruigiperda</i>.</p> <p>Nivel de Ataque de <i>spodoptera Fruigiperda</i>.</p>
<p><b>Variables Intervinientes</b></p> <p>Temperatura Humedad</p> <p>Precipitación</p> <p>Pluvial</p>		<p>Estaciones de año</p>	<p>Estaciones de año</p>

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. **Ámbito temporal y espacial del estudio**

#### 3.1.1. **Ámbito temporal**

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en la comunidad Ccasancca, está ubicado a 9 kilómetros del distrito de Caja, provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica; esta ruta es la más corta para llegar a la ubicación del lugar del trabajo de investigación.

#### 3.1.2. **Ámbito espacial**

##### 3.1.2.1. **Ubicación política.**

Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distritos	: Caja
Lugar	: Ccasancca

##### 3.1.2.2. **Ubicación Geopolítica.**

Altitud	: 3 2 1 2 m .s.n.m.
Latitud Sur	: 12° 54' 50"
Longitud Oeste	: 74° 27' 49"

##### 3.1.2.3. **Factores climáticos.**

Humedad relativa Anual : 52 %

Temperatura media anual: 20 ° C Precipitación 1/2 anual 85mm

Fuente : SENHAMHI-PERU

### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de la investigación según su finalidad reúne las condiciones metodológicas de una investigación Experimental, con un enfoque de investigación mixta (cualitativa y cuantitativa). Nivel de investigación.

El presente trabajo corresponde al nivel de investigación aplicada. Por qué se describirán los hechos y fenómenos evaluados de los tratamientos a través Bloque completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

### 3.3. Método de Investigación

Durante el proceso de la investigación se empleó el método Inductivo – Deductivo. Su procedimiento nos permitió probar el empleo de *Metarhizium anisopliae* para controlar el cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz San Gerónimo.

#### 3.3.1. Material experimental

✓ *Metarhizium anisopliae*

#### 3.3.2. Material vegetal

Se empleó maíz amiláceo. Esta variedad está adaptada a la zona maicera de la comunidad de Ccasancca – Caja. La familia Aricochea Muñoz, seleccionan su propia semilla que proviene de la cosecha anterior y generalmente lo toman los granos de la parte media de la mazorca.

#### 3.3.3. Momento de aplicación de (*Metarhizium anisopliae*)

##### Cuadro N° 02.

Momento y dosis de aplicación del (*Metarhizium anisopliae*)

Producto	Momento de aplicación	Dosis de aplicación		
Metarhizium anisopliae	15 días después de la emergencia cuando la planta tiene 2 a 3 hojas	100g/cil.	120g/cil.	140g/cil.
Metarhizium anisopliae	30 días después cuando la planta tiene 6 a 8 hojas en desarrollo de yema apical – panícula.	100g/cil.	120g/cil.	140g/cil.
Metarhizium anisopliae	55 días después en la etapa de alargamiento entre nudos.	100g/cil.	120g/cil.	140g/cil.
Metarhizium anisopliae	90 días después en la etapa de floración	100g/cil.	120g/cil.	140g/cil.

Los tratamientos se sometieron en parcelas experimentales de 25 m<sup>2</sup>, en dichas parcelas se instalaron el cultivo de maíz como se detalla a continuación:

A. Fecha de siembra: 17 de noviembre del 2019.

B. Método de siembra: Se realizó en surcos a una densidad de siembra de 0,80 m entre surcos, 0,40 m entre plantas, se depositó 02 semillas por golpe, lo que representa una población de 2496 plantas en 400 m<sup>2</sup>.

C. Variedad: Se empleó semilla de maíz blanco amiláceo.

### **3.3.4. Diseño de Investigación**

El diseño a emplear será el Diseño de Bloques Completos al Azar. Teniendo la siguiente ecuación

$$Y_{ij} = J.1 + T_i + B_j + E_{ij} \text{ Dónde}$$

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

$J$  = Media general.

$T_j$  = Efecto de la i-ésimo tratamiento.

$B_i$  = Efecto de la j-ésima bloques.

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento del j-ésima bloques.

## **3.4. Población, muestra y muestreo**

### **3.4.1. Población**

2,496 plantas de maíz amiláceo de variedad San Gerónimo Mejorado

### **3.4.2. Muestra**

288 plantas en la etapa de crecimiento y desarrollo. Muestras al Azar 03 plantas por surco de cada tratamiento.

288 plantas en la etapa de floración. Muestras al Azar 03 plantas por surco de cada tratamiento.

### 3.4.3. Muestreo

El tipo de muestreo fue el simple – aleatorio.

### 3.5. Técnicas e Instrumentos para recolección de datos

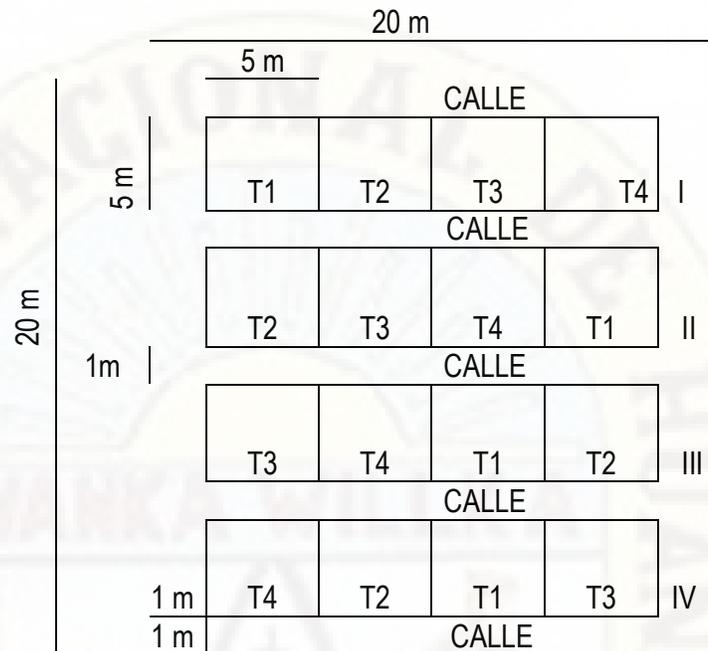
Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar. Los instrumentos empleados fueron, cinta métrica, Lupa, guantes, Calculadora y otros. Para la toma de muestras de los ataques de cogollero *spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la etapa de crecimiento y floración en la comunidad de Ccasancca del distrito de Caja - Acobamba. Atraves de las técnicas del análisis, de conteo y fichaje se recolecto informaciones existentes en fuentes bibliográficas (para analizar temas generales sobre la investigación): hemerográficas y estadísticas; recorriendo a las fuentes originales como libros, revistas especializadas, paipers, artículos científicos, internet, etc. Los datos se analizaron estadísticamente para la contratación de la hipótesis se realizó la prueba de DUNCAN, que determino la relación entre las variables de estudio.

#### Cuadro N° 03

Cuatro tratamientos (03 dosis) y un testigo con 04 repeticiones

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	1	2	3	4
1	T1-5g/10 lt.	T2-6 g/10 lt.	T3-7g/10 lt.	T4-0
2	T2-6 g/10 lt.	T3-7g/10 lt.	T4-0	T1-5g/10 lt.
3	T3-7g/10 lt.	T4-0	T1-5g/10 lt.	T2-6g/10 lt.
4 (Testigo)	T4-0	T2-5 g/10 lt.	T1-6g/10 lt.	T3-7g/10 lt.

## Croquis experimental medidas y distribución de los tratamientos



### 3.5.1. Diseño experimental

El diseño es el bloque completamente al azar. BCA. 04 tratamientos y 04 repeticiones.

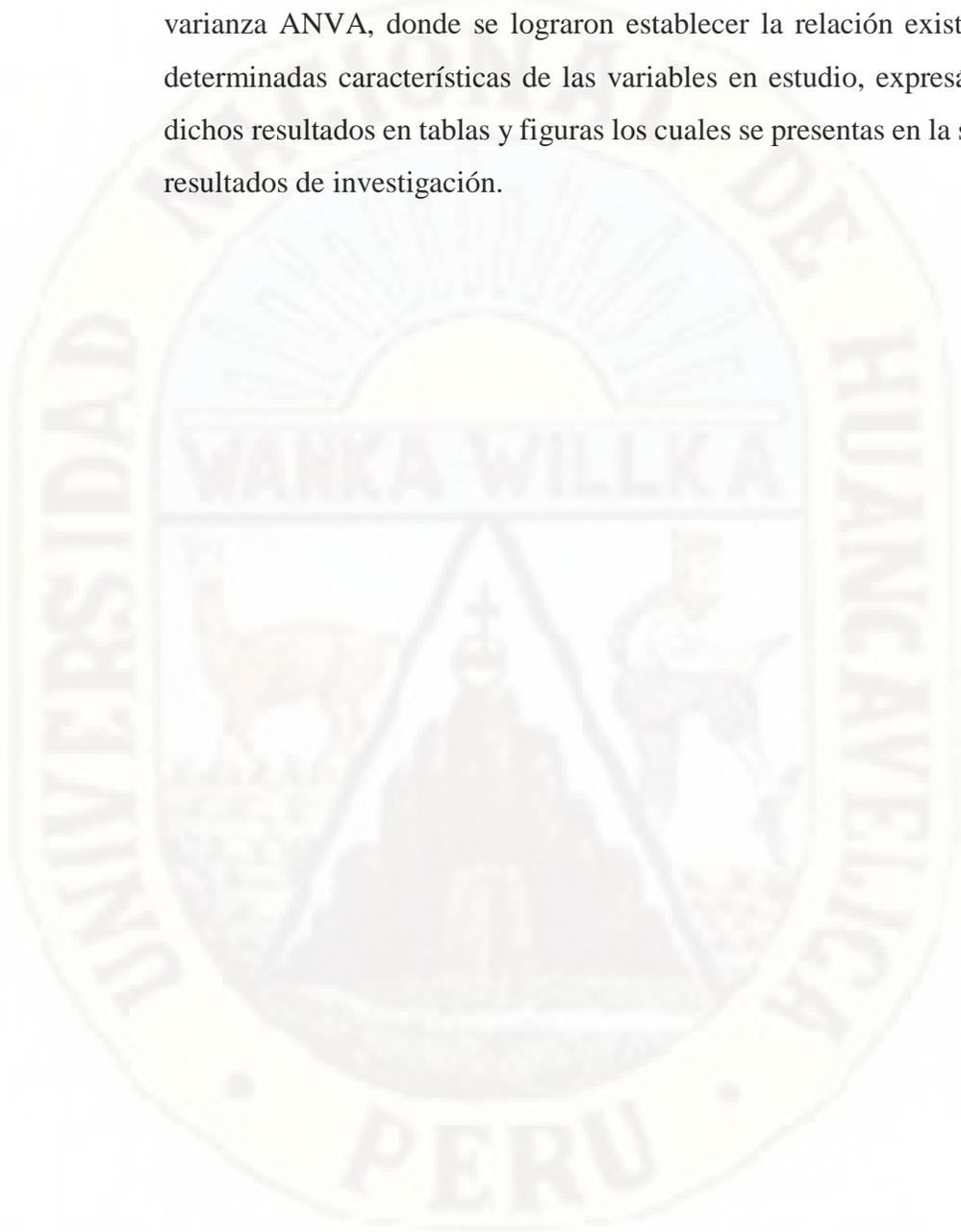
### 3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se evaluó la incidencia de Cogollero en las etapas fenológicas donde se encuentra presente.
- Se evaluó porcentaje de eficiencia en campo.
- Se determinó la efectividad del producto *Metarhizium anisopliae*.

### 3.5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos obtenidos a través de instrumentos aplicado al campo experimental “DETERMINAR LA DOSIS ADECUADA DEL HONGO (*Metarhizium anisopliae*) PARA CONTROLAR AL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN LA PRODUCCION DE MAIZ

EN LA COMUNIDAD DE CCASANCCA – CAJA – ACOBAMBA - HUANCAVELICA” los resultados se obtuvieron a través de análisis de varianza ANVA, donde se lograron establecer la relación existente entre determinadas características de las variables en estudio, expresándose los dichos resultados en tablas y figuras los cuales se presentas en la sección de resultados de investigación.



# CAPÍTULO IV

## DISCUSIÓN DE RESULTADO

### 4.1. Análisis de información y resultados

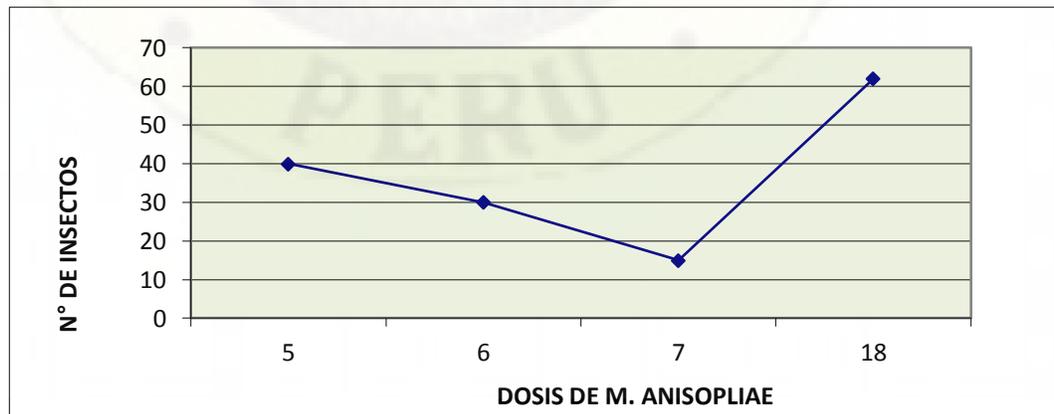
a) **Primera dosis:** de *Metarhizium anisopliae* para el control de cogollero *Spodoptera frugiperda* en la producción de maíz en la etapa de crecimiento lento a los 15 días cuando la planta presenta 2 a 3 hojas en la comunidad de Ccasancca – Caja – Acobamba.

**Tabla N° 1 Análisis de Varianza**

Según indica la tabla N°1. Si existe diferencia significativa entre F.C es mayor que la F.T por lo tanto si influye la dosis de *Metarhizium anisopliae* en el control de *Spodoptera frugiperda* quiere decir que cumple la Ha y se rechaza la Ho.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	291.6875	3	97.22916667	26.0726257	1.52856E-05	3.490294819
Dentro de los grupos	44.75	12	3.729166667			
Total	336.4375	15				

**FIGURA N°1.** Aplicación de *Metarhizium anisopliae* en la etapa fenológica de crecimiento lento a los 15 días cuando la planta presenta 2 a 3 hojas.



b) **Segunda dosis:** de *Metarhizium anisopliae* para controlar el cogollero *Spodoptera frugiperda* en la producción de maíz en la etapa de crecimiento rápido a los 30 días cuando la planta presenta 6 a 8 hojas en pleno desarrollo de yema apical – panícula en la comunidad de Ccasancca – Caja – Acobamba.

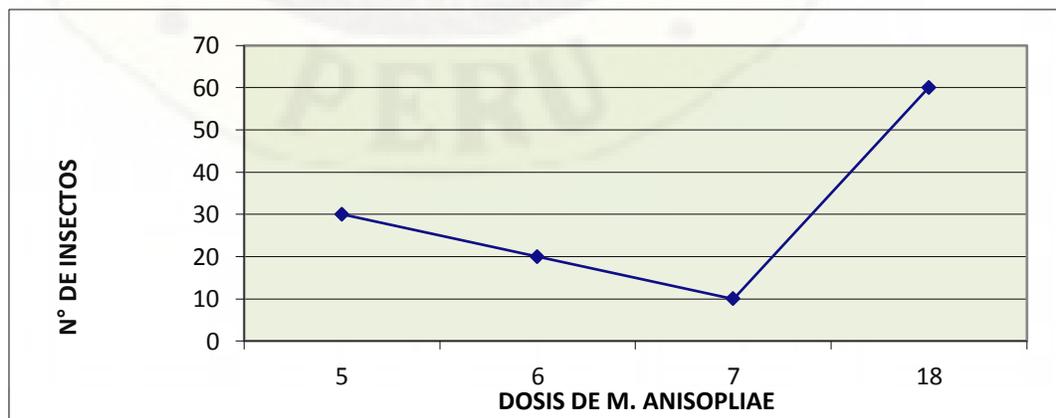
**Tabla N°2. Análisis de Varianza**

Según indica la tabla N°2. Si existe diferencia entre F.C es mayor que la F.T por lo tanto si influye la dosis de *Metarhizium anisopliae* en el control de *Spodoptera frugiperda* quiere decir cumple nuestro  $H_a$  y se rechaza la  $H_o$ .

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	350	3	116.6666667	28	1.05704E-05	3.490294819
Dentro de los grupos	50	12	4.166666667			
Total	400	15				

**FIGURA N°2. Aplicación de *Metarhizium anisopliae* en la etapa fenológica de crecimiento rápido a los 30 días cuando la planta presenta 6 a 8 hojas.**

Según la Figura N°2, la tabla nos indica que el promedio de control al cogollero *Spodoptera Frugiperda* a base de *Metarhizium anisopliae*; representa la reducción de N° de insectos de acuerdo a los tratamientos T3 = 10 insectos, seguido por el T2= 20 insectos, seguido por el T1= 30 insectos y en el testigo con el T4 = 60 insectos.



c) **Tercera dosis:** de *Metarhizium anisopliae* para controlar el cogollero *Spodoptera frugiperda* en la producción de maíz en la etapa de alargamiento entre nudo a los 55 días de su etapa fenológica del cultivo en la comunidad de Ccasancca – Caja – Acobamba.

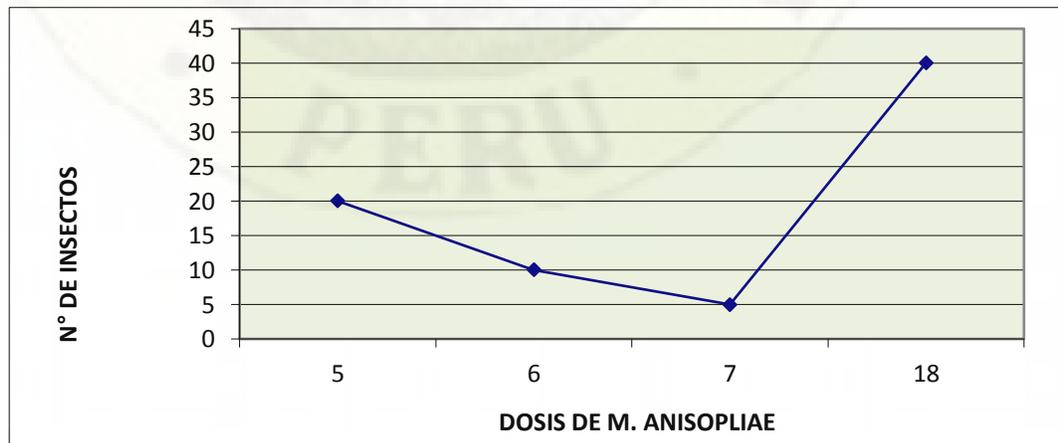
**Tabla N°3. Análisis de Varianza**

Según indica la tabla N°3. Si existe diferencia entre F.C es mayor que la F.T por lo tanto si influye la dosis de *Metarhizium anisopliae* en el control de *Spodoptera frugiperda* quiere decir cumple nuestro Ha y se rechaza la Ho.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	188.1875	3	62.72916667	13.87557604	0.000330942	3.490294819
Dentro de los grupos	54.25	12	4.520833333			
Total	242.4375	15				

**FIGURA N°3. Aplicación de *Metarhizium anisopliae* en la etapa fenológica de alargamiento entre nudos a los 55 días.**

Según la Figura N°3, la tabla nos indica que el promedio de control al cogollero *Spodoptera Frugiperda* a base de *Metarhizium anisopliae*; representa la reducción de N° de insectos de acuerdo a los tratamientos T3 = 05 insectos, seguido por el T2= 10 insectos, seguido por el T1= 20 insectos y en el testigo con el T4 = 40 insectos.



**d) Cuarta dosis:** de *Metarhizium anisopliae* para controlar el cogollero *Spodoptera frugiperda* en la producción de maíz en la etapa de floración a los 90 días de su etapa fenológica del cultivo en la comunidad de Ccasancca – Caja – Acobamba.

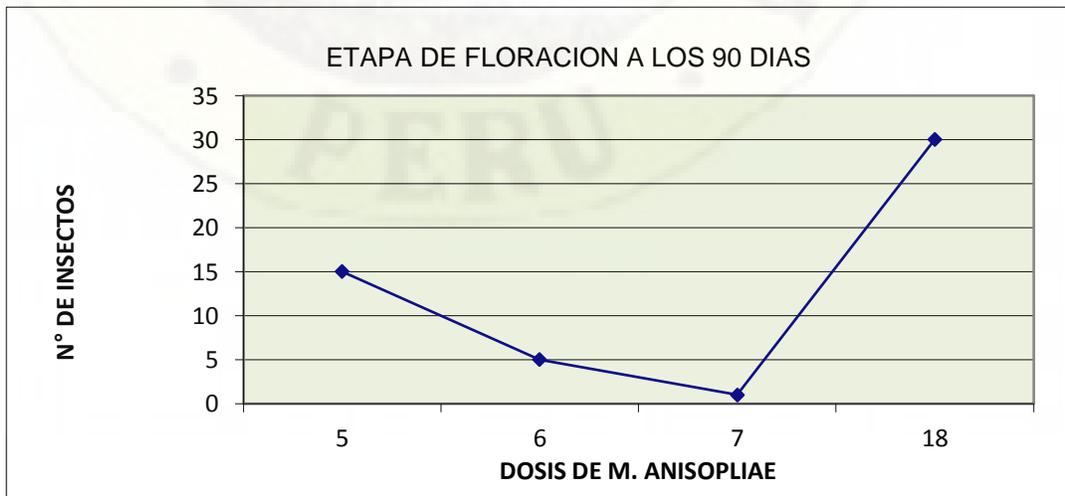
**Tabla N°4. Análisis de Varianza**

Según indica la tabla N°4. Si existe diferencia entre F.C es mayor que la F.T por lo tanto si influye la dosis de *Metarhizium anisopliae* en el control de *Spodoptera frugiperda* quiere decir cumple nuestro Ha y se rechaza la Ho.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	125.1875	3	41.72916667	32.8360656	4.57878E-06	3.490294819
Dentro de los grupos	15.25	12	1.270833333			
Total	140.4375	15				

**FIGURA N°4. Aplicación de *Metarhizium anisopliae* en la etapa fenológica de floración a los 90 días.**

Según la Figura N°4, la tabla nos indica que el promedio de control al cogollero *Spodoptera Frugiperda* a base de *Metarhizium anisopliae*; representa la reducción de numero de insectos de acuerdo a los tratamientos T3 = 01 insectos, seguido por el T2= 05 insectos, seguido por el T1= 15 insectos y en el testigo con el T4 = 30 insectos.



## 4.2. Discusiones

### 4.2.1. Control biológico

Particularmente el control biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae*, es una alternativa viable, contribuye a la sustentabilidad y rentabilidad del cultivo de maíz no altera el medio ambiente, en el proyecto de investigación se utilizó el DBCA con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones teniendo el resultado favorable del tratamiento tres llegando a controlar a la *Spodoptera Frugiperda*, con una dosis de 140 g/cilindro asemejándose a las discusiones de los autores mencionados.

Ezeta León, J. & García Brito (2018) menciona en su trabajo de investigación en el mundo se ha reportado que el insecto plaga más agresivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es un defoliador, consume el follaje y daña el cogollo de maíz haciendo raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, troza tallos y mazorcas produciendo daños irreversibles, por lo que es necesario agentes alternativos de control como son el *Metarhizium anisopliae*. El estudio se enfocó en evaluar la acción control del hongo *Metarhizium anisopliae*, la bacteria y sus interacciones en el control de *Spodoptera frugiperda*. El diseño fue bloques completos al azar con arreglo factorial 3 más un testigo absoluto para un total de 10 tratamientos y 3 repeticiones, sobre el híbrido Dekalb 7088. Los resultados muestran que no existe interacción entre los factores en estudio, pero si hubo incidencias estadísticas entre los factores. La mayor eficacia insecticida se alcanzó con *Metarhizium anisopliae* con 3 cc/litro logró el mejor rendimiento en variables como, altura de planta, peso de mazorcas y rendimiento kg/ha. Los productos biológicos aplicados mostraron su efecto controlador en poblaciones de larvas de *Spodoptera frugiperda*.

Hernández & Velázquez (2011) menciona que interés que se ha observado en cuanto a la utilización de agentes de control biológico es debido a la demanda de estos, ya que han sido creados centros de reproducción de

organismos benéficos

Trejo (2018) en su trabajo de investigación menciona que el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Smith & Abbott), es un organismo plaga del maíz en México, y causa daños de alrededor del 60% en rendimiento, dañando los tejidos jóvenes. El principal método para su control es la utilización de plaguicidas químicos; sin embargo, el uso de estas sustancias repercute negativamente en la salud humana y sobre insectos benéficos

Salas & Araiza (2003) menciona que los insectos parasitoides, depredadores y microorganismos patógenos se utilizan con la finalidad de disminuir las poblaciones de insectos plaga como *Spodoptera frugiperda* a un nivel en el que no ocasione daño económico.

Mónica Acuña & Jiménez (2015) en su trabajo de investigación trabajó con la patogenicidad de esporas micro encapsuladas de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin a una dosis de  $1 \times 10^8$  Esporas por mililitro fueron utilizados contra los insectos *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis virescens* (Fabricio) (*Lepidóptera: Noctuidae*). También se evaluó la toxicidad de las esporas no micro encapsuladas a la misma dosis. Se utilizó gelatina bovina como matriz para producir microcápsulas mediante la técnica de secado por atomización con una temperatura de entrada de 85 ° C y una temperatura de salida de 33 ° C en el proceso de secado por atomización. Se utilizó microcopia electrónica de barrido para ayudar a medir el tamaño de la microcápsula y determinar la forma de las esporas. También se evaluaron la viabilidad y la humedad de las esporas. Ambas formulaciones fúngicas se aplicaron sumergiendo las larvas del gusano de los cogollos del tabaco en el primer estadio durante 30 segundos. El número de larvas que murieron se registró 48 horas después de la inoculación. Las microcápsulas eran <20 µm. espora.

Vázquez & Ramírez (2015) menciona que los parasitoides son considerados insectos con una actividad amplia, debido a su diversa capacidad de búsqueda, se les confiere la capacidad de reproducción y así darle

continuidad a la especie, por su parte, los depredadores son un grupo de organismos que consumen diferentes insectos plaga y considerados como generalistas, destacan las catarinas en sus diversos colores como los de la familia *Lepidóptera*, *Coccinellidae*; son utilizadas para el control de huevo de *Lepidópteros*.

Hernández & Trejo et al. (2018) menciona en su trabajo de investigación que los microorganismos entomopatógenos como bacterias, virus y hongos son utilizados en el cultivo de maíz. Dentro de estos se encuentran hongos entomopatógenos como *Metarhizum anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, y depredadores de la familia *Lepidópteros*, *Coccinellidae* como *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus), siendo estas más utilizadas en el control biológico. Asimismo, algunos parasitoides como *Telenomus remus* (Nixon) (*Hymenoptera: Platygasteridae*). Por lo cual, las ventajas del control biológico es reducir niveles de infestación de plagas a una proporción que no causen daño económico, disminuir el espectro de acción y además no generan contaminación al ambiente. El control biológico depende en gran medida de las condiciones climáticas, etapa fenológica del cultivo y de la interacción entre las plagas y el hospedero.

Ríos (2017) menciona que en su trabajo de investigación que está claro que la intención que ejerce el uso del control biológico *Metarhizum anisopliae* en población de plagas *lepidópteros* tienen como enfoque primordial complementar no sustituir, además de reducir riegos de resistencia y la cantidad de aplicaciones químicas en los cultivos.

Carreras (2011) en su trabajo de investigación menciona que es evidente los resultados que ha demostrado la liberación de parasitoides de huevos de insectos plaga en campo, y donde ha causado más de 80% de mortalidad sobre la etapa de huevo de *Spdoptera Frugiperda*.

## Prueba de hipótesis

En el trabajo de investigación la prueba estadística apropiada de acuerdo al diseño experimental que se trabajó es el de tipo de datos y el número de grupos que se comparan la cifra que resulta de usar la prueba es aplicar la dosis de *Metarhizium anisopliae* en los bloques de tratamiento se conoce como el estadístico del test vale la pena decir aquí, y lo reiteraremos luego que las pruebas de hipótesis alternativa es aceptada de acuerdo a los resultados del trabajo de investigación de tal manera el valor de (p) obtenido refleja la probabilidad de rechazar la hipótesis nula basándose en un nivel preestablecido de probabilidades. En la investigación se pudo comprobar la eficiencia del hongo *Metarhizium anisopliae* siendo un control biológico y una alternativa de solución en el campo sin contaminar el suelo y el medio ambiente, utilizando las siguientes dosis de 100 g/cil, 120 g/cil. Y 140 g/cil. Que se han empleado para el control de cogollero de maíz *Spodoptera frugiperda* plaga clave, su incidencia se presenta en las etapas fenológicas de crecimiento lento, crecimiento rápido, alargamiento entre nudos y floración, siendo una de las plagas que afecta el cultivo de maíz, en esta ocasión se ha realizado un comparativo de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones con diferentes dosis de *Metarhizium anisopliae*, teniendo el resultado del tratamiento tres con la dosis de 140 g/cil. es el más eficiente en cuanto al control de las larvas de primer, segundo, tercer y cuarto estadio larval mostrando una mayor eficiencia numérica de control en el campo del enemigo a base del control biológico resultando a eliminar las larvas del cogollero en sus estadios, los cuales llegaron a reducir numéricamente la incidencia poblacional de *spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca distrito de Caja provincia de Acobamba departamento de Huancavelica.

## Conclusiones

- ✓ Se ha determinado la existencia de una relación directa y significativa del hongo *Metarhizium anisopliae* es una alternativa de solución en campo, así como las dosis que se han empleado para el control de esta plaga clave que a su vez es indirecta y directa.
- ✓ Se ha determinado la existencia de una relación directa y significativa entre el tratamiento 3 utilizando la dosis de 140 g/ Cilindro en la que se ha determinado que las cuatro aplicaciones que se han realizado para combatir a esta plaga han contribuido a un control más eficiente ya que muestra una población decreciente con esta dosis, permaneciendo un porcentaje de 0 % en la etapa de floración lo que no afecta el rendimiento total del cultivo.
- ✓ Se ha determinado la existencia de una relación directa y significativa entre el tratamiento 2 de 120 g/ Cilindro con *Metarhizium anisopliae* para el control del Cogollero en el maíz, se puede observar que el hongo a esta dosis controla la incidencia de plaga inicialmente en las etapas de crecimiento lento y rápido para luego incrementarse la incidencia en las demás etapas fenológicas llegando a alcanzar un 40 % de infestación en la etapa de floración, lo cual es perjudicial para el rendimiento.
- ✓ Y por último con el tratamiento de 100 g/Cilindro, en sus cuatro aplicaciones realizadas de acuerdo a la fenología del cultivo se observa que la infestación de la plaga es de 55 % en la etapa de crecimiento lento, seguido de un 45 % en la etapa de crecimiento rápido, seguido en etapa de alargamiento entre nudos 35% y por último de un 25% en floración lo que indica que el tratamiento no ha sido eficaz en las etapas fenológicas siguientes lo que indica un menor rendimiento del cultivo.
- ✓ Se debe utilizar el hongo *Metarhizium anisopliae* en una dosis de 140 gramos por cilindro para la reducción de la infestación del cogollero *spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz.

## Recomendaciones

- ✓ El primer punto al existir una relación directa y significativa en su fase vegetativa del cultivo de maíz amiláceo, corresponde a tratar sobre la dosis adecuada de *Metarhizium anisopliae*, que se generó por métodos y técnicas considerando su eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.
- ✓ Un segundo punto se ha determinado una relación directa y significativa sobre las dosis del hongo en el cultivo de maíz amiláceo se debe programar sus siembras para evitar la proliferación del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en el campo y así evitar bajos rendimientos en el cultivo.
- ✓ En el tercer punto, se ha determinado una relación directa y significativa entre la dosis de 140 g/cilindro, de *Metarhizium anisopliae* para el control de esta plaga en campo.
- ✓ En el cuarto punto al existir una relación directa y significativa entre los resultados de las pruebas con productos de origen biológico para regular las poblaciones del cogollero *spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz.
- ✓ En el quinto punto realizar estudios en la comunidad de Ccasancca sobre los enemigos naturales encontrados en el cultivo de maíz amiláceo en campo ya que en esta comunidad la aplicación de productos químicos es casi nula.

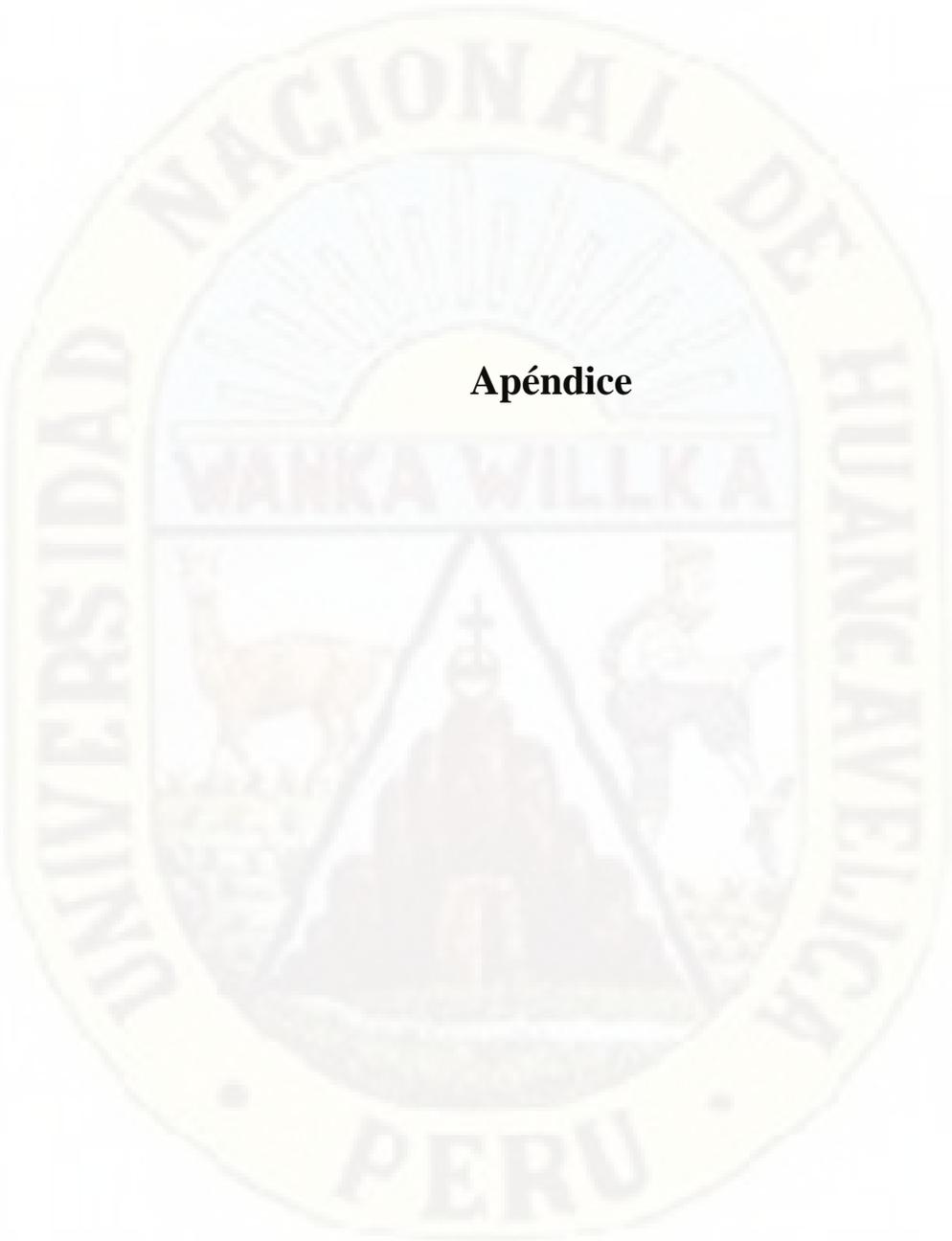
## Referencias bibliográficas

1. Bautista G.A. (2015). Tres dosis de *Metarhizium Anisopliae*. Universidad y ciencia, PP 37-40.
2. Bustillos, R. J. C.; Ordoñez, G. M.; Ruiz, C. M. F.; Berlanga, R. D. I.; Ornelas, P. J. J.; Zamudio, F. P. B.; Acosta, M. C. H.; Olivas, O. G. I.; Sepúlveda (2014). 35 - 37.
3. Cabrera. (2015). El Maiz. Revista científica, 40-30. Caracterización de aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y su patogenicidad. (2016). Revista Colombiana de Entomología 42 (1), PP 28 -35.
4. Carreras, S. B. (2011). Aplicaciones de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* en el control de fitopatógenos. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 12(2):129-133. [ Links ]
5. Ezeta León, J., García Brito, O., & Gordillo Manssur, F. (2018). La Evaluación del control biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz: Control biológico de *Spodoptera frugiperda*. Journal of Science and Research: Revista Ciencia E Investigación. ISSN 2528-8083, 3(11), 18-23. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp18-23p>
6. Flores, M. F.; Pucheta, D. M.; Ramos-López, M. R.; Rodríguez, N. S.; Ramos, E. G. y Juárez, R. D. (2013). Estudio del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. Interciencia. 38(7):523-527. [ Links ]
7. Flores, M. F.; Pucheta, D. M.; Ramos-López, M. R.; Rodríguez, N. S.; Ramos, E. G. y Juárez, R. D. (2013). Estudio del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. Interciencia. 38(7):523-527. [ Links ]
8. Gallegos, M. G.; Cepeda, S. M. y Olayo, P. R. P. (2003). Entomopatógenos. Trillas, México, DF. 148 p. [ Links ]
9. García, G. A.; Ortega-Arena, L. D.; Aragón-García, A.; González-Hernández, H.; Romero-Nápoles, J.; Reyes-Olivas, A. y Morón, M. A. (2012). Especies de gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociadas al cultivo de maíz en Ahome, Sinaloa,

- México. *Agrociencia*. 46(3):307-320. [ Links ]
10. Gutiérrez, C.; González-Maldonado, M. B. y Cortez-Mondaca, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*. 8(3b):57-70. [ Links ]
  11. Hernández-Trejo et al., (2018), Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agro productividad*. 11(1):9-14. [ Links ]
  12. Lezama, R.; Molina, J.; López, M.; Pescador, A.; Galindo, E.; Ángel, C. A. y Michel, C. A. (2005). Efecto del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* sobre el control del gusano cogollero del maíz en campo. *Av. Inves. Agrop.* 9(1):069-074. [ Links ]
  13. Mónica Acuña-Jiménez, Ninfa M. Rosas-García, Melina López-Meyer, Juan Carlos Saíenz-Hernández, Manuel Mundo-Ocampo, Cipriano García-Gutiérrez *Southwestern Entomologist* Vol. 40, Issue 3 (Sep 2015), pg(s) 531-538
  14. Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de plagas, CATIE. Costa Rica. No.63.* pp 95- 103.
  15. Obando J.A. (2013). Salibasos de caña de azúcar. Valle del Rio Cauca - Colombia, *Revista Científica*.38-37.
  16. Pascagaza Pulido – (2020). Evaluación in vitro de *metarhizium* spp. y *steinernema carpocapsae* bc como agentes de control biológico del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) 2020 pp15-33p.
  17. Ramírez, J. G.; García-Hernández, J. L.; Murillo-Amador, B.; Nieto-Garibay, A.; Beltrán, A.; Fenech, L. y Arnaud-Franco, G. (2006). Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. *Universidad y Ciencia*. 22(2):191-203. [ Links ]
  18. Ríos, V. C.; Bustillos, R. J. C.; Ordoñez, G. M.; Ruiz, C. M. F.; Berlanga, R. D. I.; Ornelas, P. J. J.; Zamudio, F. P. B.; Acosta, M. C. H.; Olivas, O. G. I.; Sepúlveda, A. D. R.; Salas, M. M. A.; Jacobo, C. J. L.; Cambero, C. O. J. y Gallegos, M. G. 2017. Manual de uso y aplicación de bioinsecticidas micro encapsulados para el manejo de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea*. Centro de Investigación en Alimentos y

Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtémoc 56 p. [ Links ]

19. Rivera, V. L. Mora. (2015). Efecto de entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). UNHEVAL-Institucional, pp 10-11.
20. Rodríguez-Leyva, E.; Ortega-Arenas, L. D. y Solís-Aguilar, J. F. (2012). Susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a insecticidas asociada a césped en Quintana Roo, México. *Agrociencia*. 46(3):279-287. [ Links ].
21. Roy, H., Steinkraus, (2006). Bizarre interactions and endgames: entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. *Annual Reviews of Entomology*, 51:331–357 pp18-23p.
22. Salas-Araiza, M. D. y Salazar-Solís, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria*. 13(1):29-35. [ Links ].
23. Soto A. J. (2016). Caracterización de aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y su patogenicidad. *Revista Colombiana de Entomología* 42 (1): PP: 28-35.
24. Vásquez, J.; Zeddám, J. L. y Tresierra, A. A. (2002). Control biológico del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) con el baculovirus SFVNP, en Iquitos-Perú. *Folia Amazónica*. 13(1-2):25-39. [ Links ]



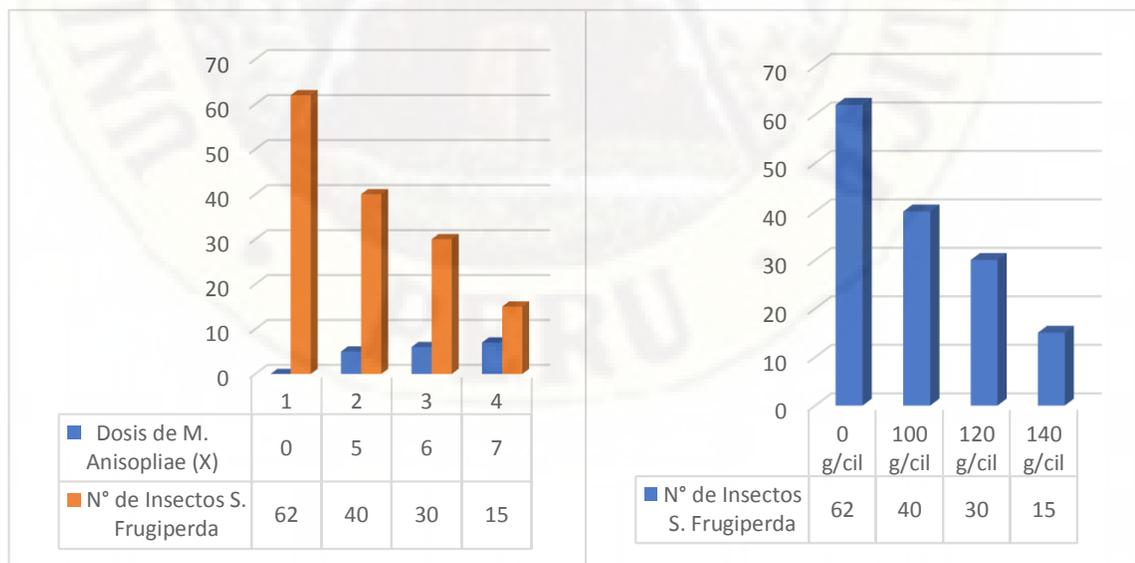
**Apéndice**

### Apéndice N° 1. Regresión lineal simple

Aplicación de *Metarhizium Anisopliae* en crecimiento lento a los 15 días cuando la planta presenta 2 a 3 hojas para el control de cogollero *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja- Acobamba.

Nº de datos	Dosis de M. Anisopliae (X)	Nº de Insectos S. Frugiperda	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	0	62	0	3844.00	310
2	5	40	25	1600	240
3	6	30	36	900	210
4	7	15	49	225	270
Σ	18	147	110	6569	661.5
Media	4.5	36.75	27.5	1642.25	257.5

**Figura N°1.** Control al *spodoptera frugiperda* en la etapa de crecimiento lento a los 15 días cuando la planta presenta 2 a 3 hojas con la aplicación del hongo *Metarhizium Anisopliae* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja- Acobamba.

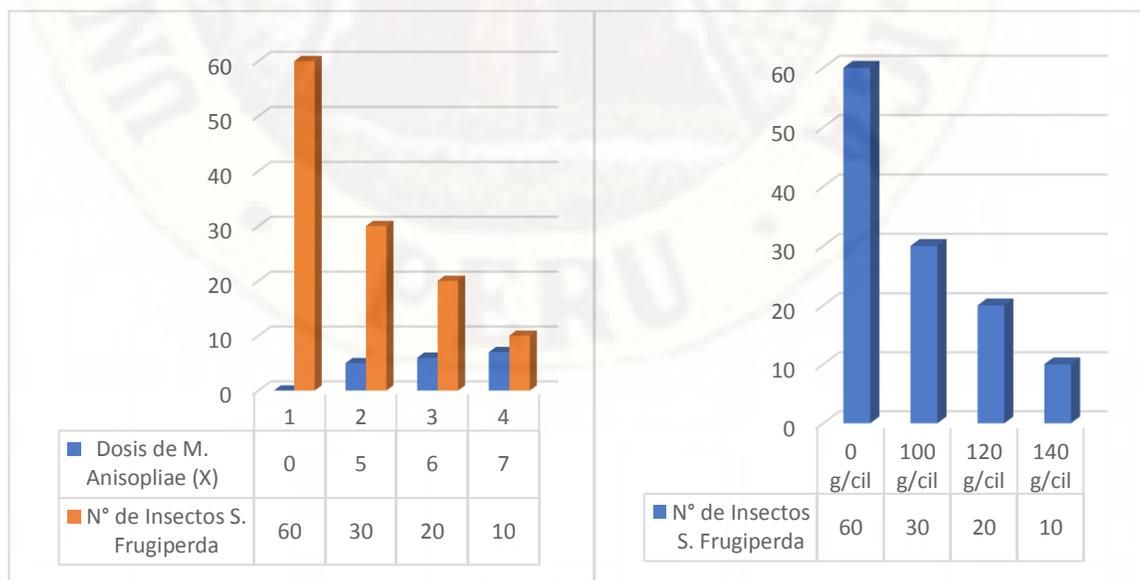


## Apéndice N°2. Regresión lineal simple

Aplicación de *Metarhizium Anisopliae* en crecimiento rápido a los 30 días cuando la planta presenta 6 a 8 hojas para el control de cogollero *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja-Acobamba.

Nº de datos	Dosis de M. Anisopliae (X)	Nº de Insectos S. Frugiperda	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	5	30	0	900.00	150
2	6	20	25	400	120
3	7	10	36	100	70
4	0	60	49	3600	1080
Σ	18	120	110	5000	540
Media	4.5	30	27.5	1250	355

**Figura N°2.** Control al *spodoptera frugiperda* en la etapa de crecimiento rápido a los 30 días cuando la planta presenta 6 a 8 hojas con la aplicación del hongo *Metarhizium Anisopliae* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja-Acobamba.

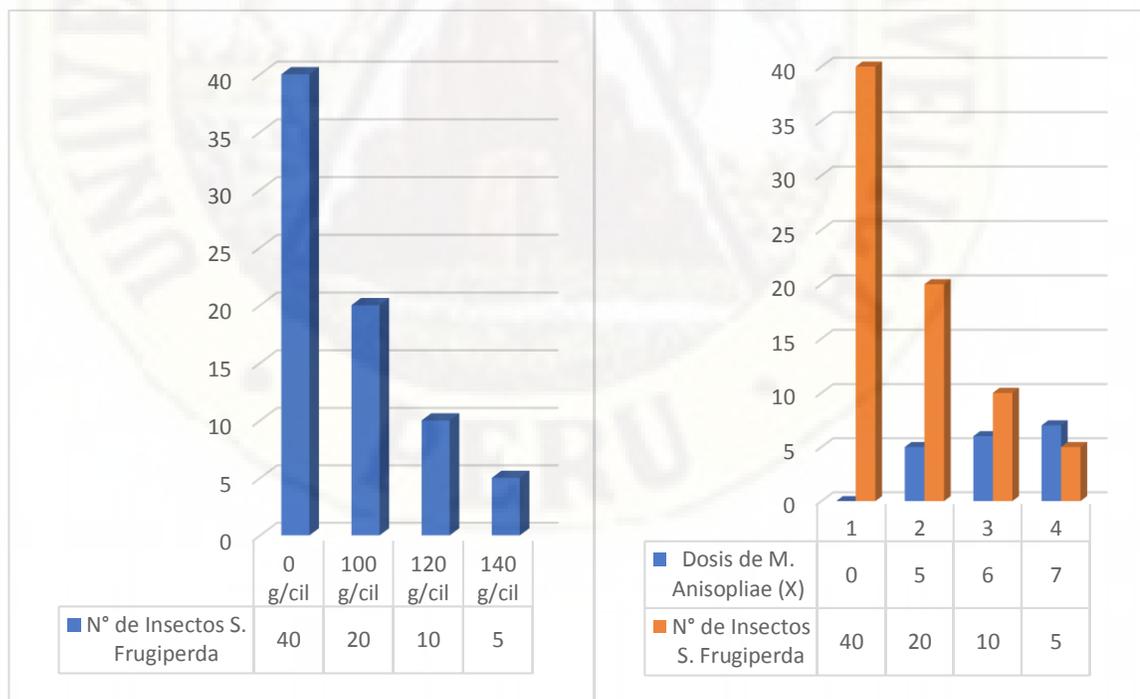


### Apéndice N°3. Regresión lineal simple

Aplicación de *Metarhizium Anisopliae* en la etapa de alargamiento entre nudos a los 55 días para el control de cogollero *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja-Acobamba.

Nº de datos	Dosis de M. Anisopliae (X)	Nº de Insectos S. Frugiperda	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	0	20	0	400.00	100
2	5	10	25	100	60
3	6	5	36	25	35
4	7	40	49	1600	720
Σ	<b>18</b>	<b>75</b>	<b>110</b>	<b>2125</b>	337.5
Media	<b>4.5</b>	<b>18.75</b>	<b>27.5</b>	<b>531.25</b>	<b>228.75</b>

**Figura N°3.** Control al *spodoptera frugiperda* en la etapa de alargamiento entre nudos a los 55 días con la aplicación del hongo *Metarhizium Anisopliae* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja-Acobamba.

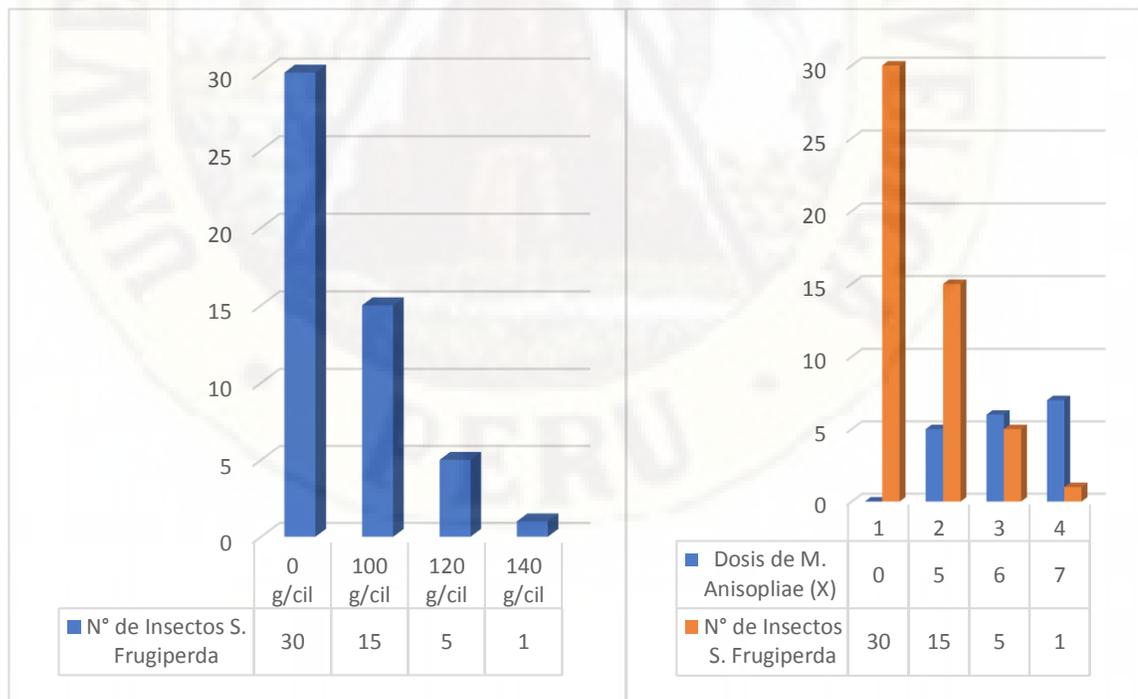


#### Apéndice N°4. Regresión lineal simple

Aplicación de *Metarhizium Anisopliae* en la etapa de floración a los 90 días para el control de cogollero *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca-Caja-Acobamba.

Nº de datos	Dosis de M. Anisopliae (X)	Nº de Insectos S. Frugiperda	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	0	15	0	225.00	75
2	5	5	25	25	30
3	6	1	36	1	7
4	7	30	49	900	540
Σ	18	51	110	1151	229.5
Media	4.5	12.75	27.5	287.75	163

**Figura N°3.** Control al *spodoptera frugiperda* en la etapa de floración a los 90 días con la aplicación del hongo *Metarhizium Anisopliae* en el cultivo de maíz amiláceo en la comunidad de Ccasancca- Caja-Acobamba.



## Apéndice 5. Matriz de consistencia

### “DETERMINAR LA DOSIS ADECUADA DEL HONGO (*Metarhizium anisopliae*) PARA CONTROLAR AL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN LA PRODUCCION DE MAIZ EN LA COMUNIDAD DE CCASANCCA – CAJA - ACOBAMBA - HUANCAMELICA”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	DATO DE INDICADOR	METODOLOGÍA	
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>Ha:</b> El empleo de <i>Metarhizium anisopliae</i> si controla al gusano Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca.  <b>Ho:</b> El empleo de <i>Metarhizium anisopliae</i> no controlara al gusano Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz en la comunidad de Ccasancca.	<b>a) Variable dependiente</b> El cultivo de maíz fenología Plaga Cogollero ( <i>Spodoptera Frugiperda</i> ) ciclo biológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de las tres dosis de aplicación del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i>.</li> </ul>	<b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Experimental. <b>Método:</b> Deductivo explicativo Experimental <b>Diseño:</b> BCA. <b>Población:</b> 2,496 plantas de maíz amiláceo <b>Muestra:</b> 288 plantas de maíz amiláceo. <b>Técnicas de recolección de datos:</b> Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar. <b>Instrumentos de procesamiento de datos:</b> Para el procesamiento de la información se utilizará el programa estadístico Excel y Minitap para sumatoria de datos y sus promedios y SPS, y se efectuarán la prueba de significación de Chi cuadrado para contrastar la hipótesis.	
¿Cuál es el efecto de las tres dosis de hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> para el control de Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz amiláceo ( <i>Zea maíz L.</i> ) en la comunidad de Ccasancca?	Evaluar la influencia de las tres dosis (100, 120, 140 g/Cilindro) de <i>Metarhizium anisopliae</i> para el control al Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz amiláceo ( <i>Zea maíz L.</i> ). En la comunidad de Ccasancca.					
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>		¿Cuál es la incidencia poblacional del cogollero <i>Spodoptera frugífera</i> en el cultivo de maíz?	<b>a) Variable Independiente</b> <i>Metarhizium anisopliae</i> (Dosis) 100, 120 y 140 g/Cil.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectividad del entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i>.</li> <li>Evaluación de la plaga <i>Spodoptera frugífera</i> en el cultivo de maíz.</li> <li>Evaluación de las tres dosis de aplicación del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium</i>.</li> <li>Efectividad del entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i>.</li> </ul>
¿Cuál es la efectividad de las tres dosis (100, 120, 140 g/Cilindro) de aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de gusano cogollero en el cultivo de maíz.	Medir la incidencia poblacional del cogollero <i>Spodoptera frugífera</i> en el cultivo de maíz.  Determinar la efectividad de las tres dosis (100, 120, 140 g/Cilindro) de aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de gusano cogollero en el cultivo de maíz.					
¿Cuál es el comparativo de las tres dosis de (100, 120, 140 g/Cilindro) en estudio con el testigo.	Evaluar el comparativo de las tres dosis de (100, 120, 140 g/Cilindro) en estudio con el testigo.					

## Apéndice 6. Testimonio fotográfico

**Fotografía N°01.** Preparando la semilla para la siembra en el campo definitivo.



**Fotografía N°02.** Preparación del suelo y siembra de maíz en la parcela demostrativa.



**Fotografía N°03.** Parcela de bloques de maíz san Gerónimo en la comunidad de Ccasanca.



**Fotografía N°04.** Colocando la señalización en los bloques correspondiente.



**Fotografía N°05.** Campo demostrativo de maíz san Gerónimo.



**Fotografía N°06.** Cultivo de maíz afectado por el Cogollero *Spodoptera frugiperda*.



**Fotografía N°07.** Aplicación de *Metarhizium anisopliae* en el cultivo de maíz.



**Fotografía N°08.** Aplicando el *Metarhizium anisopliae* de acuerdo la dosis en bloques



**Fotografía N°09.** Balanza electrónica que se utilizó para pesar las dosis correspondientes de *Metarhizium anisopliae*.



**Fotografía N°10.** Insumo de *metarhizium anisopliae*.



**Fotografía N°11.** Efecto de *Metarhizium anisopliae* sobre el cogollero *Spodoptera frugiperda*.



**Fotografía N°12.** Ataque de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz san Gerónimo.



**Imagen N°13.** Monitoreo en el campo para llegar a observar la eficacia de *Metarhizium anisoplae* en los bloques correspondientes.



**Imagen N°14.** Observación del ataque del cogollero en cada bloque de la parcela demostrativa



**Fotografía N°15.** En el bloque uno observando el ataque de cogollero.



**Fotografía N°16.** Ataque del cogollero *Spodoptera frugiperda*

