


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint, likely St. Charles, seated on a horse. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the figure are golden castles. The background is a light blue sky with a green hill at the bottom. The text 'UNIVERSITAS CAROLINA ACAD. AGRON. GUATEMALENSIS' is written around the perimeter of the seal.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE TRES HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana* spp., *Metarhizium anisopliae* spp., *Paecilomyces lilacinus* spp.) Y DOS DOSIFICACIONES DE APLICACIÓN, SOBRE EL PARASITISMO DE HUEVOS DE CHINCHES SALIVOSA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA SAN PATRICIO DEL INGENIO MAGDALENA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**OTTO FRANCISCO AVILES MOLINA**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE TRES HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana* spp., *Metarhizium anisopliae* spp., *Paecilomyces lilacinus* spp.) Y DOS DOSIFICACIONES DE APLICACIÓN, SOBRE EL PARASITISMO DE HUEVOS DE CHINCHE SALIVOSA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA SAN PATRICIO DEL INGENIO MAGDALENA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

**OTTO FRANCISCO AVILES MOLINA**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MA. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Electrica. Carlos Waldemar León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

Guatemala, septiembre de 2018

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

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana* spp., *Metarhizium anisopliae* spp., *Paecilomyces lilacinus* spp.) Y DOS DOSIFICACIONES DE APLICACIÓN, SOBRE EL PARASITISMO DE HUEVOS DE CHINCHE SALIVOSA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA SAN PATRICIO DEL INGENIO MAGDALENA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado de académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los aspectos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**OTTO FRANCISCO AVILES MOLINA**

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por darme la vida, ser mi guía en todo momento, gracias por este triunfo.

### **A MIS PADRES**

Otto Santiago Avilés Recinos y Sofía Mirna Yolanda Molina Navas, gracias por su amor, apoyo incondicional, confianza y esfuerzo en mi formación académica, personal, y por enseñarme a ser una persona de bien, este triunfo es de ustedes, los amo.

### **A MIS HERMANOS**

Diego Fernando Y Ana Sofía por demostrarme su aprecio incondicional en todo momento, gracias los amo.

### **A MIS ABUELOS**

Francisco Aviles (†) Q.E.P.D, Francisca Recinos, Rigoberto Molina Y Mirna Navas, los amo.

### **A MI NOVIA**

Stefany Navas, gracias por estar en las buenas y en las malas, por alentarme a siempre seguir adelante, por tu amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional, te amo.

### **A FAMILIA ORELLANA MOLINA**

Por siempre estar ahí apoyándome, dándome consejos, y por ser mi segundo hogar, los quiero.

## **A MIS AMIGOS**

Como recuerdo de las experiencias compartidas, muestra de amistad y por animarme a seguir adelante, si se encuentran acá es porque son importantes para mí.

## **A MI FAMILIA EN GENERAL**

Por todo su cariño y apoyo, gracias.

## **TRABAJO DE GRADUCACIÓN QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por darme la sabiduría en mi vida.

### **A GUATEMALA**

Mi Patria, el país de la eterna primavera.

### **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Mi casa de estudio, alma mater.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por los conocimientos y formación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **MI CASA DE ESTUDIOS**

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

### **MIS CATEDRATICOS**

Por su paciencia, esmero y dedicación para educar y formar mejores profesionales.

### **MI ASESOR**

Ing. Agr. Alvaro Hernandez por su valiosa asesoría y su colaboración en la elaboración del presente documento.

### **MI SUPERVISOR**

Ing. Agr. Luis Montes por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo de investigación



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
ÍNDICE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE CUADROS .....	xiv
RESUMEN .....	xv

### CAPÍTULO I

#### **SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO DE ENTOMOPATÓGENOS, BIO- MAG FINCA SAN PATRICIO, INGENIO MAGDALENA S.A. LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A**

1.1	PRESENTACIÓN .....	1
1.2	Marco Referencial .....	2
1.2.1	Ubicación .....	2
1.2.2	Ecología.....	3
1.2.3	Condiciones Climáticas .....	3
1.2.4	Hidrografía.....	3
1.2.5	Geología .....	3
1.3	OBJETIVOS .....	4
1.3.1	Objetivos General .....	4
1.3.2	Objetivo Específicos .....	4
1.4	METODOLOGÍA .....	5
1.4.1	Fase de gabinete .....	5
1.4.2	Fase de campo.....	5
1.4.3	Fase de Gabinete final.....	5
1.5	RESULTADOS.....	6
1.5.1	Describir los diferentes microorganismos que producen en el laboratorio de Entomopatógenos.....	6
1.5.2	Determinar las diferentes plagas que se estudian en el laboratorio de entomopatógenos .....	10

	<b>Página</b>
1.5.3 Realizar un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del programa investigación de plagas. ....	15
1.6 CONCLUSIONES.....	17
1.7 RECOMENDACIONES .....	18
1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	19
1.9 ANEXOS .....	21

## **CAPÍTULO II**

### **EVALUACIÓN DE TRES HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana* spp., *Metarhizium anisopliae* sp, *Paecilomyces lilacinus* spp.) Y DOS DOSIFICACIONES DE APLICACIÓN, SOBRE EL PARASITISMO DE HUEVOS DE CHINCHE SALIVOSA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.**

2.1. INTRODUCCIÓN .....	22
2.2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.3. MARCO REFERENCIAL.....	43
2.3.1. Ecología.....	43
2.3.2. Condiciones climáticas .....	43
2.3.3. Precipitación pluvial .....	44
2.3.4. temperatura promedio anual.....	44
2.3.5. Hidrografía.....	45
2.3.6. Geología .....	45
2.3 OBJETIVOS.....	46
2.3.1 Objetivo General.....	46
2.3.2 Objetivos Específicos .....	46
2.4 HIPÓTESIS .....	46
2.5 METODOLOGÍA .....	47
2.5.1 Materiales y equipo.....	47
2.5.2 Manejo del experimento .....	47
2.6 RESEULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53

	<b>Página</b>
2.6.1 Huevos parasitados acumulados.....	53
2.7 CONCLUSIONES.....	57
2.8 RECOMENDACIONES .....	58

### **CAPÍTULO III**

#### **Servicios realizados en BioMAG, Ingenio Magdalena S.A.**

2.9 BIBLIOGRAFÍA .....	59
2.10 ANEXOS .....	62
3.1 INTRODUCCIÓN .....	64
3.2 SERVICIO 1. MONTAJE DEL EXPERIMENTO: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE COMPOST Y DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE ( <i>Trichoderma spp</i> ), SOBRE EL DESARROLLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR ( <i>Saccharum spp</i> ) EN FASE DE SEMILLERO BÁSICO.....	65
3.2.1 Objetivos Específicos .....	65
3.2.2 METODOLOGÍA.....	65
3.3 SERVICIO 2. PROPAGACIÓN DE LIMÓN ORNAMENTAL, <i>Swinglea</i> <i>glutinosa</i> , EN LA FINCA SAN PATRICIO. ....	69
3.3.1 Antecedentes.....	69
3.3.2 Objetivo General.....	69
3.3.3 Objetivos Específicos .....	69
3.3.4 Metodología .....	69
3.3.5 RESULTADOS .....	70
3.3.6 EVALUACIÓN.....	73
3.4 SERVICIO 3. RECEPCIÓN, REGISTRO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO Y AGUA. ....	74
3.4.1 Objetivo Específico .....	74
3.4.2 Metodología .....	74
3.4.3 RESULTADOS .....	74
3.4.4 EVALUACIÓN.....	77

## ÍNDICE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa de Bio - MAG. (Punto rojo Laboratorio de Entomopatógenos) .....	2
Figura 2. <i>Metarhizium spp</i> .....	7
Figura 3. <i>Trichoderma spp.</i> .....	8
Figura 4. <i>Beauveria spp.</i> .....	9
Figura 5. <i>Paecilomyces spp.</i> .....	10
Figura 6. Importantes plagas que estudia el laboratorio de Bio - MAG .....	11
Figura 7A. Laboratorio de Entomopatógenos.....	21
Figura 8. Ciclo de vida de chinche salivosa <i>Aeneolomia sp.</i> .....	26
Figura 9. Huevo de chinche salivosa.....	26
Figura 10. Ninfa de Chinche salivosa.....	27
Figura 11. Adulto de chinche salivosa .....	28
Figura 12. Daño foliar causado por chinche salivosa: A) área foliar quemada, B) campo dañado por chinche salivosa.....	31
Figura 13. <i>Beauveria bassiana spp</i> : A) inoculación de <i>Beauveria bassiana</i> en arroz, B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.....	33
Figura 14. <i>Paecilomyces lilacinus spp</i> : A) inoculación de <i>Paecilomyces lilacinus</i> en arroz, B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.....	35
Figura 15. <i>Metharizium anisopliae spp</i> : A) Inoculación de <i>Metharizium anisopliae</i> en arroz, B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.....	37
Figura 16. Vista aérea de la Finca San Patricio. ....	44
Figura 17. A)Cultivo de cañal de azúcar para la extracción de muestras, B) proceso de extracción del suelo y C) marco de metal de 30 cm x 30 cm x 3 cm. ....	48

**Página**

Figura 18. En las fotografías se presenta el proceso de extracción de huevos: A). Lavado de suelo, B) Decantación con soluciones salinas, C) Secado, D) Separación, E) Huevos, F) Huevos totales obtenidos, G). Preparación de unidades experimentales.....	49
Figura 19. Fotografías para la preparación de tratamientos: A) Atomizadores con cada uno de los hongos, B) momento de aplicación a 15 cm de altura y C) las unidades experimentales ya colocadas dentro de la cámara bioclimática. ....	50
Figura 20. Preparación de <i>Trichoderma</i> .....	66
Figura 21. Finca Santa Elisa, área de la evaluación. ....	67
Figura 22. Incorporación de compost. ....	67
Figura 23. Preparación de piedra pómez método asexual.....	70
Figura 24. Preparación de semilla de limón ornamental: A) se extraía las semillas de un limón maduro, B) se lavaban con abundante agua dos (2) veces, C) se les incorporaba cal, se agitaba por 10 minutos y D) se lavaba nuevamente con abundante agua. ....	71
Figura 25. Siembra de semilla de limón ornamental en canasta.....	72
Figura 26. Trasplante de limón ornamental.....	72
Figura 27. Plántulas adultas de limón ornamental.....	73
Figura 28. Identificación de muestra de agua: A) submuestras identificadas de la muestra de agua y B) materiales para el análisis de la muestra. ....	75
Figura 29. Análisis de muestras de agua .....	75
Figura 30. Medición de pH y Conductividad Eléctrica. ....	76
Figura 31 . Inoculación de muestras de suelo en medio de cultivo PDA.....	76

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Análisis FODA realizado al funcionamiento del programa de Investigación de Plagas de Ingenio Magdalena S.A.....	16
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de chinche salivosa .....	24
Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la investigación .....	51
Cuadro 4. Resumen de los resultados de huevos parasitados de chinche salivosa .....	53
Cuadro 5. Análisis de varianza de huevos de chinche salivosa parasitados.....	54
Cuadro 6. Resumen de grupo de Tukey para Huevos parasitados de chinche salivosa....	55
Cuadro 7A. Resultados de Huevos parasitados de chinche salivosa.....	62
Cuadro 8. Descripción de los tratamientos a evaluar. ....	65
Cuadro 9. Descripción de tratamientos para la propagación de limón ornamental .....	70

## RESUMEN

El Ingenio Magdalena, S.A.; actualmente forma parte de la agro industria azucarera de Guatemala y es una empresa dedicada principalmente al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), de la cual obtiene productos como azúcar, energía y alcohol, entre otros.

En el caso de Ingenio Magdalena S.A., cuenta con la División de Investigación y Desarrollo Agrícola, dentro de la estructura del mismo, tiene un rol fundamental en cuanto a la investigación, desarrollo y generación de nuevas tecnologías referentes al cultivo de caña de azúcar.

Dentro de la División, se encuentra el Programa de Investigación de Plagas. En cual tiene como objetivo principal la generación y desarrollo de nuevas tecnologías relativas al manejo integrado de las plagas del cultivo de caña de azúcar y a su vez funciona como el soporte técnico del Departamento de Fitosanidad de Ingenio Magdalena, el cual se encarga del control de las plagas en las áreas de manejo comercial del Ingenio.

El diagnóstico sirvió para determinar el estado actual de la Investigación de Microorganismos benéficos, o en el área de investigación y manejo de plagas, en el periodo de agosto y septiembre 2015, ya que esa es la parte inicial del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía. Se describe los diferentes microorganismos, sus principales usos y métodos de acción como resultados obtenidos del diagnóstico se describen cada uno de los microorganismos propagados en el laboratorio, También se describe las diferentes plagas que se estudian

El Ingenio Magdalena se encuentra ubicado en la Finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla, donde cuenta con un departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, conocido como BioMAG, tiene un programa de producción de entomopatógenos, utilizados para el control biológico de plagas específicas que afectan la caña de azúcar con una capacidad de 45,000 dosis de *Metharizium spp.* (dosis= $5 \times 10^7$  conidios / ha) por temporada (marzo a octubre). (IMSA, 2013) ahora en la temporada 2015, se produjeron 100,000 dosis de cuadro (4) entomopatógenos: *Metharizium spp.*, *Beauveria spp.*, *Paecilomyces spp.*, y

*Trichoderma spp.* Esto es debido a que el Ingenio Magdalena, cuenta con investigaciones de entomopatógenos tanto para mejorar la eficiencia de los suelos, como para el control de plagas.

En los últimos años ha cobrado importancia el control biológico, que ha constituido una solución justificable para la regulación de las poblaciones de insectos. La investigación realizada en el EPS tuvo como objetivo evaluar hongos *Metarhizium anisopliae spp.*, *Paecilomyces lilacinus spp* y *Beauveria bassiana spp*, en laboratorio, para el control de huevos de Chinche Salivosa (*Aeneolamia sp*).

Una vez finalizado el ensayo, por medio de un análisis de varianza, se determinó que si hubo una diferencia significativa en el parasitismo de huevos de chinche salivosa, por los entomopatógenos aplicados. El tratamiento *Paecilomyces spp.*  $5 \times 10^7$  conidios/ha. con concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ha., obtuvo la mayor cantidad de huevos parasitados, 14.25 huevos, con respecto a los demás tratamientos.

Los servicios se realizaron en el área de Investigación Agrícola del Ingenio Magdalena, BIOMAG, en la finca San Patricio, durante el tiempo de Ejercicio Profesional Supervisado, entre agosto 2015 a mayo 2016. El primer servicio consiste en el establecimiento de un ensayo de incorporación de compost y *trichoderma*; como resultados obtenidos son que, al incluir los microorganismos al suelo, a medida que se descomponen los residuos y la materia orgánica aportan mayor producción de esquejes de semilla de caña de azúcar. El Segundo servicio fue la propagación del limón ornamental y se realizaron en la Finca San Patricio, donde se ubica el laboratorio de entomopatógenos. El tercer servicio consistió en recepción, registro y análisis de muestras de suelo y agua, donde el departamento de Investigación del Ingenio Magdalena, logro analizar y cuantificar los elementos que los suelos de distintas áreas tenían y así poder proporcionar planes de riego y fertilización específicamente para cada uno.





**CAPÍTULO I**

**SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO DE ENTOMOPATÓGENOS, BIO- MAG  
FINCA SAN PATRICIO, INGENIO MAGDALENA S.A. LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA,  
GUATEMALA. C.A**

## 1.1 PRESENTACIÓN

El Ingenio Magdalena, es uno de los principales y más grandes industrias azucareras en el país. A parte de la producción de azúcar, también cuenta con plantas de procesamiento para los subproductos de la misma caña de azúcar, para producir etanol, melaza, energía eléctrica, etc.

Magdalena cuenta con su propio Departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, llamado Biotecnología Magdalena (BioMAG). Está integrado por la Biofábrica, área de invernadero, laboratorio de hongos entomopatógenos, área de otros cultivos y el área de reciclaje (PMD).

En el área de laboratorio de entomopatógenos está dividida en dos sectores, en Investigación de microorganismos benéficos para la producción de caña de azúcar y el otro sector es el de Investigación de plagas. En el laboratorio se produce *Metarhizium spp*, *Paecilomyces spp*, *Beauveria spp* y *Trichoderma spp*.

En el programa de Investigación de Microorganismos Benéficos, se encarga de andar evaluando diferentes microorganismos para mejorar la producción de caña de azúcar, y así tener mejores resultados.

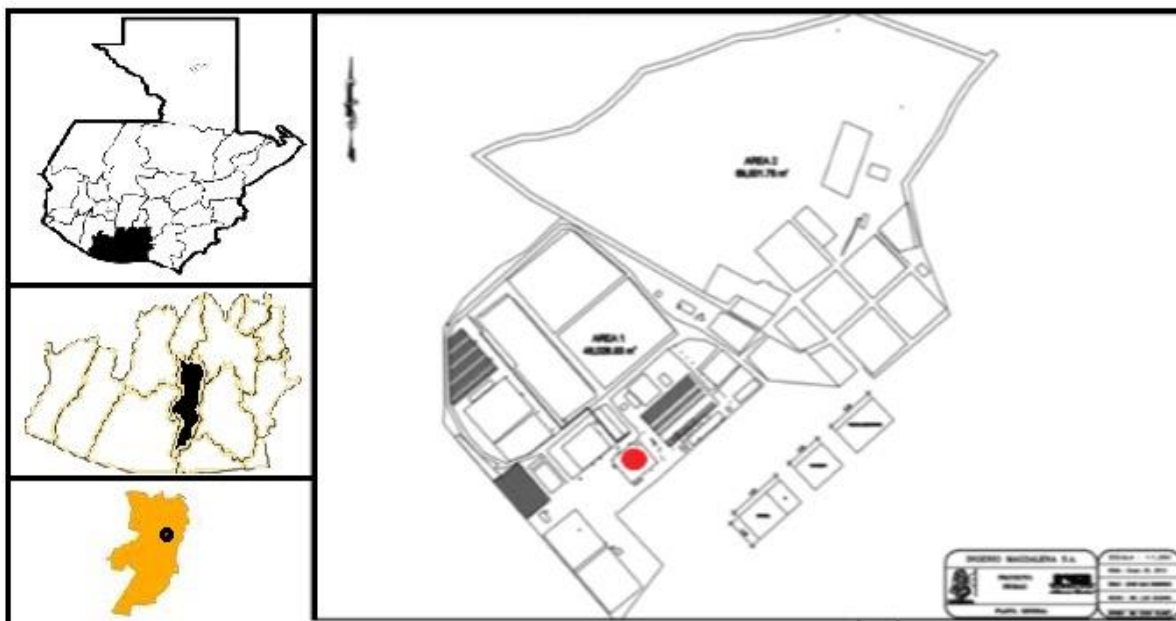
El diagnóstico sirvió para determinar el estado actual de la Investigación de Microorganismos benéficos, y en el área de investigación y manejo de plagas en el periodo de agosto y septiembre 2015, esa es la parte inicial del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía. Se describieron los diferentes microorganismos, sus principales usos y métodos de acción. También se describieron las diferentes plagas que se estudiaron

## 1.2 Marco Referencial

### 1.2.1 Ubicación

El Laboratorio de Entomopatógenos, tiene su sede en la Finca San Patricio, La Democracia, Escuintla a 106 kilómetros de la ciudad capital. Esta finca está ubicada a una altura de 48 msnm, con una latitud Norte  $14^{\circ}7'39.39''$ , longitud Oeste  $90^{\circ}57'54.11''$  (Del Cid, 2011).

Sus colindancias son al norte con la con la carretera de terracería que conduce al parcelamiento Los Ángeles (Puerto San José), al sur con la finca Santa Mónica, al este con la carretera asfaltada que conduce al municipio de La Gomera, y al oeste con la finca Quien Sabe ver Figura 1.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 1. Mapa de Bio - MAG. (Punto rojo Laboratorio de Entomopatógenos)

El acceso al Ingenio es por medio de una carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Amelia (Km 99.5) y de esta hacia la finca por medio de una carretera de terracería (3 Km). La cual proviene de la Ruta a la aldea el Pilar, La Democracia, Escuintla.

### **1.2.2 Ecología**

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Está caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm. Anuales y una temperatura mayor a los 24°C (De la Cruz S., J. R. 1982).

### **1.2.3 Condiciones Climáticas**

El clima de la región, según Thornthwaite, presenta las características siguientes: Época seca de diciembre a abril, época húmeda de mayo a noviembre, temperaturas máximas de 22 °C en los meses de marzo y abril, mínimas en diciembre y enero 30 °C con una temperatura promedio del 21. 07 °C y una precipitación de 1700 mm (Del Cid, 2011).

### **1.2.4 Hidrografía**

Vertiente del pacifico, comparte 2 cuencas, área de captación del Rio Achiguate, y Área de captación del rio Acomé (Del Cid, 2011).

### **1.2.5 Geología**

Periodo Aluviones Cuaternarios, Tipo de roca Rocas Sedimentarias (Del Cid, 2011).

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivos General**

Determinar el estado actual del laboratorio de Entomopatógenos del Departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, Bio - MAG.

### **1.3.2 Objetivo Específicos**

1. Describir los diferentes microorganismos que producen en el laboratorio de Entomopatógenos.
2. Determinar las diferentes plagas que se estudian en el laboratorio de Entomopatógenos.
3. Realizar un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del Programa Investigación de Plagas.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Fase de gabinete**

Revisión de literatura para encontrar información acerca de microorganismos y plagas.

### **1.4.2 Fase de campo**

Se realizó un recorrido en el laboratorio de entomopatógenos, y alrededor de las diferentes áreas de Bio - MAG, a su vez se realizaron entrevistas semi estructuradas con el encargado de laboratorio, con la investigadora en microorganismos benéficos y con el investigador en plagas, para recopilación de datos.

También se realizó salidas a campos experimentales, para aprender acerca de los diferentes ensayos y como se recopilan los datos.

### **1.4.3 Fase de Gabinete final**

Se realizó la organización de datos para su análisis. Finalmente se elaboró un diagnóstico.

Se realizó la organización de datos para su análisis, que indico las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) y se elaboró el diagnóstico.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Describir los diferentes microorganismos que producen en el laboratorio de Entomopatógenos.

En general los hongos entomopatógenos desarrollan las siguientes fases sobre su hospedante: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto, luego desarrolla un tubo germinativo y un apresorio, con éste se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto. La germinación ocurre aproximadamente a las 12 horas post-inoculación y la formación de apresorios se presenta de 12 a 18 horas post-inoculación (Vicentini y Magalhaes, 1996).

Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de la relación patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado dextruxinas, demetildextruxina y protodextruxina, las cuales son sustancias de baja toxicidad, pero de mucha actividad tóxica sobre insectos, ácaros y nematodos (Sandino, 2003).

#### **A) *Metarhizium***

*Metarhizium* es el principal microorganismo que se produce, en la producción del año 2015, se produjeron 85,000 dosis. Estas son utilizadas en las distintas fincas de producción de caña de azúcar por los diferentes administradores.

*M. anisopliae* es un hongo imperfecto que pertenece a la subdivisión Deuteromycotina, clase *Hyphomycetes*, caracterizado por la formación de micelio septado con producción de

conidias de aproximadamente 0.5 a 0.8 micras de diámetro o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas.

Este hongo se encuentra en la naturaleza, en rastrojos de cultivos, estiércol, en el suelo, las plantas, etc., logra buen desarrollo en lugares frescos, húmedos y con poco sol. *M. anisopliae* ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. El ciclo biológico del *M. anisopliae* comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase de patogénesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped y la saprofítica cuando el hongo completa su ciclo aprovechando los nutrientes del cadáver del insecto, (García, 2011) ver la Figura 2.



Figura 2. *Metarhizium spp.*

### **B) *Trichoderma***

También se produce *Trichoderma*, en la producción 2015, se elaboraron 10,000 dosis. Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de



enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores. Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos: competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre el hongo fitopatógeno, (Rey, 2000)

El hongo *Trichoderma koningii* es uno de los microorganismos más estudiados como agente de biocontrol de enfermedades de las plantas ver la Figura 3. Por su amplia distribución este hongo se puede aislar de tejidos vegetales en descomposición, de los cuales obtiene los monosacáridos que necesita para satisfacer sus requerimientos energéticos. (Aranzazu, P, et 1999)

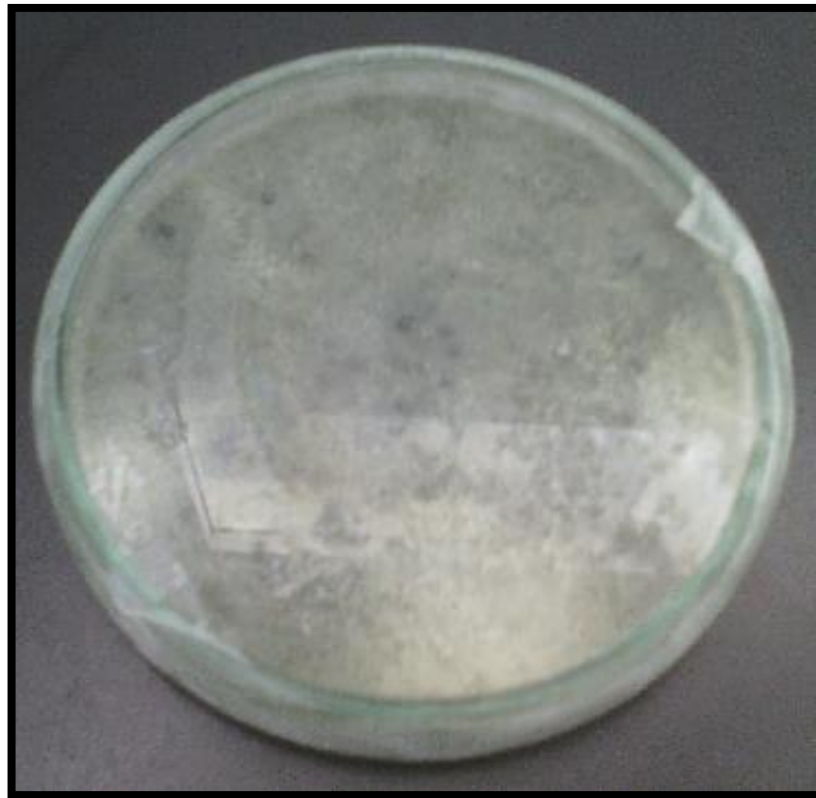


Figura 3. *Trichoderma* spp.

### **C) *Beauveria***

Luego con 5,000 dosis está *Beauveria*. Hongo que pertenece a la Subdivisión Deuteromycetes, Orden Moniliale, el cual se encuentra comúnmente parasitando insectos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Hemiptera. *B. bassiana* se caracteriza por un micelio blanco a levemente coloreado, de apariencia polvorienta, conidióforos simples, irregularmente agrupados en racimos y cuya parte superior tiene forma de zig-zag ver la Figura 4 (Duran, J. et, 2004).



Figura 4. *Beauveria* spp.

### **D) *Paecilomyces***

El último en cuestión de producción es *Paecilomyces*, se elaboraron 500 dosis en la temporada 2015.

El hongo *Paecilomyces lilacinus* es saprofítico y oportunista, habitante de suelos y ambientes diferentes; controlador biológico de los nematodos *Meloidogyne incognita* y *Nacobbus sp.* Así mismo, ha mostrado ser un controlador eficaz del nematodo de la papa *Globodera rostochiensis* y de otras especies de nematodos fitoparásitos como *Pratylenchus sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Trichodorus sp.* y *Rotylenchulus sp.* A pesar del auge que han tenido sus aplicaciones en condiciones de campo, aún no es claro el efecto que estas aplicaciones masivas tendrían en el ecosistema del suelo y su interacción con organismos benéficos del ambiente ver la Figura 5 (Aranzazu, P, et 1999).



Figura 5. *Paecilomyces* spp.

### **1.5.2 Determinar las diferentes plagas que se estudian en el laboratorio de entomopatógenos**

Las plagas que se estudian en el departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, son las que principalmente afectan al cultivo de la caña de azúcar. Las plagas que se

estudian son: Chinche salivosa, Barrenador del tallo, Rata de campo, coludo y el ronrón cornudo ver en a Figura 6.



Fuente: cengicaña,2014

Figura 6. Importantes plagas que estudia el laboratorio de Bio - MAG

### A) Chinche salivosa Homóptera: Cercopidae

*Aneolamia postica* y *Prosapia simulans* son las especies de importancia en el cultivo de caña de azúcar, con el 96 y 4 por ciento de abundancia, respectivamente (Márquez *et al.*, 2002).

Es un insecto con aparato bucal picador-chupador, que se alimenta del xilema de una gran variedad de gramíneas neotropicales y cuya infestación en caña de azúcar se repite

cada año con los huevos diapáusicos depositados en el suelo, el ciclo anterior. Estos huevos dan origen a la primera generación de ninfas en la estación lluviosa, y de ahí surgen varias generaciones de adultos cuyos huevos ya no tienen diapausa y eclosionan en 15 días, lo que aumenta la densidad poblacional en el campo. Tanto ninfas como adultos utilizan su estilete para elaborar túneles de alimentación, que finalizan en los elementos del xilema (Byers y Wells, 1996)

## **B) Barrenador (Diatrea)**

Los taladradores del género *Diatraea* (Orden: Lepidoptera; Familia: Pyralidae) son considerados factores limitantes de la producción del cultivo de caña de azúcar, son las de mayor importancia económica y mayor distribución geográfica en Guatemala.

La biología de las especies de *Diatraea* indica que ambas colocan huevos agregados en posturas y requieren entre 5 y 6 días para eclosionar. El período de desarrollo larval es de 21 a 23 días y dependiendo de la especie se prolonga de 33 a 43 días. Es por ello que el ciclo promedio de vida se estima entre 41 y 57 días, respectivamente.

En las etapas iniciales del cultivo (uno a seis meses de edad), el estado larval causa daño directo al producir perforaciones circulares en los tallos y provocar la muerte del meristemo apical, daño conocido como cogollo muerto o corazón muerto. Las larvas causan el volcamiento de los tallos e inducen la proliferación de brotes laterales, la pérdida de peso (entre 0,4 y 1,0 %) y pérdida de azúcares en el tallo (55 y 124 kg ha de azúcar) cuando la caña está madura (Yépez y Linares, 1987).

A medida que la larva crece, produce un daño indirecto a través de las perforaciones del entrenudo, pues facilita la invasión de otros insectos plagas como *Metamasius hemipterus* L. y *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver. y de hongos saprófitos como *Colletotrichum falcatum* Went, *Physalospora tucumanensis* S. y *Fusarium moniliforme* Sheldon que causan la inversión de la sacarosa en azúcares reductores, disminuye la

pureza del jugo y provoca disminución en el rendimiento de azúcares alcohol a nivel de fábrica (Badilla y Gómez, 2003).

**C) Coludo o Saltahojas antillano; *Saccharosydne saccharivora* (Homóptera: Delphacidae)**

Es un insecto con aparato bucal picador chupador, conocido como Saltahojas antillano, Saltahojas verde de la caña, Coludo, Green leaf-hopper, West indian cane leafhopper. Ha sido importante en regiones del Caribe como Jamaica, aunque su distribución ocurre desde el sur de los EEUU, pasa por el Caribe y llega hasta Venezuela. El macho adulto posee alas bien desarrolladas y transparentes, mientras que las hembras y las ninfas tienen unos filamentos blancos cerosos, pegados al abdomen, del cual deriva el nombre de Coludo.

El daño directo es un debilitamiento general de la planta, pero el indirecto resulta del rápido desarrollo de la colonia, en donde, tanto las ninfas como los adultos, producen gran cantidad de secreciones azucaradas que caen sobre el haz de las hojas inferiores. Esta secreción sirve como sustrato para la reproducción del hongo *Capnodium* spp, el cual cubre las hojas con una costra gruesa negra compuesta por las esporas del hongo, fumagina. Dicha capa obstruye el intercambio gaseoso a través de las hojas, afectándose severamente la transpiración, la fotosíntesis y, por consiguiente, limita el crecimiento de las plantas (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2005).

**D) Rata de campo *Sigmodon hispidus* (Rodentia: Crecetidae)**

*Sigmodon hispidus* es la especie predominante de ratas en la región cañera tropical de Guatemala, con un 93 por ciento de abundancia, comparada con la ocurrencia de otros géneros como: *Peromyscus*, *Heteromys*, *Liomys* y *Oryzomys*. Su distribución se asocia con

grandes áreas de pastizal, riberas de los ríos, áreas baldías y de cultivos como maíz, arroz, sorgo y caña de azúcar.

La población de *Sigmodon hispidus* se incrementa debido a la alta capacidad reproductiva, expresada por sus ciclos poliéstricos continuos en la hembra, un útero bicorne y la rápida madurez sexual, de 40 a 60 días de edad. El período de gestación promedio es muy corto y requiere de sólo 27 días para una camada que puede ser de 5 hasta 12 crías. La longevidad es de 3 a 5 años, pero bajo condiciones naturales del cultivo de caña, la expectativa de vida es de alrededor de 6 meses.

Para Guatemala, los mayores incrementos de población de ratas y daño se registran en el estrato litoral del Océano Pacífico, en donde alrededor de 10, 949 ha monitoreadas indican un nivel superior al umbral de cinco por ciento de tallos dañados en cosecha, para la zafra 2010-2011. El daño lo causan estos roedores por la actividad alimenticia y la necesidad de desgastar los incisivos, mordiendo tallos, que eventualmente provocan el acame y posterior deterioro de las plantas. Los estudios del Programa MIP-CENGICAÑA afirman que la reducción en el peso del tallo es más significativa que la calidad del jugo, y el factor de pérdida es de 0.5 TCH por cada uno por ciento de tallos dañados, al momento de precosecha (Márquez, 2002; Estrada et al., 1996)

### **E) El Ronrón *Podischnus agenor***

El Ronrón, *Podischnus agenor*, Oliv (Coleóptera: Scarabaeidae, Dynastinae) es una plaga eventual en caña de azúcar que, generalmente, aparece en el período de lluvias, entre junio, julio y agosto. Se conoce por otros nombres comunes como escarabajo rinoceronte, coco, cucarrón, mayate rinoceronte y escarabajo cornudo. Su ciclo de vida es anual, las hembras ovipositan en suelos con altos contenidos de materia orgánica. Las larvas completan su desarrollo en el suelo, pero a diferencia de otras larvas de coleópteros, estas únicamente se alimentan de materia vegetal en descomposición. El estado larval puede

durar de 4 a 8 meses, con una fase pupal de 2 a 3 meses, y los adultos pueden vivir hasta 2.5 meses (Mendonca, 1,996).

Los adultos dañan los tallos al perforarlos en la parte media y superior de la planta, o bien introduciéndose debajo del suelo para perforar la base de los brotes jóvenes, y así causan la muerte del primordio foliar, dando el síntoma de “corazón muerto”. Los machos adultos emiten un olor penetrante, capaz de atraer a otros adultos de ambos sexos, lo que puede mejorar las capturas con trampas de luz en el campo. Debido a que las galerías les sirven de vivienda por 1 ó 2 semanas, cada adulto dañará varios tallos durante su vida, con mayor actividad por la noche. Las áreas con alta infestación de adultos pueden presentar una gran cantidad de agujeros en el suelo, lo cual puede servir para localizarlos.

### **1.5.3 Realizar un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del programa investigación de plagas.**

En el cuadro 1, se esquematiza las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que se detectaron en el funcionamiento del programa de Investigación de Plagas.



Cuadro 1. Análisis FODA realizado al funcionamiento del programa de Investigación de Plagas de Ingenio Magdalena S.A.

<p style="text-align: center;"><b>Fortaleza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa dedicado específicamente a la investigación de plagas.</li> <li>• Presupuesto asignado a la investigación de plagas.</li> <li>• Capacitación constante tanto interna como externa al personal que dirige el programa</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación en conjunto con programa (MIP) CENGICAÑA.</li> <li>• Disponibilidad de laboratorios de producción de Entomopagenos y organismos benéficos utilizados para manejo de plagas.</li> <li>• Investigación con casas comerciales para identificación de opciones potenciales para el MIP.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Área para investigación básica insuficiente</li> <li>• Equipo de laboratorio insuficiente para realizar investigación básica.</li> <li>• Escasa información generada a nivel de industria azucarera sobre estrategias alternativas al uso de insecticidas sobre el manejo de plagas como: Barrenador, ronrón cornudo, plagas del follaje, enfermedades: <i>Metarhizium</i>, <i>Trichoderma</i>, <i>Beauveria</i> y <i>Paecilomyces</i></li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja del precio del azúcar que afecta el presupuesto general del programa de investigación de plagas.</li> <li>• Riesgo de pérdida de datos de ensayos por cosecha no programada.</li> <li>• Algunas prácticas de manejo del cultivo que favorecen la proliferación de plagas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2016

## 1.6 CONCLUSIONES

1. Por medio del diagnóstico se logró determinar la situación actual del laboratorio de entomopatógenos del Departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola.
2. Se logró describir cada uno de los microorganismos, así como la cantidad producida de cada uno de ellos:
  - *Metarthizium anisopliae* 85,000 dosis por año
  - *Trichoderma* 10,000 dosis por año
  - *Beauveria bassiana* 5,000 dosis por año
  - *Paecilomyces lilacinus* 500 dosis por año
3. Se logró determinar las plagas que el Departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola estudian:
  - Chinche salivosa
  - Barrenador
  - Coludo
  - Rata de campo
  - Ronrón cornudo
4. Se realizó por medio del diagnóstico el análisis FODA del Programa Investigación de Plagas que indico las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

## **1.7 RECOMENDACIONES**

1. Las tecnologías generadas por el programa de investigación de plagas mediante ensayos experimentales para incrementar la producción de azúcar por unidad de área deben de ser efectivas para el manejo de plagas, económicamente rentables y agroecológicamente sostenibles.
2. El área de Bio – MAG se encarga de los programas de investigación de plagas para desarrollar nuevas técnicas sobre el manejo integrado de plagas y enfermedades que atacan a la caña de azúcar en Ingenio Magdalena.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA


1. Aranzazu Hernández, P., Leguizamón Caycedo, J., & Dávila Arias, M. (1999). Efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma koningii* sobre estados biológicos de *Eisenia foetida*. *Cenicafé*, 50(1), 39-48.
2. Badilla, F, & Gómez, J. (2003). Pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en Nueva Concepción, Guatemala. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), 67, 18-22.
3. Byers, R. A., & Wells, H. D. (1966). Phytotoxemia of coastal bermudagrass caused by the two lined spittlebug, *Prosapia bicincta* (Homóptera: Cercopidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 59(6), 1067-1071.
4. De la Cruz S., J. R. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: INAFOR. 42 p.
5. Del Cid, J. (2011). *Localización de fincas, Ingenio Magdalena* (correo electrónico). Escuintla, Guatemala: Ingenio Magdalena, SIG.
6. Durán, J., Carballo, M., & Hidalgo, E. (2004). Efecto de fungicidas sobre la germinación y el crecimiento de *Beauveria bassiana*. Recuperado de *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, CATIE, 112-113.
7. Estrada, J., Salazar, R., & Carrillo, E. (1996). *Estimación de pérdidas causadas por la rata cañera en caña de azúcar variedad CP72-2086*. In Simposio Nacional de Plagas de la Caña de Azúcar (1., 1996, Guatemala). Memoria. Guatemala: CENGICANA. p. 64-67.
8. García-Galindo, I., Amaya-Rivera, I., Gallegos-Morales, G., Rodríguez-Herrera, R., & Aguilar, C. N. (2011). Análisis de hidrolasas de *Metarhizium anisopliae* en cultivo sólido sobre espuma de poliuretano como soporte (en línea). Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%205/AQM5hidrolasas.html>
9. Giraldo-Vanegas, H., Nass, H., Hernández, E., Amaya, F., Vargas, A., Ramírez, M., Ramírez, F., Ramón, M., & Lindarte, J. O. (2005). Incidencia del saltahoja verde de la caña *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en siete cultivares de caña de azúcar en el valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela. *Agromía Trop.*, 55(4), 553-567.
10. Gómez, H. (1999). Experiencias de utilización del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin en el control de plagas agrícolas en el Perú. *Rev. Per. Ent.* 41, 79-82.

11. Márquez, J. M. (2002). Metodología del muestreo de daño y pérdidas ocasionadas por rata en caña de azúcar. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2001-2002; memoria. Guatemala: CENGICAÑA. p. 69-75.
12. Márquez, J. M., Peck, D., Barrios, C. O., & Hidalgo, H. (2002). *Identificación de especies de chinche salivosa (Homóptera: Cercopidae) asociadas al cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2001-2002; memoria. Guatemala: CENGICAÑA. p. 54-59.
13. Mendonça, A. F. (1996). *Pragas da cana-de-açúcar*. Maceió, Brasil: Insetos & Cia. 239 p.
14. Rey, M., Delgado-Jarana, J., Rincón, A., Limón, M. D. C., & Benítez, T. (2000). Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17, 31-36.
15. Sandino D., V. M. (2003). *Manejo integrado de la salivita de la caña de azúcar*. Nicaragua: FUNICA / UNA / CATIE. 26 p.
16. Vicentini, S., & Magalhaes, B. P. 1996. Infection of the grasshopper, *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn by the entomopathogenic fungus, *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 25(2), 309-314.
17. Yépez, G., & Linares, B. 1987. Nomenclatura aprobada para los índices de evaluación del daño por taladradores *Diatraea* spp. (Lepidóptera: Pyralidae) en caña de azúcar. *Revista Caña de Azúcar*, 5(2), 101-103. (Nota técnica).

## 1.9 ANEXOS



Figura 7A. Laboratorio de Entomopatógenos.

The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe riding a white horse. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left and right are golden towers and a golden lion rampant. The background is a light blue sky and green hills. The Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS CRIBIS CONSPICUA CAROLINA" is written around the perimeter of the seal.

**CAPÍTULO II**  
**EVALUACIÓN DE TRES HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana* spp.,  
*Metarhizium anisopliae* sp, *Paecilomyces lilacinus* spp.) Y DOS DOSIFICACIONES  
DE APLICACIÓN, SOBRE EL PARASITISMO DE HUEVOS DE CHINCHE SALIVOSA  
BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.**

## 2.1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera guatemalteca representa el 31 % del valor total de la exportación agrícola guatemalteca y 15.36 % de las exportaciones totales del País. Es el sector económico que más divisas genera en nuestro país. Durante el año 2013, el azúcar y la melaza produjeron un ingreso de U.S. \$. 978.1 millones. (AZASGUA 2016).

El Ingenio Magdalena se encuentra ubicado en la Finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla, donde cuenta con un departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, conocido como BioMAG, tiene un programa de producción de entomopatógenos, utilizados para el control biológico de plagas específicas que afectan la caña de azúcar con una capacidad de 45,000 dosis de *Metharizium spp.* (dosis= $5 \times 10^7$  conidios / ha) por temporada (marzo a octubre). (IMSA, 2013) ahora en la temporada 2015, se produjeron 100,000 dosis de 4 entomopatógenos: *Metharizium spp.*, *Beauveria spp.*, *Paecilomyces spp.*, y *Trichoderma spp.* Esto es debido a que el Ingenio Magdalena, cuenta con investigaciones de entomopatógenos tanto para mejorar la eficiencia de los suelos, como para el control de plagas.

La chinche salivosa es una de las principales plagas a nivel del Ingenio Magdalena, es por eso que el Departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, le pone énfasis a su control. Según los registros del comité CAÑAMIP al menos 21,271 ha mostraron presencia del insecto en la zafra 2013-2014, de las cuales 1,935 ha mostraron daño “severo” y 2,949 ha con daño “moderado”. (Marquez et al, 2014).

Debido a la acumulación de los huevos diapáusicos, a través del tiempo y a las condiciones de alta humedad, hay campos que rápidamente alcanzan el estatus de “alta infestación”, donde el daño foliar es mayor del 60 % y dado que el período crítico de ocurrencia es de 6 a 8 meses de edad del cultivo, los índices de pérdida pueden alcanzar 8.21 T /ha de caña y 5.83 Kg/T de azúcar, por cada adulto/tallo (Márquez et al., 2001).

Con base en esta biología, es evidente que el mayor éxito en el control de la plaga está en la reducción de la población de huevos diapáusicos y las ninfas, reducir o atrasar la



ocurrencia del período crítico que produce altas densidades de adultos (Márquez et al.,2009) entre julio y agosto.

En los últimos años ha cobrado importancia el control biológico, que ha constituido una solución justificable para la regulación de las poblaciones de insectos. La investigación tuvo como objetivo evaluar hongos *Metarhizium anisopliae spp.*, *Paecilomyces lilacinus spp* y *Beauveria bassiana spp*, en laboratorio, para el control de huevos de Chinche Salivosa (*Aeneolamia sp*).

Una vez finalizado el ensayo, por medio de un análisis de varianza, se determinó que sí hubo una diferencia significativa en el parasitismo de huevos de chinche salivosa, por los entomopatógenos aplicados. El tratamiento *Paecilomyces spp.*  $5 \times 10^7$  conidios/ha. con concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ha., obtuvo la mayor cantidad de huevos parasitados, 14.25 huevos, con respecto a los demás tratamientos.

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.2.1.1 Chinche Salivosa

Entre este género existen alrededor de 35 especies de chinche salivosa, y algunas especies que poseen subespecies. Todas las especies y subespecies se encontraron plantaciones de caña de azúcar y pastos. Estas fueron reportadas en el continente americano. La chinche salivosa también se le conoce con otros nombres comunes según las regiones como: mosca pinta, candelilla, salivosa, cigarritas. (Contreras 1993.)

#### 2.2.1.2 Clasificación taxonómica de chinche salivosa

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la chinche salivosa (cuadro 1).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de chinche salivosa

Orden	Homóptera
Sub-orden	Auchenorrhyncha
Superfamilia	Cercopoidea
Familia	Cercopidae
Subfamilia	Tomaspidinae
Género	Aeneolamia
Especie	<i>Aeneolamia póstica</i> y <i>Aeneolamia varia</i>

Fuente: Contreras, 1993.

## **A. Hábitos**

La chinche salivosa es un insecto que posee aparato bucal picador chupador. En cuanto a la distribución, puede decirse que es un insecto cuyo hábitat original está en las selvas húmedas y en la vegetación existente, a orillas de los ríos; pero también se adapta a condiciones secas. Se les puede encontrar desde los 0 m a los 1480 m s.n.m.; causando daños en las praderas bajas. (Avila 1996).

## **B. Ciclo de vida**

La chinche salivosa es un insecto paurometabolo, es decir tiene una metamorfosis incompleta, pasando por tres estados:

- Huevo
- Ninfa
- Adulto.

El ciclo biológico de la chinche tiene una duración de 69 días, distribuido de la siguiente forma (figura 1), el tiempo transcurre de la fase de huevo a la fase de ninfa tiene una duración de 23 días, para que ocurra el otro cambio para fase de adulto, la ninfa pasa por cinco instares, sufriendo una muda en cada uno, esto tarda 31 días para convertirse en adulto. El tiempo que pasa para que la hembra copule es de 8 a 15 días (Solares 1997).

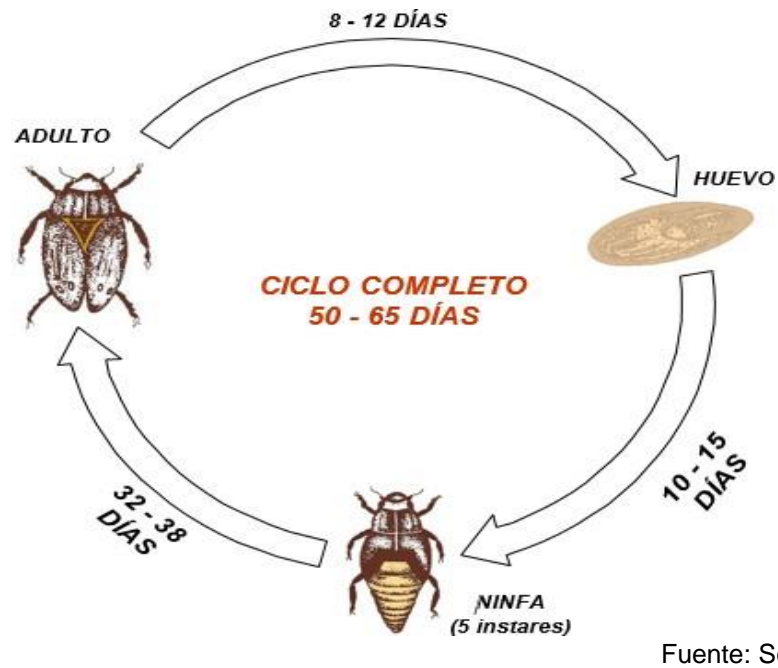


Figura 8. Ciclo de vida de chinche salivosa *Aeneolomia* sp.

#### a. Huevo

Los huevos de *Aeneolomia* sp. son de forma ahusada y de color pardo (figura 2). Cerca de tres veces más largos que anchos. De color amarillo pálido; recién ovipositados muestran una línea dorsal que se vuelve oscura, dándose la eclosión unos días después. Miden 0.75 mm de largo y 0.25 mm de ancho y son depositados en el suelo. Un insecto muy fértil puede depositar de 200 a 300 huevos en tres grupos. (Anleu 1998)



Fuente: Anleu, 1998.

Figura 9. Huevo de chinche salivosa

La duración del estado de huevo bajo condiciones de laboratorio es de 14-18 días. Esto ocurre cuando los huevos no son diapausicos. La mayoría de especies de chinche salivosa, en su tercera y cuarta generación, depositan huevos que entran en diapausa. El período permanece en esta condición varia de 2 hasta 40 semanas, la eclosión de los huevos coincide con el establecimiento de la época lluviosa del año siguiente.

En Guatemala en condiciones de laboratorio la eclosión de los huevos de chinche se presenta a los 16-17 días después de haber sido depositados. Y entran en diapausa a finales de agosto y principios de septiembre hasta noviembre. (Grande, J. 2006.)

### **b. Ninfas**

Se caracterizan por la producción de saliva o espuma que les da su nombre característico de salivazos (figura 3). Este líquido protege al insecto de la desecación. Es secretado por los tubos de malpighi y las burbujas son sopladas por una cámara de aire ventral. El fluido contiene amilasa, invertasa, fenolasa y se estima que más del 90 % está constituido por proteína. (Jimenez 1981)



Fuente: Camo, 1997.

Figura 10. Ninfa de Chinche salivosa

Las ninfas pasan por 5 estadios. La metamorfosis gradual y los instares se diferencian entre sí por el aumento de tamaño y el desarrollo de las alas. Según Camo, en Guatemala el estado ninfal dura de 28 a 30 días aproximadamente. (Camo,1997).

### c. Adultos

Los adultos recién emergidos se quedan unas horas dentro de la espuma, y al salir empiezan a alimentarse de las hojas. Generalmente se mantienen en las axilas de las hojas durante el día y su actividad aumenta durante la noche (figura 4). La cópula de los adultos de la chinche salivosa tiene lugar en las axilas de las hojas y puede ocurrir durante el día o la noche. Esto se da un día después de la emergencia y los huevos son depositados 2 o 3 días más tarde. La duración del estado adulto, en condiciones de laboratorio en Guatemala, es de 6 – 8 días aproximadamente. (Anleu 1998)



Fuente: Anleu, 1998.

Figura 11. Adulto de chinche salivosa

### **2.2.1.3 Condiciones que favorecen el desarrollo de la plaga**

#### **A. Condiciones de alta humedad en el suelo**

La saliva tiene una dinámica poblacional influenciada principalmente por condiciones climáticas, los primeros insectos aparecen en los meses que inician las lluvias y se prolongan hasta los meses de noviembre, apareciendo durante este periodo, picos de ninfas y adultos de manera escalonada y superpuesta, produciéndose muchas generaciones por año cuando existen condiciones de mucha humedad en el suelo, o cuando los plantíos tienen mal drenaje. La humedad en el plantío es un factor que favorece a la plaga por que induce tanto a la ovoposición como a la eclosión de los huevos y la emergencia de las ninfas. (Grande, 2006).

#### **B. Labores culturales inadecuadas**

Las actividades culturales son muy importantes para la reducción de la población de huevos en el suelo, cuando se va a establecer una plantación nueva es importante realizar una buena preparación del suelo en los meses de marzo a mayo, para sacar los huevos a la superficie del suelo y exponerlos a la desecación y a los enemigos naturales (Grande, 2006).

Si las labores culturales como preparación de suelo aporque y desaporque no se hace correcta y oportunamente, la población de huevos presente en el suelo no se altera, lo que hace que al entrar la época lluviosa, la población de ninfas y adultos sea alta (Grande, 2006).

#### **C. Mal drenaje en los plantíos**

La acumulación de agua en los plantíos ocasionada por mal drenaje, canales obstruidos por desechos o malezas, hace que las condiciones de humedad sean favorables para la plaga,

resultando una alta emergencia de ninfas y adultos. Se deben revisar los plantíos en los meses de mayo a julio para conocer como están las condiciones de humedad y se debe realizar obras de drenaje en aquellos plantíos que se observe problemas de acumulación de agua ya que estos son los focos donde se empiezan a incrementar las poblaciones de la plaga. (Grande, 2006).

#### **D. Presencia de plantas hospederas**

Las malezas hospederas, son factores que facilitan el incremento de las poblaciones, ocasionando mayores daños a los cultivos. Principalmente algunas especies de gramíneas (*Poaceas*), que se encuentran creciendo en rondas, bordes de terrazas sirven de hospederos de la plaga, donde ésta puede completar su ciclo, aumentando así su población. (Grande, 2006)

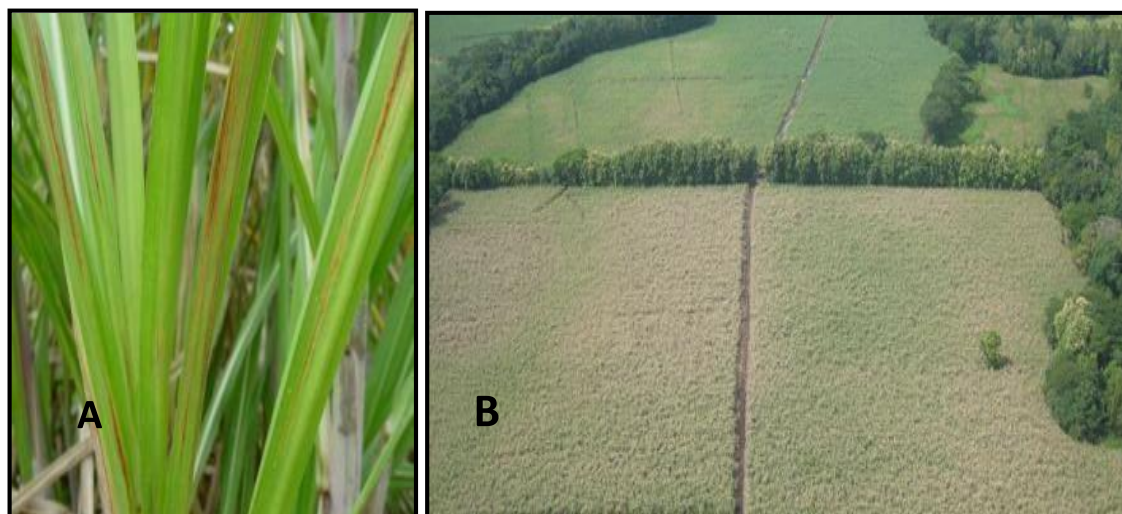
#### **E. Daño e importancia económica**

El daño que la chinche salivosa causa puede dividirse en dos partes:

- El daño provocado por la ninfa al alimentarse de las raíces y tallos de la planta.
- El daño provocado por el adulto al alimentarse de las hojas y tallos de la planta.



Cuando la chinche adulta se alimenta de las hojas, se puede observar, al principio pequeñas manchas amarillo-rojizas sobre las hojas que posteriormente provocan la clorosis del follaje y la aparición de tejidos secos al borde de las hojas. Al alimentarse el adulto inyecta sustancias cáusticas en el tejido, las cuales ocasionan la disolución del parénquima foliar (figura 5).



Fuente: CAÑAMIP, 2008.

Figura 12. Daño foliar causado por chinche salivosa: A) área foliar quemada, B) campo dañado por chinche salivosa.

La saliva del insecto también contiene enzimas amilolíticas y oxidante, varios aminoácidos que tienen un efecto tóxico y acción sistémica en el tejido de la planta. En los últimos años la chinche salivosa se ha considerado como una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar. Existen muy pocas estimaciones de las pérdidas causadas por el daño. Solares menciona que existe una reducción en la producción alrededor del 9.33 % (11 T/ha) (Grande, 2006.)

#### 2.2.1.4 Origen de los Entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos en el campo comenzó a fines del siglo XIX, sin embargo, en Brasil fue a partir de 1964, después de la aparición epizootica de *Metarhizium anisopliae* sobre Cercópodos de la caña de azúcar es que adquirió importancia su estudio por parte de los investigadores. Se ha aplicado este entomopatógeno hasta en 100.000 ha/año de caña de azúcar para el control de *Mahanarva posticata*, (Castillo 2006).

Es variable la dosis de hongo entomopatógeno utilizado para el control del salivazo en pastizales recomienda una dosis mínima de  $5 \times 10^{12}$  conidios/ha, mientras que según Gómez recomienda que la primera aplicación sea de  $1.5 \times 10^{12}$  conidios/ha y las siguientes aplicaciones de  $0.625 \times 10^{12}$  y efectuar 2 a 3 aplicaciones/año (Castillo 2006).

En Costa Rica se aplica *Metarhizium* en el cultivo de caña de azúcar para el control del salivazo (*Aeneolamia spp.* y *Prosapia spp.*) con dosis de  $2.5$  a  $5 \times 10^{12}$  conidios/ha.

#### 2.2.1.5 Endomopatógenos

Este hongo se encuentra en la naturaleza, en rastrojos de cultivos, estiércol, en el suelo, las plantas, etc., logra buen desarrollo en lugares frescos, húmedos y con poco sol.

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, principalmente en los chupadores o succionadores ya que estos no pueden ingerir patógenos que infectan a través del tracto digestivo. *M. anisopliae* ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. Entre las plagas

afectadas por este hongo se encuentra el salivazo de la caña de azúcar (*Aeneolamia spp.*), y chinches plagas de diversos cultivos (Castillo 2006).

Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco pero se torna verde cuando el hongo esporula. Debido a las características de la especie y/o de la cepa, ámbito de hospedantes, patogenicidad, virulencia y condiciones ambientales, existen cepas específicas utilizadas para el control de diferentes plagas (Castillo 2006).

### 2.2.1.6 *Beauveria bassiana* y la chinche salivosa

Es el hongo de mayor uso en el manejo de pestes, fue descubierto en 1835 por el entomólogo y botánico italiano Agostino Bassi. En 1980, se registró comercialmente en Kansas (EUA), contra chinches. Es un hongo *Deuteromycetes*, orden *Moniliales*, Familia *Moniliaceae*. Tiene conidióforos agrupados en forma de piña formando synemas; conidias lisas e hialinas de color blanco cremoso (figura 6). Es un hongo de gran virulencia y patogenicidad, además de una amplia gama de control. (Acevedo 2015)



Fuente: elaboración propia, 2016

Figura 13. *Beauveria bassiana* spp: A) inoculación de *Beauveria bassiana* en arroz, B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.

Es muy usado en el manejo de diversas plagas, muertos por su acción, muestran una cubierta algodonosa conformada por el micelio y conidias del hongo de color blanco. Es usado en numerosos países para diferentes plagas como la Broca del Café, Picudos de plátano y algodón. En la República Dominicana, es muy conocido su uso para el manejo de la Broca del Café con el producto llamado Brocaril. (Acevedo 2015).

No obstante, a la fecha dicho biocontrolador no se han evaluado en condiciones de campo, para valorarlos como una posible estrategia de manejo. Además, los agricultores continúan realizando aplicaciones de nematicidas sin encontrar respuestas positivas en el cultivo. Mediante estudios realizados a nivel de invernadero en tomate de árbol, al evaluar el parasitismo de hongos sobre hembras de *Meloidogyne spp*; se encontró que *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* presentaron porcentajes de parasitismo de 82.32 %, 74.65 % y 73.11 % respectivamente y fueron altamente significativos al 99 % de probabilidad estadística comparados con el testigo. Así mismo, no se encontraron diferencias en el parasitismo entre hongos, lo cual indica que en condiciones de laboratorio en las cuales se llevó a cabo el experimento, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* fueron igualmente efectivos para parasitar al nematodo. (Acevedo 2015).

#### **A. Modo de acción**

El hongo en contacto con el patógeno entra en competencia con la microflora cuticular, produciendo un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del patógeno y se ramifica dentro de su cuerpo, secretando toxinas que provocan la muerte del hospedante. El patógeno muerto queda momificándolo y bajo condiciones de humedad, se cubre posteriormente de una esporulación blanquecina – amarillenta. (Acevedo 2015)

### 2.2.1.7 *Paecilomyces lilacinus* y la chinche salivosa

#### A. Morfología

Las colonias de *Paecilomyces lilacinus* tienen alta tasa de reproducción, dentro de las características morfológicas tiene un talo unicelular, con un micelio desarrollado en su totalidad, flagelos y centriolos ausentes y su reproducción sexual se da por medio de la gemación. En el hongo *Paecilomyces* los conidióforos son erectos, de 400  $\mu$  a 600  $\mu$  de longitud, se encuentran ramificados, agrupados o irregulares. Los conidióforos tienen una anchura de 3  $\mu$  a 4  $\mu$ , de un color amarillo a púrpura y una pared de textura áspera (figura 7). Sus fiáldes se encuentran hinchados en sus bases, las cuales se estrechan gradualmente en un cuello delgado. Las conidias son elipsoidales a fusiformes, con una pared lisa o ligeramente rugosa, hialina de color púrpura en la masa, 2.5  $\mu$  a 3  $\mu$  x 2  $\mu$  a 2.2  $\mu$ , produciéndose en las cadenas divergentes. (Carranza 2014).



Fuente: elaboración propia, 2016.

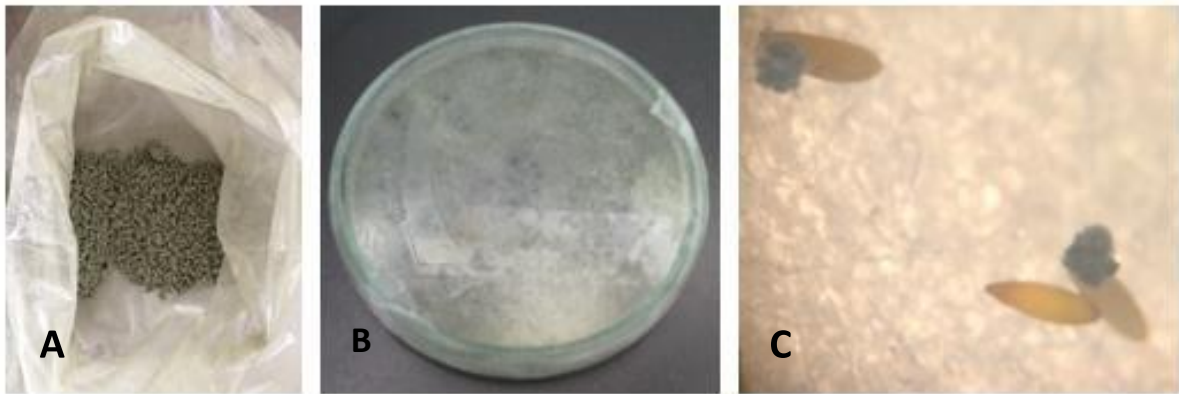
Figura 14. *Paecilomyces lilacinus* spp: A) inoculación de *Paecilomyces lilacinus* en arroz, B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.

## **B. Modo de Acción**

*Paecilomyces lilacinus* es el enemigo natural de insectos como la mosca blanca y chinche salivosa, también se considera que es efectivo para el control de nematodos de los generos *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, y *Radopholus* produciendo enzimas capaces de actuar sobre los huevos, y larvas provocando deformaciones, y pérdida de movimiento. Se sabe que *P. lilacinus* es capaz de penetrar el huevo, crecer dentro del mismo y destruir el embrión. (Carranza 2014)

### **2.2.1.8 Metarhizium anisopliae spp. y la chinche salivosa**

El inóculo inicial proviene de las aplicaciones del hongo o de propágulos del patógeno que sirven para contaminar las primeras ninfas o adultos. El inicio de la enfermedad en los insectos se presenta con la migración de adultos contaminados en los cuales después de muertos ocurre la esporulación del hongo, siendo los conidios dispersados por el agua de lluvia, rocío o viento hacia otras partes de la planta, principalmente las inferiores (figura 8). Esto permite que las ninfas en su trayecto de búsqueda o cambio de sitio de alimentación se expongan a la contaminación del hongo, y además, la abundante espuma de las ninfas crea un ambiente favorable para el patógeno. Las ninfas muertas forman el foco primario de la enfermedad, y a partir de aquí, algunos adultos contaminados diseminan la infección a otras áreas. La fase ninfal del salivazo es más susceptible al hongo y tiene mayores oportunidades de contaminación. A partir de aquí se forman los focos secundarios y como consecuencia, la enfermedad tiene carácter epizootico, atacando a la población del salivazo. (Castillo 2006).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 15. *Metharizium anisopliae* spp: A) Inoculación de *Metharizium anisopliae* en arroz , B) sembrada en medio PDA y C) huevo de chinche salivosa parasitado.

De acuerdo a la bibliografía consultada, existe poca información sobre los patógenos en el control de huevo de chinche salivosa. Sin embargo, existe información de su control tanto en estado de ninfa como de adulto.

Como por ejemplo, En el estudio, “Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala”, de (Castillo 2006). Se evaluaron tres cepas de *Metarhizium anisopliae* y un control (agua) utilizando dos formas de aplicación: convencional (200 l agua/ha) y en bajo volumen (60 l agua/ha) en fincas con pasto *Brachiaria decumbens* con una dosis de  $2.5 \times 10^{12}$  conidios/ha. Se hicieron dos aplicaciones con un intervalo de 30 días. Se realizaron muestreos semanales de la población de ninfas utilizando un marco metálico de 0.5 m x 0.5 m y de adultos con una red entomológica; además se determinó la calidad de biomasa del pasto. (Castillo 2006).

La dosis de hongo definido para el experimento anterior fue de  $2.5 \times 10^{12}$  esporas/ha. El producto fue aplicado en dos formas: Convencional utilizando aspersora manual con

capacidad de 15 litros y un volumen de agua de 200 L/ha y en bajo volumen utilizando aspersora de motor con capacidad de 12 L y un volumen de agua de 60 L/ha. (Castillo 2006).

No hubo diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados ni entre las formas de aplicación, lo que indica que las cepas de *Metarhizium* se pudo demostrar que los mismos no tuvieron efecto de control sobre las ninfas ni sobre los adultos del salivazo bajo las condiciones ambientales prevalecientes en el campo. (Castillo 2006).

Castillo concluyo que los hongos entomopatógenos requieren de condiciones ambientales adecuadas para su establecimiento y desarrollo de epizootias, por lo que su uso debería sincronizarse con momentos en que las condiciones ambientales sean más favorables para su desarrollo y no basar su aplicación a umbrales preestablecidos, similar a los utilizados para la aplicación de agroquímicos, al menos para su uso en pastizales. (Castillo 2006).

A la vez recomendó evaluar estudiar la posibilidad de iniciar el control de la plaga a nivel de huevo para romper el ciclo del insecto. (Castillo 2006).

En otra investigación, al tema de control entomopatogeno de chinche salivosa con *Metarhizium*, corresponde a (Matabanchoy et al 2012), quienes realizaron la investigación “Eficacia de *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), en caña de azúcar”. En esta investigación se evaluó bajo condiciones de campo, en un cultivo de caña de azúcar, diferentes cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* (CCMa0906, CCMa1008, CeMa9236 y CoMa01) seleccionadas en estudios previos. Inicialmente se realizó un experimento en un cultivo de caña para seleccionar la cepa de mayor eficacia en dosis de  $1,0 \times 10^{13}$  conidias/ha sobre ninfas de *A. varia*.



Luego, en dos experimentos de campo, se evaluó la cepa seleccionada (CeMa9236) aplicada en diferentes dosis ( $1 \times 10^{12}$  conidias/ha,  $5 \times 10^{12}$  conidias/ha,  $1 \times 10^{13}$  conidias/ha,  $5 \times 10^{13}$  conidias/ha). Se encontró que la mortalidad incrementó con la dosis. Con  $5 \times 10^{13}$  conidias/ha, se obtuvo la mayor mortalidad en los dos experimentos (66 % y 72 %), sin embargo para propósitos de control en lotes comerciales de caña de azúcar infestados con *A. varia*, se deberían evaluar dosis inferiores ( $5 \times 10^{12}$  conidias/ha a  $1 \times 10^{13}$  conidias/ha). (Matabanchoy, 2012).

Para conocer la eficacia de las cepas de *M. anisopliae* se evaluó diferentes cepas en un cultivo de caña de cinco meses de edad en plantilla. El área experimental fue de 1.600 m<sup>2</sup> y el experimento se organizó bajo un diseño de bloques completamente aleatorios, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron las cepas de *M. anisopliae* codificadas así: CCMa0906, CCMa1008, CeMa9236, CoMa01 y un testigo al cual no se le aplicó nada.

La parcela experimental se conformó con tres surcos de ancho y 5 m de longitud, dejando 3 m de separación entre parcelas, para evitar la deriva del hongo durante las aspersiones. La unidad experimental fue una jaula de 50 cm x 50 cm x 70 cm, construida con tubos de PVC y se cubrió con tul. En su interior se colocaron tres macetas plásticas con una plántula de caña de la variedad CC84-75, cada una se infestó con 40 huevos de salivazos, para un total de 120 huevos por jaula, para asegurar al menos una población de 45 ninfas al momento de la aspersión del tratamiento. Esta unidad se colocó en el centro del surco central de la parcela. (Matabanchoy et al 2012).

Se asperjaron cepas en dosis de  $1 \times 10^{13}$  conidias/ha, adicionando a la mezcla el coadyuvante Inex - A®, en proporción de 3 cm<sup>3</sup>/L de la mezcla. La aplicación se hizo con una aspersora de espalda Royal - Cóndor, previamente calibrada. Se hicieron evaluaciones diarias, contabilizando insectos muertos con y sin signos de micosis. Las ninfas que no

presentaron signos de micosis, se pasaron a cámara húmeda para observar si esporulaban a causa de la infección por el hongo, (Matabanchoy, 2012).

La cepa que causó el mayor porcentaje de mortalidad al estado de ninfa del salivazo se seleccionó para evaluar la dosis de mayor eficacia, para lo cual se realizaron dos experimentos, con el fin de confirmar la repetitividad de la información. Se evaluaron cuatro dosis:  $1 \times 10^{12}$  conidias/ha,  $5 \times 10^{12}$  conidias/ha,  $1 \times 10^{13}$  conidias/ha y  $5 \times 10^{13}$  conidias/ha. La evaluación en los dos experimentos, se hizo siguiendo los mismos procedimientos descritos con anterioridad.

La información obtenida, se sometió a un análisis de varianza, usando el paquete estadístico SAS y estableciendo diferencias entre tratamientos, con la ayuda de la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P = 0,05$ ). Los resultados de este estudio revelan que las cepas CCMa0906, CCMa1008 y CeMa9236 de *M. anisopliae*, son un recurso válido para preparar formulaciones del hongo para determinar su eficacia y frecuencia de aspersiones en el control del salivazo *A. varia*, en cultivos comerciales de caña. (Matabanchoy, 2012).

Otra investigación, es la de selección de cepas de *Metarhizium anisopliae* para el control de *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), (Obando et al 2013) trata que la chinche salivosa 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 *Galleria mellonella*, usadas como cebos en muestras de suelo, y aislados de salivazos con signos de infección, se caracterizaron en relación con su virulencia, producción de conidias, 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 tenerales (< 24 h), asperjando 15 cm<sup>3</sup> de una suspensión de conidias de los hongos a una concentración de  $1 \times 10^7$  conidias/cm<sup>3</sup>. La evaluación de la virulencia sobre ninfas se realizó en un invernadero, asperjando 4 cm<sup>3</sup> de suspensión de conidias de las cepas de los hongos, a una concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/cm<sup>3</sup> 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 (Obando, 2013).

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. (Obando, 2013).

Cada bioensayo se organizó con cuatro cepas de hongos, ocho repeticiones por tratamiento y un control, utilizando la metodología del cilindro de acetato. En el interior del cilindro se colocó una planta de braquiaria, infestada con tres adultos tenerales (< 24 h de edad) de *A. varia*. Luego, se asperjaron con 15 cm<sup>3</sup> de una suspensión de  $1 \times 10^7$  conidias/cm<sup>3</sup> de cada uno de los hongos a evaluar, usando un atomizador manual previamente calibrado (Obando, 2013).

El experimento se organizó bajo un diseño completamente aleatorio, en donde los tratamientos fueron las cepas de los hongos, con ocho repeticiones por tratamiento y un control absoluto sin aplicación. La variable de respuesta fue la mortalidad de los adultos por los hongos, la cual se evaluó hasta seis días después de aplicado los tratamientos, (Obando, 2013).

En la investigación concluye, que los resultados de este estudio permiten contar con una colección de nuevas cepas de *M. anisopliae*, caracterizadas macroscópica, fisiológica y patogénicamente, de las cuales CCMa0906, CCMa1005, CCMa1008 causaron las mayores mortalidades a los estados de ninfas y adultos de *A. varia*. La cepa CCMa1001, mostró bastante especificidad hacia el estado ninfal. Entre las formulaciones comerciales, CoMa01 fue la más eficaz en el control de *A. varia*. Este grupo de cepas seleccionadas se pueden evaluar para estudios de control de *A. varia* bajo condiciones de campo. (Obando, 2013).

## **2.3. MARCO REFERENCIAL**

Esta finca está ubicada a una altura de 48 m s.n.m., con una latitud Norte 14°7'39.39'', longitud Oeste 90°57'54.11''. Sus colindancias son al norte con la con la carretera de terracería que conduce al parcelamiento Los Ángeles (Puerto San José), al sur con la finca Santa Mónica, al este con la carretera asfaltada que conduce al municipio de La Gomera, y al oeste con la finca Quien Sabe. BioMAG tiene su sede en la Finca San Patricio, municipio de La Democracia, Escuintla a 106 km de la ciudad capital. El acceso al Ingenio es por medio de una carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Amelia (kilómetro 99.5) y de esta hacia la finca por medio de una carretera de terracería (3 km).

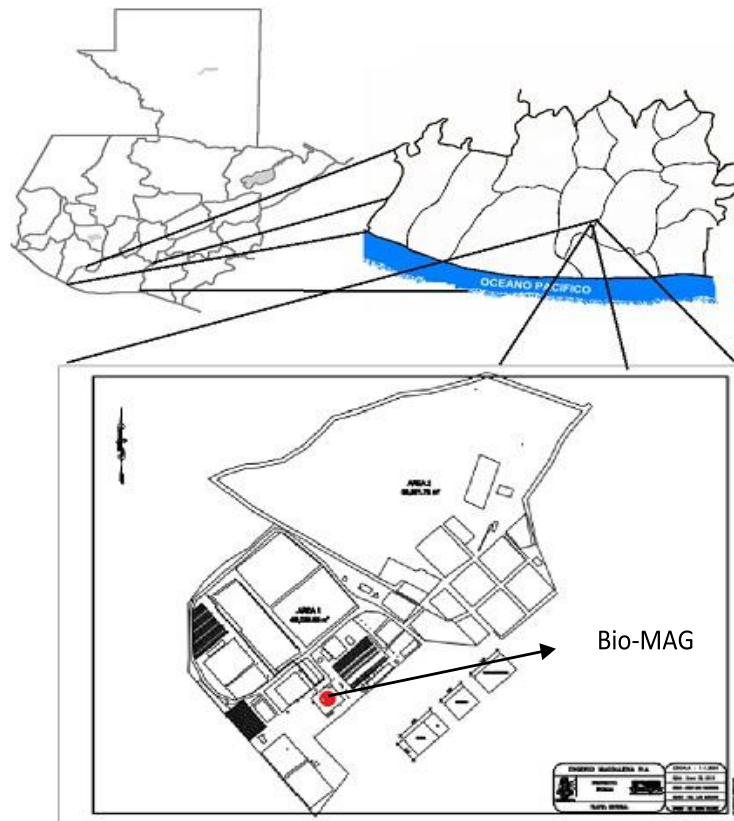
El ensayo será montado en el Laboratorio de Entomopatógenos, del departamento de Investigación y Desarrollo Agrícola, BioMAG del Ingenio Magdalena S.A. El laboratorio cuenta con la producción de los diferentes entomopatógenos a evaluar, también es el encargado de investigar las diferentes plagas que afectan la caña de azúcar (figura 9).

### **2.3.1. Ecología**

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Anuales y una temperatura mayor a los 24 °C (Orozco, 1995).

### **2.3.2. Condiciones climáticas**

El clima de la región, según Thornthwaite, presenta las características siguientes: Época seca de diciembre a abril, época húmeda de mayo a noviembre, temperaturas máximas en los meses de marzo y abril, mínimas en diciembre y enero (Orozco, 1995).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 16. Vista aérea de la Finca San Patricio.

### 2.3.3. Precipitación pluvial

Está caracterizada por una precipitación que va de 2,000 mm a 4,000 mm (Orozco, 1995).

### 2.3.4. temperatura promedio anual

La temperatura promedio es de 27.01 °C (Orozco, 1995).

### **2.3.5. Hidrografía**

Vertiente del pacífico, comparte 2 cuencas, área de captación del Rio Achiguate, y Área de captación del Rio Acomé (Orozco et al, 1995)

### **2.3.6. Geología**

Periodo aluviones cuaternarios, tipo de roca rocas sedimentarias (Orozco et al, 1995)

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo General

Evaluar tres hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* spp., *Metarhizium anisopliae* spp., *Paecilomyces lilacinus* spp.) y dos dosis de aplicación, sobre el parasitismo de huevos de chinche salivosa bajo condiciones controladas.

### 2.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar el número de huevos parasitados por cada hongo entomopatógeno y su respectiva dosis.
2. Determinar cuál es la dosis más efectiva para el control de huevos de chinche salivosa.

## 2.4 HIPÓTESIS

Al menos una dosis de los hongos entomopatógenos evaluados presento parasitismo sobre los huevos de la chinche salivosa, *Aenolamia* spp.



## **2.5 METODOLOGÍA**

### **2.5.1 Materiales y equipo**

A continuación, se presenta los materiales y equipos utilizados en la investigación

- Pala
- Cubeta
- Bolsas Plásticas
- Marco de metal 30 cm x 30 cm x 3 cm.
- Tamices de 32 mesh, 35 mesh, 48 mesh y 60 mesh.
- Erlenmeyer
- Cajas Petri
- Cámara Bioclimática
- Pinzas
- Estereoscopio
- Atomizador
- Algodón
- Papel filtro
- Lámpara Eléctrica

### **2.5.2 Manejo del experimento**

#### **2.5.2.1 Condiciones del Laboratorio**

El ensayo fue bajo condiciones controladas debido que se montó en el laboratorio de entomopatógenos. El ensayo se realizó en la cámara bioclimática, a temperatura controlada a  $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y fotofase de 14:10 h (luz: oscuridad).

### 2.5.2.2 Colecta de huevos

Se obtuvo suelo de parcelas infestadas del área de Administración Ican, la cual está establecida en el departamento de Retalhuleu. En esta área era donde se encontraba el mayor daño en las plantaciones de caña de azúcar con respecto a la chinche salivosa a nivel del Ingenio.

Se utilizó un marco de 30 cm x 30 cm x 3 cm. Se colocó el marco en el centro de la macolla previamente cortada a nivel de suelo (figura 10). Como los bordes del marco son afilados, se hundió el marco hasta 1 cm de profundidad. Con una pala se extrajo la capa de suelo de centímetro a centímetro hasta llegar al 3 cm de profundidad. (Anleu1998).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 17. A) Cultivo de cañal de azúcar para la extracción de muestras, B) proceso de extracción del suelo y C) marco de metal de 30 cm x 30 cm x 3 cm.

### 2.5.2.3 Extracción de huevos

Para la extracción, se procedió a pasar el suelo por tamices de 32, 35, 48 y 60 mesh simultáneamente. Se le agregó agua a presión. Los residuos que quedaron en el último tamiz, se colocó en una ampolla de decantación con solución salina al 30 %, se dejó reposar 1 h (figura 11).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 18. En las fotografías se presenta el proceso de extracción de huevos: a. Lavado de suelo. b. Decantación con soluciones salinas. c. Secado. d. Separación. e. Huevos. f. Huevos totales obtenidos. g. Preparación de unidades experimentales

Luego se decantó, y el flotante se le agrego solución salina al 22 %, por media hora. Por último, se decantó nuevamente, y el flotante se colecto con la ayuda de malla antiafidos. Se dejó que secase con la ayuda de una lámpara eléctrica.

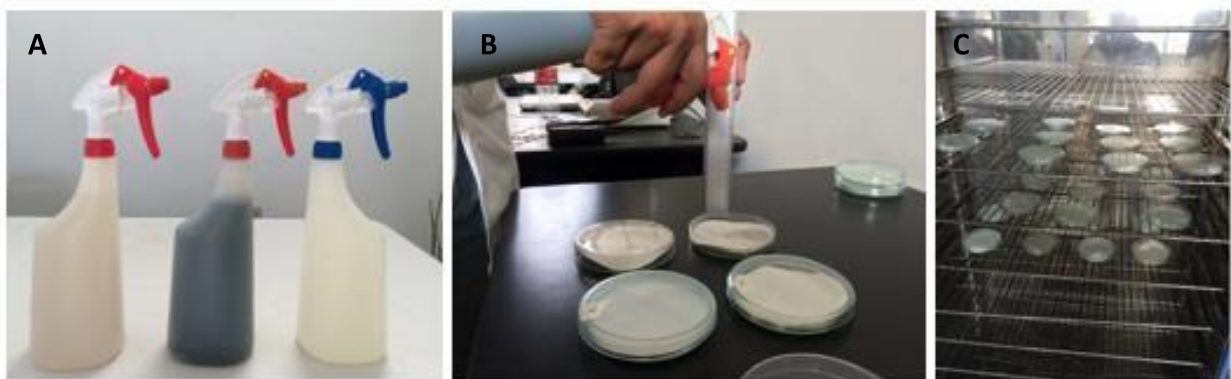
El precipitado colectado se colocó dentro de una caja petrí. Dentro de la caja petrí quedaron los huevos, junto con pedazos de raíces pequeñas. Con ayuda del estereoscopio, aguja de disección y un pincel se procedió a colectar los huevos. Luego con la ayuda de la aguja se colocaron dentro de cada caja petri para cada unidad experimental.

#### 2.5.2.4 Preparación de cada tratamiento e inoculación

Cada entomopatógeno se produce con una concentración de  $5 \times 10^{12}$  conidias por hectárea en el laboratorio de Entomopatógenos, de cada uno de los entomopatógenos se evaluaron 2 dosis, la comercial ( $5 \times 10^7$  conidios/ ha) y la mitad de la comercial ( $2.5 \times 10^7$  conidios/ ha) que utilizan en el Ingenio Magdalena.

Por lo tanto se procedió a realizar los cálculos para preparar 1 L de cada tratamiento, y así aplicársela a cada uno de las unidades experimentales. Los huevos por tratamiento fueron colocados en cajas petri para ser inoculados con sus correspondientes dosis con un atomizador manual. Se calibró cada atomizador para que aplicara  $2 \text{ cm}^3$  y con una regla se aplicó a 15 cm de altura con respecto a cada unidad experimental.

Luego se trasladó a una cámara bioclimática a temperatura controlada a  $26 \text{ °C} \pm 0,5 \text{ °C}$  y fotofase de 14:10 h (luz: oscuridad) (figura 12). Se realizó una revisión diaria con un estereoscopio óptico durante 30 días para determinar el parasitismo de los huevos, anotando la fecha donde estos empiecen a formar micelio y conidios (parasitismo confirmado).



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 19. Fotografías para la preparación de tratamientos: A) Atomizadores con cada uno de los hongos, B) momento de aplicación a 15 cm de altura y C) las unidades experimentales ya colocadas dentro de la cámara bioclimática.

### 2.5.2.5 Descripción de tratamientos

Serán evaluados tres diferentes entomopatógenos y dos diferentes dosis de cada uno, tal y como se describen en el (cuadro 3)

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la investigación

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	Concentración (conidios/ha)
<b>T1</b>	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. Bisa 012000	<b>5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T2</b>	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. Bisa 012000	<b>2.5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T3</b>	<i>Beauveria bassiana</i> spp. Bisa ILA 0114	<b>5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T4</b>	<i>Beauveria bassiana</i> spp. Bisa ILA 0114	<b>2.5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T5</b>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. Bisa CG0314	<b>5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T6</b>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp..Bisa CG0314	<b>2.5 x 10<sup>7</sup></b>
<b>T7</b>	<b>Testigo</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se evaluaron 2 concentraciones, 5 x 10<sup>7</sup> conidios/ha y 2.5 x 10<sup>7</sup> conidios/ha, de cada uno de los tres hongos entomopatógenos descritos en la ilustración anterior, más un testigo (solo agua), para un total de 7 tratamientos con 4 réplicas por cada uno, haciendo un total de 28 unidades experimentales. Cada unidad experimental conto con 25 huevos dentro de una caja petri con papel filtro y algodón húmedo, haciendo un total de 700 huevos.

### 2.5.2.6 Modelo estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue de una distribución completamente al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones, lo cual hace un total de 28 unidades experimentales. Se utilizó el siguiente modelo estadístico de Diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental  $\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima dosis de hongos entomopatógenos

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### 2.5.2.7 Análisis de varianza

Para analizar la información de datos se realizó el análisis ANDEVA correspondiente a través del programa InfoStat (versión libre), para la variable de parasitismo y se realizara una prueba de medias Tukey al 0.05 de significancia, para determinar el hongo entomopatógeno más efectivo.

### 2.5.2.8 Variable respuesta

#### A. Huevos parasitados acumulados

La variable respuesta es el número de huevos parasitados a lo largo del experimento. Se observaron los huevos, y cuando empezó el crecimiento de micelios o conidios se tomó como parasitado. Se comparó cada uno de los tratamientos para determinar cuál fue el más efectivo.

## 2.6 RESEULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Huevos parasitados acumulados

Se observan los resultado de todos los tratamientos, acumulados a lo largo de los 30 días de observación, a excepción del testigo cuentan con al menos un huevo parasitado (cuadro 3).

Cuadro 4. Resumen de los resultados de huevos parasitados de chinche salivosa

Tratamientos	Descripción de Tratamiento	Huevos evaluados /U.E.	Huevos parasitados				Media	% total	Var	D.E.	C.V.
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. 5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	10	8	3	7	7	28%	8.67	2.94	42.06
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. 2.5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	15	13	5	11	11	44%	18.67	4.32	39.28
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. 5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	23	3	5	10	10	41%	80.92	9	87.76
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. 2.5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	0	5	13	6	6	24%	28.67	5.35	89.24
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. 5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	15	13	15	14	14	57%	0.92	0.96	6.72
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. 2.5 x 10 <sup>7</sup> conidios/ha	25	13	13	13	13	13	52%	0	0	0
7	Agua desmineralizada	25	0	0	0	0	0	0%	0	0	Sd

Se puede observar que el tratamiento 5 *Paecilomyces lilacinus spp.*  $5 \times 10^7$  conidios/ha, es el que presenta el mayor número de huevos parasitados, con un porcentaje de parasitismo de 57 %. Sin embargo el que mayor coeficiente de variación con 89.24 es el 4 *Beauveria bassiana spp.*  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha, lo cual puede definirse que es donde existes la mayor variación de los datos con respecto a la media.

El tratamiento *Paecilomyces lilacinus spp.* con concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ha, y *Metarhizium anisopliae spp.* con concentración  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha. Presentaron los menores coeficientes de variación y los mayores promedios, lo que puede indicar variación en cuanto a la infección de los huevos, la cual puede estar asociada a la diversidad dentro de la población muestreada.

Con respecto a los coeficientes de variación en el cuadro anterior, se puede determinar que los resultados para la mayoría de los tratamientos no son homogéneos. Sin embargo, ambas dosis de *Paecilomyces lilacinus spp.*, son datos representativos, estos si son homogéneos, ya que ambos coeficientes están por debajo de 20%.

Según en el análisis de variación para los huevos de chinche salivosa parasitados (cuadro 4).

Cuadro 5. Análisis de varianza de huevos de chinche salivosa parasitados

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Modelo</b>	571.21	6	95.2	4.83	0.003
<b>Tratamiento</b>	571.21	6	95.2	4.83	0.003
<b>Error</b>	413.5	21	16.69		
<b>Total</b>	984.71	27			

CV: 50.51

F.V : Fuente de variación

SC: Suma de cuadrados

GI : Grados de libertad

CM : f calculada

F: F tabulada



Con un nivel de significancia del 5 % y un coeficiente de variación del 50.51 %, se puede decir que si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ya que el p-valor de los tratamientos es de  $0.003 < 0.05$  lo cual significa que alguna cepa de hongo utilizada produce un mayor parasitismo que las demás. Posteriormente debido a que existe una diferencia significativa se realizó una prueba de medias de TUKEY, para observar que tratamiento nos brinda el mejor resultado en el porcentaje de parasitismo (cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de grupo de Tukey para Huevos parasitados de chinche salivosa.

Tratamiento	Descripción del tratamiento	Medias	Grupo
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	14.25	A
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha	13	A
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	11	A
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	10.25	A
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	7	A B
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	6	A B
7	Agua desmineralizada.	0	B

Según el cuadro anterior, las medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Lo que significa que: 5 *Paecilomyces lilacinus* spp  $5 \times 10^7$  conidios/ha., 6 *Paecilomyces lilacinus* spp.  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha, 2 *Metharizium anisopliae* spp  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha y 3 *Beauveria bassiana* spp..  $5 \times 10^7$  conidios/ha, estos están presentes en el mismo grupo de la letra A. Lo cual entre ellos no existe ninguna diferencia significativa pero

con respecto a los demás si existe, ya que estos lograron parasitar más huevos que el resto de los tratamientos.

Con respecto al cuadro anterior: 5 *Paecilomyces lilacinus* spp  $5 \times 10^7$  conidios/ha, es el que mejor resultado tiene con respecto a la media de huevos parasitados, con una media de 14.25 huevos o un porcentaje de parasitismo de 57 % según el cuadro 2. Tiene un mejor resultado que las dos dosis de *Metharizium anisopliae* spp. Lo cual son los resultados parecidos a los que obtuvo Badilla, F en el 2006. Donde concluyo que La cepa de *P. lilacinus* fue 2,75 veces más virulenta que la cepa de *M. anisopliae*. En este estudio se observa que *Paecilomyces* spp.  $5 \times 10^7$  conidios/ha., fue 2 veces más parasitivo que *Metharizium* spp  $5 \times 10^7$  conidios/ha. (Badilla et al 2006)

*Beauveria bassiana* spp.  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha, fue la que menos huevos logro parasitar, esto a que su concentración era la mitad de la comercial recomendada en el laboratorio de entomopatógenos de Ingenio Magdalena y porque no es tan agresivo como los otros dos hongos entomopatógenos.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. Los tres entomopatógenos, *Metarhizium anisopliae* spp., *Beauveria bassiana* spp., *Paecilomyces lilacinus* spp. lograron parasitar los huevos de chinche salivosa.
2. Se observó que ambas dosis de *Paecilomyces* spp., fueron preliminarmente las que mejor resultado obtuvieron sobre el parasitismo de huevos de chinche salivosa.
3. Los que mejores resultados obtuvieron parasitando huevos de chinche salivosa fueron: *Paecilomyces lilacinus* spp con concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ha. , *Paecilomyces lilacinus* spp. con concentración de  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha, *Metarhizium anisopliae* spp con concentración de  $2.5 \times 10^7$  conidios/ha y *Beauveria bassiana* spp. con concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ha.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. Se puede utilizar cualquiera de los tres entomopatógenos para el control de huevos de chinche salivosa a nivel de laboratorio, pero se recomienda utilizar *Paecilomyces spp.*, ya que fue el que mejor resultado obtuvo en ambas dosis.
2. Los resultados obtenidos en esta investigación posibilitan iniciar estudios de campo para buscar una estrategia de control biológico en la fase de huevo.
3. Para evitar contaminaciones tanto en la cama bioclimática y dentro de las unidades experimentales, se tiene que desinfectar e inocular bien todo el lugar para evitar contaminaciones de otros hongos.
4. Para evitar la contaminación de los mismos hongo utilizados, trabajar en áreas diferentes cada hongo entomopatógeno, así se evita la contaminación, ya que las esporas pueden quedar suspendidas en el ambiente.
5. Implementar estos resultados en una fase de macetas con inoculación con los hongos que mejor resultados tuvieron, para determinar como se comporta con respecto a la planta y al suelo.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, P. 2015. Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum* sobre nemátodos parásitos de melón; Huité, Zacapa, campus “San Luis Gonzaga, S. J.”. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 78 p.
2. Anleu Fortuny, B. 1998. Distribución horizontal y vertical de huevos de chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.), en relación al sistema radicular de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), y comparación del tres técnicas de muestreo en Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 39 p.
3. Ávila, J. 1996. Evaluación del número de trampas para el monitoreo de chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.
4. Azañon Estacuy, VM. 1996. Evaluación de nueve cepas de *Metarhizium* sp. en el control de cuatro plagas insectiles de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 53 p.
5. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, Guatemala). 2016. Desarrollo económico (en línea). Guatemala. Consultado 24 abr. 2016. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-en-el-mundo/>
6. Badilla, F. 1998. Metodología para el manejo integrado de cercópidos (*Aenolamia* spp. y *Prosapia* spp.) (Homoptera: Cercopidae) en el cultivo de la caña de azúcar. Costa Rica, Bioasesoría Internacional (BISA). 31 p. (Mimeografiado).
7. Badilla, FF. 2000. Utilización del control biológico y alternativas no químicas para el manejo de plagas insectiles en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. *International Sugar Journal* 102(1221):482-490.
8. Badilla, F; Alves, SB. 1991. Controle do gorgulho da cana- de- açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie 1978 (Coleoptera: Curculionidae) com *Beauveria bassiana* y *Beauveria brogniartii* em condições de laboratorio e campo. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 20(2):84.
9. Badilla, F; Arias, M. 2000. Evaluación de trampas amarillas para el control de *Aeneolamia varia*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 58:61-65.
10. Badilla, F; Solis, AI; Alfaro, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* no. 20-21:39-44.
11. Badilla, F; Toledo, JC; Barreno, C. 1996. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* en adultos de la “chinche salivosa” *Aeneolamia alfofasciata* y *Prosapia* spp.

(Homoptera: Cercopidae) en caña de azúcar en Escuintla, Guatemala. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.42:39-44.

12. Camo, T; Carrillo, E; Cabrera, V. 1997. Establecimiento de la cría y ciclo biológico de la chinche salivosa, *Aeneolamia* sp., en casa de malla y laboratorio. EPSA Informe de Servicios. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 25 p.
13. CAÑAMIP (Manejo Integrado de Plagas en Caña de Azúcar, Guatemala). 2008. Monitoreo de huevos. Guatemala, CENGICAÑA. 6 diapositivas.
14. Carranza, G. 2014. Evaluación *in vitro* de la patogenicidad del hongo *Paecilomyces lilacinus* sobre el nemátodo *Pratylenchus* sp. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 41 p.
15. Castillo Zeno, S. 2006. Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en el Petén, Guatemala. Tesis MSc. Agr. Ecol. Costa Rica, CATIE, Escuela De Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. 67 p.
16. Contreras, J. 1993. Diagnóstico de los ciclos biológicos, hábitos de vida y reproducción de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) pulgón dorado (*Sipha flava*), falso medidor (*Mocis latipes*) en la empresa Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 30 p.
17. Del Cid, J. 2011. Localización de fincas Ingenio Magdalena, Escuintla, Guatemala. Guatemala, Ingenio Magdalena, SIG.
18. Grande Carballo, JO. 2006. Informe final de diagnóstico, investigación y servicios desarrollados en el Departamento de Investigación de Ingenio La Unión. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 175 p.
19. IMSA (Ingenio Magdalena, Guatemala). 2015. Magdalena (en línea). Consultado 15 oct. 2015. Disponible en [http://imsa.com.gt/sitio/#!/page\\_historia](http://imsa.com.gt/sitio/#!/page_historia)
20. Jimenez, J. 1981. Estudios tendientes a establecer el control integrado de las salivitas de los pastos. Rev. de Entomología Colombia 1:19-33.
21. Márquez, JM; Peck, D; Barrios, CO; Hidalgo, H. 2002. Identificación de especies de chinche salivosa (Homóptera: Cercopidae) asociadas al cultivo de caña de azúcar en Guatemala. In Presentación de resultados de investigación, Memoria; zafra 2001-2002. Guatemala, CENGICAÑA. p. 54-59.
22. Márquez, M; Duarte, R; Ortiz, A; Ampudia, L; Torres, E; Javier, A. 2014. Eficiencia de thiamethoxam y productos a base de imidacloprid, en el control de ninfas y adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*). In Presentación de resultados de investigación, Memoria: zafra 2008-2009. Guatemala, CENGICAÑA. p. 203-213.

23. Márquez, M; Ortiz, A; Motta, VH; Lemus, JM; Torres, E; Aguirre, S. 2009. Evaluación de la eficiencia de planes de manejo integrado de chinche salivosa: efecto de nuevos productos en el control de la población de ninfas y adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*); finca La Libertad, Ingenio Palo Gordo, y finca Carrizal, Ingenio La Unión. *In* Presentación de resultados de investigación, Memoria: zafra 2008-2009. Guatemala, CENGICAÑA. p. 116-126.
24. Matabanchoy Solarte, JA; Bustillo Pardey, AE; Castro Valderrama, U; Mesa Cobo, NC; Moreno Gil, CA. 2012. Eficacia de *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), en caña de azúcar. *Revista Colombiana de Entomología* 38(2):177-181. Consultado 21 abr. 2016. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882012000200002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882012000200002&lng=en&tlng=es)
25. Orozco, H; Soto, GJ; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Sacharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 189 p.
26. Solares, E. 1997. Evaluación de tres cepas de hongo *Metarhizium* sp. en cuatro dosificaciones para el control de chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) en La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 42 p.

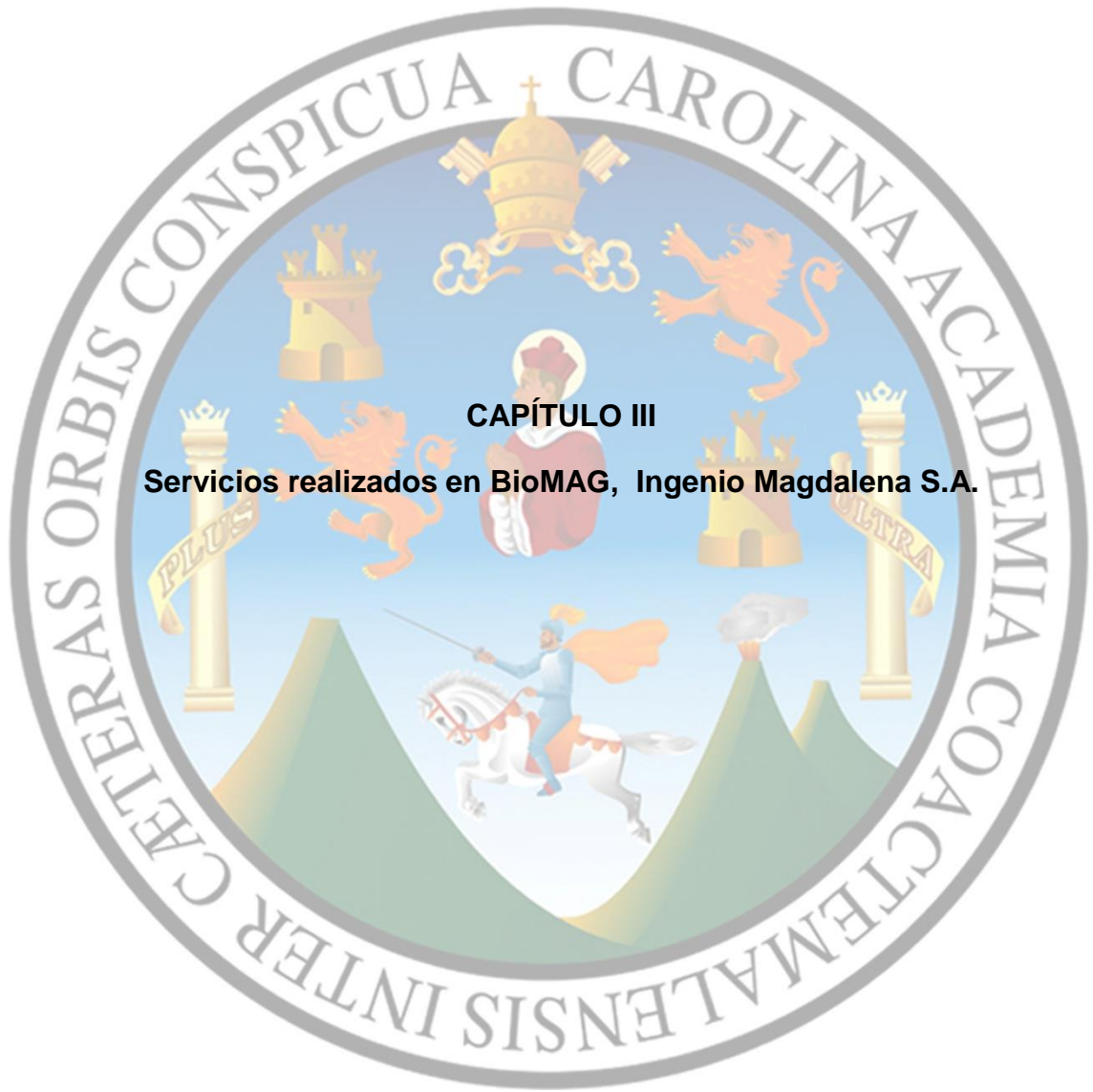
## 2.10 ANEXOS

Cuadro 7A. Resultados de Huevos parasitados de chinche salivosa.

Tratamiento	Descripción del Tratamiento	Huevos Parasitados	% Huevos parasitados
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	10	40
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	15	60
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	23	92
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	0	0
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	15	60
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
7	Agua desmineralizada.	0	0
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	8	32
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	3	12
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	5	20
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
7	Agua desmineralizada.	0	0
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	3	12
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	5	20
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	5	20
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	15	60
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52



7	Agua desmineralizada.	0	0
1	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	7	28
2	<i>Metarhizium anisopliae</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	11	44
3	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	10	41
4	<i>Beauveria bassiana</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	6	24
5	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $5 \times 10^7$ conidios/ha.	14	57
6	<i>Paecilomyces lilacinus</i> spp. $2.5 \times 10^7$ conidios/ha.	13	52
7	Agua desmineralizada.	0	0



**CAPÍTULO III**

**Servicios realizados en BioMAG, Ingenio Magdalena S.A.**

### 3.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe tratara acerca de los servicios que se realizaron en el área de investigación agrícola del Ingenio Magdalena, BIOMAG, en la finca San Patricio, durante el tiempo de ejercicio profesional supervisado, entre agosto 2015 a mayo 2016.

Lo que se quiere hacer con estos servicios, es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Carrera De Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el departamento de BIOMAG, específicamente en el laboratorio de hongos entomopatógenos.

El primer servicio consiste en el establecimiento de un ensayo de incorporación de compost y *trichoderma*; como resultados obtenidos son que al incluir los microorganismos, al suelo, donde a medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo.

El Segundo servicio fue la propagación del limón, fueron en la Finca San Patricio, donde se ubica el laboratorio de entomopatógenos.

El tercer servicio consiste, en recepción, registro y análisis de muestras de suelo y agua, donde el departamento de Investigación del Ingenio Magdalena, BioMag, no cuenta con un recepción y registro de muestras de suelo y agua semanalmente de las diferentes fincas del Ingenio. Es por eso que es necesario llevar un registro de todas las muestras analizadas, y a la vez poder tener un control de todo lo que se analiza. Al finalizar los análisis, hay que crear un reporte, y este se le envía a los diferentes encargados de cada finca

### 3.2 SERVICIO 1. MONTAJE DEL EXPERIMENTO: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE COMPOST Y DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE (*Trichoderma spp*), SOBRE EL DESARROLLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) EN FASE DE SEMILLERO BÁSICO.

#### 3.2.1 Objetivos Específico

Establecer las parcelas evaluativas de la incorporación de compost y dos métodos de aplicación de *trichoderma*.

#### 3.2.2 METODOLOGÍA

El ensayo fue establecido a nivel de campo al inicio del ciclo productivo en el lote número 352-90-15 de la finca Santa Elisa. Fueron evaluados dos diferentes tipos de aplicación de *Trichoderma*, y en algunos se le incorporo compost, tal y como se describen en el siguiente cuadro 8.

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos a evaluar.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	Dosis de aplicación
T1	Inmersión en <i>Trichoderma</i>	$1 \times 10^8$ conidios/ml
T2	Drench de <i>Trichoderma</i> por la tarde	$1 \times 10^{12}$ conidios/Ha.
T3	Inmersión + Drench de <i>Trichoderma</i> por la tarde	$1 \times 10^8$ conidios/ml + $1 \times 10^{12}$ conidios/Ha.
T4	Compost + Drench de <i>Trichoderma</i> por la tarde	$1 \times 10^{12}$ conidios/Ha.
T5	Compost + Inmersión en <i>Trichoderma</i>	$1 \times 10^8$ conidios/ml
T6	Testigo	

### 3.2.2.1 Unidad experimental

Fueron establecidas 4 repeticiones para cada tratamiento, haciendo un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental conto con 4 surcos de 211 metros de longitud, haciendo un total de 4388.8 m<sup>2</sup> (0.43 ha) por parcela aproximadamente. El área total del experimento fue de 10.53 ha. La siembra fue realizada en pilones, en un distanciamiento de 0.6 mts x 1.30 mts. Dando un total de 135,000 pilones en la siembra inicial.

### 3.2.2.2 RESULTADOS

Acontinuación se presentan las fotografía del establecimiento de las parcelas evaluativas de la incorporación de compost y dos métodos de aplicación de *trichoderma* , las parcelas fueron en la finca Santa Elisa



Figura 20. Preparación de *Trichoderma*

La preparación de la *Trichoderma*, consiste en un recipiente grande para que el *Trichoderma* pueda diluirse con agua para ser aplicados



Figura 21. Finca Santa Elisa, área de la evaluación.

La siembra fue realizada en pilones, en un distanciamiento de 0.6 m a 1.30 m. Dando un total de 135,000 pilones en la siembra inicial.



Figura 22. Incorporación de compost.

Se realizaron dos aplicaciones al suelo de los diferentes tratamientos, el primero al momento de la siembra, y el segundo 45 días después de la siembra. La primera aplicación fue realizada de acuerdo al calendario de siembra para ese lote, siendo la variedad sembrada, CP 73-1547.

### **3.2.2.3 EVALUACIÓN**

Por motivos de tiempo y ya que son lotes experimentales este servicio consistió solo en el montaje de las parcelas, ya que los resultados del mismo serian hasta un año después de haber terminado la practica supervisada.

### **3.3 SERVICIO 2. PROPAGACIÓN DE LIMÓN ORNAMENTAL, *Swinglia glutinosam*, EN LA FINCA SAN PATRICIO.**

#### **3.3.1 Antecedentes**

En el Ingenio Magdalena, se está dando una gran demanda del limón ornamental, *Swinglia glutinosam*, es por eso que, como parte de mi ejercicio profesional supervisado, se propagara esta especie para poder cumplir con esta demanda. El principal uso de esta especie es para setos, en algunos casos llega a reemplazar el alambre de púas ya que posee fuertes espinas. Se utiliza como cercas vivas, es la manera de delimitar su propiedad, mediante una hilera de árboles o arbustos muy unidos unos a otros. En ella se conjugan; belleza, seguridad y armonía con la naturaleza. Es por eso que se necesita propagar esta especie, y se realizó en la finca San Patricio.

#### **3.3.2 Objetivo General**

Evaluar los diferentes métodos de propagación de limón ornamental, tanto sexual, como asexualmente.

#### **3.3.3 Objetivos Específico**

Aumentar la población de plantas de limón ornamental en el vivero de BioMag.

#### **3.3.4 Metodología**

Se realizó la propagación de limón ornamental, de manera sexual y asexualmente.

De manera sexual, se recolectaron frutos de limón ornamental, y se procedio a darle tratamiento a la semilla, y se determinó que si es viable la propagación sexual.



Se utilizaron 2,500 estacas de 15 cm de largo, con 3-4 brotes por estaca. Se colocaron en tabloncillos rellenos de piedra pómez, y se sembraron junto con un enraizante. Se aplicó riego cada 2 días.

Asexualmente se procedió a propagar el limón de manera de estacas de 15 cm.

### 3.3.4.1 Descripción de los tratamientos

Cuadro 9. Descripción de tratamientos para la propagación de limón ornamental

Tratamiento	Descripción
T1	Asexual ( estacas de 15 cm)
T2	Sexual (semillas)

### 3.3.5 RESULTADOS

#### 3.3.5.1 Aumentar la población de plantas de limón ornamental con método asexual



Figura 23. Preparación de piedra pómez método asexual

En la figura 23 se puede observar la preparación de la cama con sustrato de piedra pómez para la propagación de estacas de limón ornamental, donde no se obtuvieron los resultados esperados debido que existieron factores como el clima y la porosidad donde solo las 5 plantas presentaron formación de raíz

### 3.3.5.2 Propagación de limón ornamental con el método sexual

El método sexual es un proceso de recolección frutos maduros el cual se obtuvieron a lo largo de perímetro de la finca San Patricia y los alrededores. Donde se procedió a lavar los limones, extraer la semilla, lavarla, secarla y sembrarla.



Figura 24. Preparación de semilla de limón ornamental: a) se extraía las semillas de un limón maduro. b) se lavaban con abundante agua 2 veces, c). se les incorporaba cal, se agitaba por 10 minutos y d) se lavaba nuevamente con abundante agua.



Figura 25. Siembra de semilla de limón ornamental en canasta

En la figura 25 se puede observar, donde se utilizó un sustrato reciclado de los pilones de caña de azúcar, se obtuvo al mes de la siembra un 80% de germinación de la semilla.



Figura 26. Trasplante de limón ornamental

En la Figura 26 se observa, el trasplante de las plántulas a bolsa plástica donde se les dio el manejo agronómico, fertilización, control de malezas y plagas. Se trasplantaban a los 2 meses a bolsas de plástico de polietileno para vivero de 20 cm x 20 cm. A los 3 meses las plántulas ya estaban listas para ser entregadas.



Figura 27. Plántulas adultas de limón ornamental

En la Figura 27, se observa las plántulas de limón ornamental en que se lograron propagar al de 35,000 plántulas

### **3.3.6 EVALUACIÓN**

Como resultado de esta investigación, se pudo determinar que la propagación sexual del limón ornamental es la que mejor resultado se obtuvo. Pudiendo completar el pedido de las 35,000 plántulas el departamento de Bio-MAG requería en ese momento.

### **3.4 SERVICIO 3. RECEPCIÓN, REGISTRO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO Y AGUA.**

#### **3.4.1 Objetivo Específico**

Llevar el control de las muestras de suelo y agua en el laboratorio semanalmente.

#### **3.4.2 Metodología**

Para las muestras en el laboratorio la persona encargada de laboratorio debe de recibir en recepción la muestra de suelo o agua donde debe de ser identificada con un código interno del laboratorio, para posteriormente poder llevar un registro de cada muestra.

Las muestras de suelo y agua llegan constantemente al laboratorio es por eso que es necesario identificarlas:

- Región
- Nombre de finca
- Lote
- Fecha
- Hora llegada

#### **3.4.3 RESULTADOS**

##### **3.4.3.1 Recepción de muestras**

El laboratorio al recibir la muestra de agua suelo tiene que identificar cada sub muestra de agua para llevar un control interno de cada muestra que llega ver figura 28 y 29.

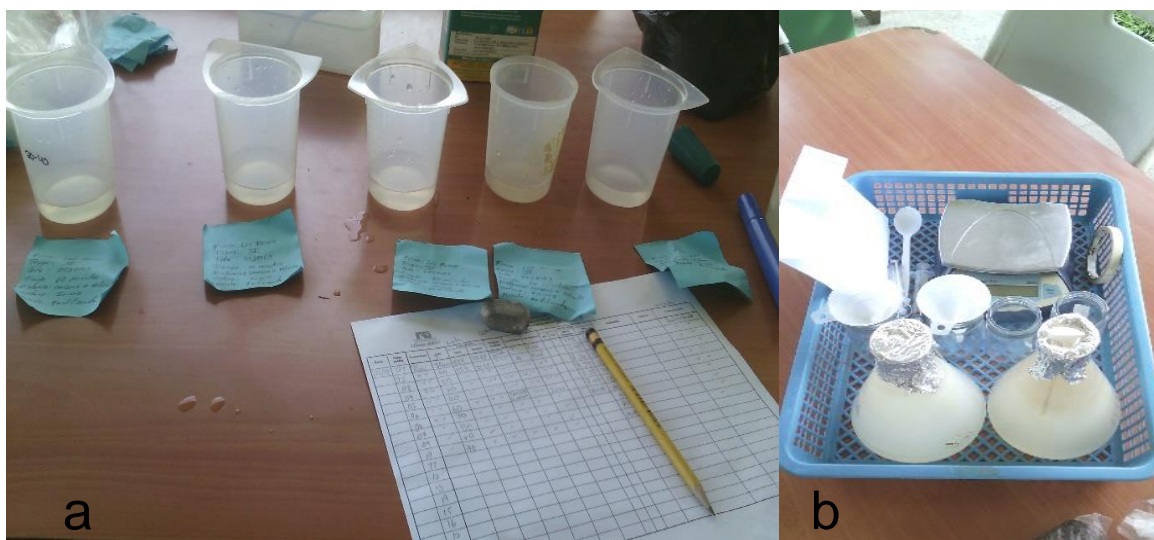


Figura 28. Identificación de muestra de agua: a) submuestras identificadas de la muestra de agua y b) materiales para el análisis de la muestra.



Figura 29. Análisis de muestras de agua

Después se procedió a analizar correctamente cada muestra, tanto las de agua como las de suelo. Al agua se le toma pH, C.E., y en algunas para fines de fertilidad se le toma los datos de macronutrientes.

### 3.4.3.2 Muestras de suelo

Las de muestras de suelo se les tomaron los datos de pH, Conductividad eléctrica –C.E-, Macronutrientes, y también se les inocula para ver los microorganismos presentes ver figura 30



Figura 30. Medición de pH y Conductividad Eléctrica.

La inoculación de suelo en medio de cultivo PDA; para la observación de los microorganismos presentes en el suelo ver figura 31.



Figura 31 . Inoculación de muestras de suelo en medio de cultivo PDA.

#### **3.4.4 EVALUACIÓN**

Las muestras se llevan cada semana al laboratorio, donde se trabajaron durante todo el ejercicio profesional supervisado -EPS-, entre septiembre 2015 y mayo 2016. Se analizaron 140 muestras de suelo, 60 muestras de agua, y se inocularon 80 muestras.