UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE CUATRO AISLAMIENTOS DE *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. PARA EL CONTROL MICROBIANO DE CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia sp*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

TONY ROCAEL CAMO JUAREZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 1,999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Br. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO	Br. Jose Domingo Mendoza Cipreano
SECRETARIO	Ing. Agr. Edil Rene Rodriguez Quezada

Guatemala, septiembre de 1,999

Honorable Junta Directa
Honorable Tribunal examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De la manera mas cordial y de acuerdo con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACIÓN DE CUATRO AISLAMIENTOS DE *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin 1883. PARA EL CONTROL MICROBIANO DE CHINCHE SALIVOSA (A*eneolamia* sp) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.

Presentado como requisito previo para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

Tony Rocael Camó Juárez

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS	Que ha iluminado cada día de mi vida, dándome sabiduría para alcanzar mis metas.
MIS PADRES	JULIO CAMO CRUZ ALBA LUZ JUAREZ DE CAMO Como una pequeña recompensa a sus esfuerzos y sacrificios
MI ESPOSA	INGRID MARGOTH IZAGUIRRE DE CAMO Como una muestra de amor por el esfuerzo y sacrificio que ambos hemos compartido
MI HIJO	LUIS ESTUARDO CAMO IZAGUIRRE Con mucho amor.
MIS HERMANOS	JULIO ABIGAIL, ALBA JUDITH, SARLI KARINA, MIKER ESTUARDO E INGRID MARIVEL Con cariño y aprecio
MIS SOBRINOS	JULIO ANTONIO, LUIS FERNANDO, SERGIO ADOLFO, ANDREA DEL ROSARIO Y JULIO MIGUEL ANGEL Como un ejemplo de superación y sacrificio
MIS AMIGOS	Especialmente: Byron Gonzales, Estuardo Reyes, Manuel Gaitán, Miguel López, Gerson Sanchéz, Henry Xiloj, Walter Valencia, Rainiero Lec, Raúl Garzona, Oswaldo Tum, Ludin Lima, Dorian Izaguirre y Erick Motta, como recuerdo de las experiencias compartidas.
MI FAMILIA EN GENERAL	Como muestra de cariño y respeto.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Rabinal, Baja Verapaz

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA.

Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Mario Alemán e Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández, por su asesoramiento al presente trabajo

Ing. Agr. Byron González e Ing. Agr. Estuardo Reyes, por su apoyo técnico en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Agr. Msc. Berner Ovalle y Ludy Recinos, por su colaboración técnica en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Agr. Msc. Eduardo Carrillo e Ing. Agr. Jorge López, por su consejos positivos.

Familia Izaguirre Hernández, por su incondicional apoyo durante mi formación profesional.

CONTENIDO GENERAL

1. INTRODUCCION 1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.. 3
3. MARCO TEORICO. 4
   3.1. Marco Conceptual 4
      3.1.1. Aspectos generales del cultivo de la caña de azúcar 4
      3.1.2. Importancia del cultivo de la caña azúcar en Guatemala. 4
      3.1.3. Concepto de plaga. 4
      3.1.4. Insectos chupadores. 5
      3.1.5. Plagas de la caña de azúcar. 5
         3.1.4.1. Chinche salivosa. 6
            3.1.5.1.A. Taxonomia y distribución geográfica. 6
            3.1.5.1.B Ciclo de vida y hábitos. 7
            3.1.5.1.C. Factores que favorecen la propagación de la chinche salivosa 9
            3.1.5.1.D. Ecología. 10
            3.1.5.1.E. Condiciones para un buen desarrollo de la chinche salivosa 10
            3.1.5.1.F. Daño e importancia económica. 10
      3.1.6. Manejo integrado de plagas. 11
         3.1.6.1. Control biológico de la plaga. 12
         3.1.6.2. Control microbiano. 12
         3.1.6.3. Características generales del hongo entomopatógeno *M. anisopliae* 13
   3.2. Marco referencial. 16
      3.2.1. Ubicación del ensayo. 16
      3.2.2. Aislamientos de *M. anisopliae* evaluados. 16
4. OBJETIVOS 18
5. HIPOTESIS.. 19
6. METODOLOGIA.. 20
   6.1. Fase de Laboratorio. 20
      6.1.1. Ubicación del ensayo. 20
      6.1.2. Ninfas. 20
         6.1.2.1. Diseño experimental 21
         6.1.2.2. Manejo de la unidad experimental 22
         6.1.2.3. Variables de respuesta.. 23
         6.1.2.4. Análisis de la información 24
      6.1.3. Adultos 24
         6.1.3.1. Diseño experimental 24
         6.1.3.2. Manejo de la unidad experimental 25
         6.1.3.3. Variables de respuesta.. 25
         6.1.3.4. Análisis de la información 26

   6.2. Fase de Invernadero. 26
      6.2.1. Ubicación del ensayo 26
      6.2.2. Ninfas 27
         6.2.2.1. Unidad Experimental 27

6.2.2.2. Manejo de la unidad experimental 27
6.2.2.3. Variable de respuesta..... 27
6.2.2.4. Análisis de la información 28
6.2.3. Adultos..... 28
6.2.3.1. Unidad Experimental 28
6.2.3.2. Manejo de la unidad experimental..... 28
6.2.3.3. Variable de respuesta..... 28
6.2.3.4. Análisis de la información 29
7. RESULTADOS Y DISCUSION 30
7.1. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio 30
7.2. Virulencia de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio 31
7.3. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio 33
7.4. Virulencia de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo Condiciones de laboratorio 34
7.5. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero 35
7.6. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo Condiciones de invernadero 37
8. CONCLUSIONES 39
9. RECOMENDACIONES 40
10. BIBLIOGRAFIA..... 41
11. APENDICES 45

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1 Origen de los aislamientos de *M. anisopliae* evaluados sobre ninfas y adultos de chinche salivosa. 16

CUADRO 2 Descripción de los tratamientos de *M. anisopliae* evaluados sobre ninfas de chinche salivosa 22

CUADRO 3A Resumen de los resultados obtenidos en cada prueba de la evaluación de los Aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio e invernaero. 46

CUADRO 4A Análisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de laboratorio 46

CUADRO 5A Análisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de laboratorio . . .47

CUADRO 6A Análisis de varianza de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de laboratorio 47

CUADRO 7A Análisis de varianza de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de laboratorio . . .48

CUADRO 8A Análisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de invernadero . . .48

CUADRO 9A Análisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de invernadero. . . .49

CUADRO 10A Prueba de medias de Tukey (5% de significancia) para los valores de parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos De chinche salivosa a nivel de invernadero 49

CUADRO 11A Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (%) a nivel de laboratorio. 50

CUADRO 12A Datos de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (%) a nivel de laboratorio. 51

CUADRO 13A Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa (%) a nivel de laboratorio 52

CUADRO 14A Datos de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa (%) a nivel de laboratorio. 53

CUADRO 15A Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (%) a nivel de invernadero. . . .. .54

CUADRO 16A Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (%) a nivel de invernadero. 55

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Ciclo de vida de la chinche salivosa (*Aeneolamia sp*) 9

FIGURA 2 Ciclo de biológico del hongo entomopatógeno (*M. anisopliae*) 15

FIGURA 3 Porcentaje de parasitismo de ninfas de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio 31

FIGURA 4 Virulencia en ninfas de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio 32

FIGURA 5 Porcentaje de parasitismo de adultos de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio 34

FIGURA 6 Virulencia en adultos de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio 35

FIGURA 7 Porcentaje de parasitismo de ninfas de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de invernadero. 36

FIGURA 8 Porcentaje de parasitismo de adultos de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de invernadero..... 38

EVALUACION DE CUATRO AISLAMIENTOS DE *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin 1883 PARA EL CONTROL MICROBIANO DE CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia sp*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

EVALUATION OF FOUR ISOLATIONS OF *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. TO MICROBIAL CONTROL OF FROGHOPPERS (*Aeneolamia sp.*) UNDER CONTROLLED CONDITIONS

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de cuatro aislamientos del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, para el control de ninfas y adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

La investigación se realizó en el área de Entomología del Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar, ubicado en la finca Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en donde la utilización de agentes entomopatógenos para el control de insectos-plaga es importante, principalmente en cultivos extensivos como la caña de azúcar, en la cual la chinche salivosa es la plaga de mayor importancia. Dentro del Manejo Integrado de Plagas, el control microbiano con la utilización de hongos entomopatógenos, específicamente aislamientos promisorios de *M. anisopliae* es importante, ya que es un hongo que se caracteriza por su control más duradero y una vez se establece difícilmente el insecto alcanza niveles de daño económico, y lo principal es que afecta mínimamente el agroecosistema de la caña de azúcar. En ésta investigación se evaluaron tres aislamientos nativos promisorios (Boliviana, CG 93-3 e Ilusiones) y uno importado del Brasil (PL-43) sobre ninfas y adultos de chinche salivosa, con el fin de sustituir este último. La investigación se desarrolló en dos fases, la fase de laboratorio, en esta fase se realizaron dos ensayos diferentes, uno para ninfas y otro para adultos de chinche salivosa, utilizando como variables de respuesta para evaluar el efecto de los mismos, el parasitismo expresado en porcentaje y la virulencia expresada en porcentaje de mortalidad por día, en el cual se utilizó para cada uno, un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones, con un total de 25 unidades experimentales. La segunda fase (fase de invernadero) se realizaron dos ensayos diferentes uno para ninfas y otro para adultos de chinche salivosa, utilizando como variable de respuesta, el parasitismo expresado en porcentaje, en el cual se realizó para cada uno, un diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones.

Para la fase de laboratorio en los resultados obtenidos de parasitismo y virulencia de *M. anisopliae* sobre ninfas y adultos de chinche salivosa, de tal forma se pueden utilizar los cuatro aislamientos evaluados para el manejo integrado de la chinche salivosa, ya que no presentaron diferencias significativas entre los mismos. Para la fase de invernadero, en el ensayo de parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa, los aislamientos evaluados no presentaron diferencias significativas, por lo tanto se pueden utilizar dichos aislamientos. En el ensayo de adultos de chinche saiivosa los aislamientos CG 93-3 e Ilusiones al igual que PL-43 presentaron mayor parasitismo.

1. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo de la caña de azúcar *(Saccharum spp)* es de importancia económica y social, como fuente de divisas al país y por la gran cantidad de personas que dependen de la actividad. Guatemala es el sexto exportador mundial, tercero en Latinoamérica (8). La exportación de azúcar a diversos mercados es de un 70 % del total de la producción, generando en el año de 1996 un total US$ 235 millones de divisas por esa actividad (8).

Uno de los factores limitantes del cultivo son las plagas, principalmente insectos como la chinche salivosa *(Aeneolamia sp),* ya que por ser de hábito chupador, succiona la savia de la planta, inyectando al mismo tiempo toxinas que causan clorosis en la parte foliar, afectando por ende el proceso fotosintético. El daño lo ocaciona, especialmente en la época de invierno. (34).

La chinche salivosa es uno de los insectos-plaga de mayor importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar. Según Carrillo et al. las pérdidas ocasionadas por el ataque de esta plaga es de 10 toneladas métricas por hectárea cuando existe un daño fuerte (quemazon foliar de la planta) existiendo para 1,995 en Guatemala 11,774 hectáreas del cultivo con dicho daño (18).

Como una estrategia para el control del insecto se esta recurriendo a los principios del Manejo Integrado de plagas (MIP). Una de las tácticas que conforman al MIP es el control biológico y para el caso de la chinche salivosa, el control microbiológico con la utilización de entomopatógenos. El hongo entomopatógeno utilizado para el efecto es *Metarhizium anisopliae (*Metschnikoff*)* Sorokin *1883*. Este hongo es caracterizado por su control más duradero (con el paso de los años) y una vez que se establece, difícilmente el insecto alcanza niveles de daño económico, afectando mínimamente el agroecosistema de la caña de azúcar (13).

Actualmente, en Guatemala se ha desarrollado colecta y estudios de aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae.* Estudios que contemplan aspectos como la producción de conidios (comparados con la cepa PL-43 importada del Brasil), resistencia a la luz ultravioleta, tiempo máximo de almacenamiento y compatibilidad con surfactantes e insecticidas (2, 10).

En el estudio se cuantificó el parasitismo y se determinó la virulencia de los mejores aislamientos nativos evaluados (aislamientos promisorios) a manera de seleccionar los mejores y recomendar su aplicación en áreas comerciales. Para el efecto se evaluó el parasitismo y virulencia de los aislamientos sobre ninfas y adultos de chinche salivosa, tanto en condiciones de laboratorio como

de invernadero. De tal forma se encontró que en las pruebas de parasitismo y virulencia sobre ninfas y adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio y la prueba de parasitismo sobre ninfas a nivel de invernadero, los aislamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas; por lo que es viable la utilización de cualquiera de los mismos. En la prueba de parasitismo sobre adultos de chinche salivosa a nivel de invernadero, se observaron diferencias estadísticas significativas de los aislamientos (5% de significancia). Sin embargo en la prueba de medias de Tukey, el parasitismo del aislamiento PL-43 fue el mejor, aunque estadísticamente igual a los aislamientos CG 93-3 e Ilusiones. Por lo tanto en esta prueba de parasitismo se recomienda utilizar el aislamiento CG 93-3 como sustituto de PL-43.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La Caña de azúcar *(Saccharum spp)* se ha constituído en uno de los principales cultivos de exportación para Guatemala. El cultivo se ve afectado económicamente debido al daño ocacionado por plagas, especialmente por insectos, las cuales tienen una amplia distribución, interfieren con los habitats naturales y afectan el cultivo. Actualmente la chinche salivosa (*Aeneolamia sp*) está clasificada dentro del grupo de insectos de mayor importancia económica para el cultivo de la caña de azúcar (19). La plaga afecta al cultivo en los estados de ninfa y adulto. En el estado adulto es más dañino e importante, debido a las pérdidas económicas, ya que el adulto al alimentarse y succionar la savia, inyecta sustancias tóxicas a través del esquilete causando una necrosis en el tejido foliar de la planta. Las ninfas del insecto se alimentan de las raíces, contribuyendo al daño de la planta (29).

El control de la chinche salivosa se realiza aplicaciones de insecticidas, que además de elevar los costos de producción causan alteraciones al agroecosistema. En la actualidad el enfoque de MIP parece ser lo más apropiado para controlar a la chinche salivosa. Dentro del MIP, el control biológico tiene buenas perspectivas debido a la alta capacidad de multiplicación y dispersión de los microorganismos comparados con los insecticidas, por lo que a través del control biológico se mantiene un control más aceptable (con relación al insecto) y no provoca resistencia en el mismo.

En 1997 se implementó el plan regional para el manejo integrado de la chinche salivosa en la zona cañera guatemalteca, en el cual se recomienda la utilización del entomópatogeno *M. anisopliae* como un agente microbiológico. En este plan se resalta la necesidad de aislamientos nativos. Debido a la poca adaptabilidad de la cepa importada PL-43 evidenciado por el bajo porcentaje de control ejercido sobre el insecto plaga [1]. Además, observaciones realizadas en áreas donde se aplicaron los aislamientos nativos en estudio, se ha evidenciado el mejor control de éstas [2]. Lo anterior puede explicarse por el hecho de que los aislamientos nativos están adaptados a las condiciones climáticas particulares de cada región.

La importancia del estudio, radica en verificar en forma científica si el parasitismo y la virulencia de algunos aislamientos nativos promisorios en Guatemala son mayores que la importada PL-43 , lo cual se constituiría en una alternativa que ayudaría a mejorar el control de plagas con la utilización del hongo, contribuyendo de esta manera a establecer prácticas de manejo integrado de plagas con sus consecuentes ventajas.

---

1 Entrevista personal con técnicos en plagas CENGICAÑA 1997.
2 Entrevista personal con encargados de investigación de los Ingenios Pantaleón y Magadalena.

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Aspectos generales del cultivo de la caña de azúcar:

La caña de azúcar es una graminea de crecimiento perenne, originaria de Nueva Guinea, de donde se extendió a Borneo, Sumatra, La India y otros centros de diversificación. Las partes más importantes de la caña de azúcar la constituyen, la raíz, el tallo, la hoja y la flor, esto permite definir el papel que cada una de ellas desempeña dentro del desarrollo del cultivo y su importancia agroeconómica (14).

3.1.2. Importancia del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala

La caña de azúcar es un cultivo que forma parte de los renglones importantes en la economía agrícola del país precedida por el café. En 1996 el rendimiento promedio de toneladas de caña de azúcar por hectárea fue de 91 y 91.81 Kg de azúcar por tonelada de caña molida (9)

En Guatemala el sector azucarero lo forman 17 ingenios ubicados principalmente en la costa sur litoral del pacifico. El cultivo de la caña de azúcar representa el 19.4 % de la producción agrícola de nuestro país; el 3 % del producto interno bruto y un 23 % del total de divisas generadas por los productos tradicionales de exportación (9)

Dentro de los países importadores del azúcar de Guatemala estan, Venezuela, China Comunista, Filipinas, Perú, México y Estados Unidos (30).

3.1.3. Concepto de Plaga

El término plaga está dado en sentido donde una determinada población de un insecto produce daños económicos afectando la producción de determinadas variedades. Esto quiere decir que en caso de ser observados daños en diferentes partes vegetales, no significa necesariamente que la producción es o será afectada (35).

Badilla citado por Nuñez (35) define plaga, al insecto con la capacidad de hacer daño, el cual depende de la densidad poblacional de la misma existente en el cultivo, el estado de desarrollo, la distribución en el campo, la duración del ataque. Además debe considerarse el tipo de cultivo, el estado fenológico, variedad, densidad de plantas, hábitos de crecimiento y condiciones fisiológicas, como también factores externos biológicos y fisícos.

3.1.4. Insectos chupadores

Este término se refiere fundamentalmente a individuos de los ordenes Homóptera y Hemíptera, principalmente al orden Homóptera que ataca la caña de azúcar y causa pérdidas considerables en forma directa o indirecta (20).

De acuerdo con el tipo de daño, los insectos chupadores, se pueden agrupar en dos categorías:
1) Los que causan daño directo
2) Los que transmiten enfermedades

Dentro de los que causan daño directo se encuentran principalmente los cércopidos (20).

Los insectos de la familia Cercopidae pertenece al orden Homóptera. Son insectos de metamorfosis simple, su desarrollo transcurre por los estados de huevo, ninfa y adulto (26).

Los cércopidos causan daño en diversas gramíneas forrajeras, entre las que destacan las de los géneros *Brachiaria, Panicum, Digitaria, Cynodon y Cenchrus*. Las especies de cércopidos de mayor importancia económica en la América tropical pertenecen a los géneros *Aeneolamia, Prosapia, Zulia, Deois y Mahanarva* (26).

En Guatemala se han determinado dos géneros de chinche salivosa que atacan la caña de azúcar, *Aeneolamia y Prosapia* , siendo el primero el más abundante (21).

3.1.5. Plagas de la caña de azúcar

En Guatemala las principales plagas del cultivo según su orden de importancia son las siguientes: **Chinche salivosa** *(Aeneolamia sp)* y chinche hedionda *(Scaptocoris sp)* son las plagas de mayor importancia, luego le siguen las de importancia media, gallina ciega *(Phyllophaga sp)*, gusano alambre (*Agriotes sp.)* , barrenador del tallo *(Diatraea sp*), ron-ron *(Podishnus sp*), cogollero

(Spodoptera sp), falso medidor *(Mocis sp)* y taltuza (*Geomydis sp*). (21)

3.1.5.1. Chinche salivosa *(Aeneolamia sp)*

Es el género que comprende la mayoría de insectos conocidos como salivasos (cércopidos), los cuales causan grandes daños a la caña de azúcar. Las especies de este género se pueden desarrollar sobre pastos y malezas gramíneas, además de la caña (38).

Estos cercópidos se encuentran desde los 10 msnm hasta los 1700 msnm, los cercópidos tienen en común la característica de alimentarse en su estado adulto de las láminas foliares de la caña de azúcar inyectándoles tóxicos oxidativos que obstruyen los haces vasculares provocando fitotoxemia causada por la inoculación de enzimas aminolíticas y oxidantes, así como aminoácidos. Este estado patológico se presenta después de pocos días con la aparición de manchas lineales cloróticas las que paulatinamente se tornan amarillas y luego necróticas (38).

3.1.5.1.A Taxonomía y distribución geográfica

La clasificación taxonómica de la chinche salivosa es la siguiente (16):

Orden	Homóptera
Suborden	Auchenorryncha
Superfamilia	Cercopoidae
Familia	Cercopidae
Subfamilia	Tomaspidinae
Género	*Aeneolamia*
Especie	*A. póstica, A. varia, A. albofasciata.*

Las especies del género *Aeneolamia* se encuentran en América Central y en toda la región oriental de América del Sur y son las que presentan la distribución más amplia y la mayor importancia en Venezuela, las Guyanas y América Central. En Brasil predominan las especies de los géneros *Deois, Zulia y Mahanarva,* en tanto que el género *Prosapia* está limitado a los países de América Central (40).

Según For (29) la especie más importante para Guatemala es *Aeneolamia postica* (Walk.), distribuída en varias regiones de este Hemisferio con excepción de las islas del Caribe y ciertas zonas de Sur América. En Guatemala fué identificada la subespecie *A.postica jugata* (Fowler) en 1921, pero

es muy probable que también esté presente la *A. varia* así como otras sub-especies de *A. postica.*

3.1.5.1.B Ciclo de vida y hábitos

La chinche salivosa es un insecto con tipo de metamorfosis hemimetabola pasando por las siguientes etapas:

Estado de Huevo:

Son de forma oval, de color amarillo o crema, tardan en incubar de 18 a 26 días, eclosionan cuando empiezan las lluvias, por lo que la humedad relativa y la temperatura influyen mucho en su eclosión (23).

Al transcurrir cinco días de incubación aparecen cuatro manchas rojizas: dos de ellas aparecen cerca del polo anterior más agudo y corresponden a los ojos del embrión, las otras dos manchas se situán cerca del polo posterior y corresponden a los tubos de Malpighi. Progresivamente se va desarrollando una sutura o mancha negra a partir del polo anterior, la cual avanza en forma longitudinal hasta la parte media del huevo, por esta estructura conocida con el nombre de opérculo, emerge la ninfa en el momento de la eclosión (7, 25).

Diapausa: Se realiza en estado de huevo, la fijación es en gran parte genética y en parte una influencia externa sobre la hembra cuando pone los huevos. Esta influencia probablemente es en parte micro-ambiental y en parte debido a factores químicos en el jugo de las hojas de la caña. La diapausa puede durar de 15 hasta 225 días (23).

La diapausa es muy variable en cuanto a duración y composición dentro de cada lote de huevos producido por las hembras y en diferentes épocas del año. Puede ser que probablemente sea influido por fotoperíodo, posiblemente por el estado de madurez de la caña, la cual cambia la combinación de aminoácidos en la savia de la caña, ingerida por las hembras (40).

Estado de ninfa:

La ninfa provoca un daño leve, atacando principalmente la raíz, chupando su jugo Estas se cubren de una sustancia espumosa que secretan por el extremo anal, lo que las protege contra la

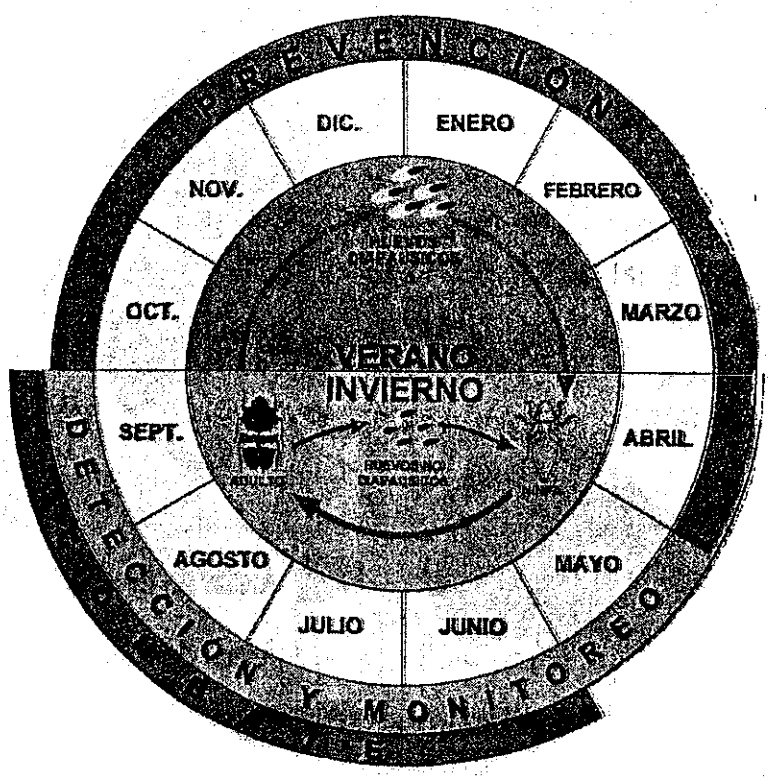

Figura 1. Ciclo de vida de la chinche salivosa (Aeneolamia sp.)
Fuente: CENGICAÑA 1,998

Moron y Terron citados por Carrillo (19), mencionan que entre las plantas hospederas de *A. postica* se encuentran la caña de azúcar, zacate pará, alemán, elefante, pangola, bermuda, maíz y arroz.

Esta plaga también predomina en los potreros y paztizales para ganado, siendo el Pangola y el Zacate Guinea los más infestados (37).

3.1.5.1.C Factores que favorecen la propagación de la chinche salivosa

Se ha dicho que el número de generaciones del insecto que ocurren durante el año, es variable y pueden ser de 2 a 4 según la región cañera de que se trate. También hay marcadas diferencias en lo que respecta a la época en que aparece la primera población masiva de salivasos. En lugares de clima semidesertico la plaga aparece ya muy entrada el verano, en cambio en la región cañera semitropical y húmedo, el salivaso se presenta en la caña a fines de la primavera o a principios del verano. Un factor

importante que ayuda a predecir que la plaga será abundante esta determinada cuando la temporada de lluvia se retrasa, es de esperarse una gran infestación en los campos (27).

3.1.5.1.D Ecología

Las poblaciones de los salivasos y su comportamiento están estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas, particularmente con las lluvias. Las ninfas de este insecto a pesar de tener cuerpo esclerotizado presenta cierto grado de rechazo a los rayos del sol. También ocurre la eclosión de los huevos que se encuentran en el suelo en estado de diapausa (24).

3.1.5.1.E Condiciones para un buen desarrollo de la chinche salivosa

- Precipitación: las mayores poblaciones se presentan en áreas con un indice pluviómetrico superior a 1000 mm.
- Humedad relativa: hay mayor incidencia a un 60 % o más.
- Temperatura: el rango adecuado oscila entre 20 a 35 grados centigrados.
- Altitud: se desarrolla en altitudes de 0 a 1000 msnm y aún mayores (24).

Todas las especies y subespecies presentan características morfológicas y biológicas diferentes, sin embargo todas se caracterizan por tener sus primeros estados de vida en forma de ninfas sin alas. (40).

3.1.5.1.F Daño e importancia económica

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

1.- El daño provocado por la ninfa al alimentarse de las raíces y tallos de la planta (19).
2.- El daño provocado por el adulto al alimentarse de retoños y hojas (19).
El daño depende mucho de la situación física de la caña de azúcar y el clima (29).

Los mayores daños son provocados por los adultos del salivazo. La reducción del proceso fotosintético es debido a lesiones foliares que se traducen en una reducción sensible en la producción de caña de azúcar (24).

Este insecto se le ha colocado en primer orden, debido a que constituye la plaga de mayor

importancia económica en el país. Carrillo reporta que en el año de 1994 afectó a 9,521 hectáreas de caña de azúcar habiéndose realizado hasta 5 aplicaciones con insecticidas químicos como Metamidofos, Malation y Metil Paration en los casos mas severos (17). Sin embargo, Carrillo reporta que para el año de 1995 afectó a 11,774 hectáreas de caña de azúcar (22).

Según Carrillo et al. 1995, las pérdidas ocasionadas por el ataque de chinche salivosa es de 10 toneladas métricas por hectárea cuando existe un daño fuerte (quemazon foliar de la planta) por la plaga (18).

3.1.6. Manejo Integrado de Plagas:

El manejo integrado de plagas pretende eliminar la nocividad de las poblaciones de plagas y no erradicarlas. En vez de suprimir las poblaciones se intenta mantenerlas a niveles específicos por medio de preservación, restauración o aumento de los moderadores y equilibrantes presentes en el agroecosistema. (4)

Trata de causar una reducción general del promedio de la densidad poblacional de la plaga y luego emplear procedimientos supresivos adicionales cuando la población exceda un nivel crítico. (4)

Salazar (39) en su estudio manejo integrado de insectos-plagas de la caña de azúcar en la región centro occidental de Venezuela, comenta que el programa contra la candelilla (chinche salivosa) tiene su fundamento en la evaluación poblacional sistemática de adultos a partir del inicio del período lluvioso. Este seguimiento es la base para la toma de decisiones sobre el manejo de la plaga tomando en cuenta la racionalidad en el uso de productos químicos.

En el cultivo de la caña de azúcar en Brasil, el control integrado está bien establecido, involucrando medidas legislativas, control mecánico, cultural, combate químico y principalmente el control biológico. (6)

Badilla (11) dice que además de haber recomendado la introducción al plan de manejo integrado del insecto con el hongo *M. anisopliae*, se han recomendado otras prácticas de manejo fundamentales como son: avenamiento de las plantaciones, el control oportuno de las malezas especialmente gramíneas, el uso de trampas amarillas impregnadas con el adherente stiken capturándose hasta 1500 adultos por trampa en 15 días.

3.1.6.1. Control biológico de la plaga:

El control biológico es la utilización racional de los organismos parasitos, depredadores y patógenos enemigos naturales de las plagas a fin de mantenerlos a niveles de población inferiores al nivel de daño económico (14).

El control biológico es uno de los métodos más antiguos de control de insectos (34) aunque Buenaventura y Gómez (15) consideran al control biológico como una ciencia aplicada dentro del control de plagas de reciente creación.

3.1.6.2. Control microbiano:

Al igual que los humanos, otros animales y las plantas, los insectos son afectados por microorganismos capaces de causar enfermedades y mortalidad en sus poblaciones. El control microbiológico se refiere al uso inteligente de entomopatógenos para regular o reducir las poblaciones inséctiles (4).

La utilización de agentes microbiológicos, donde los patógenos de insectos están llegando rápidamente a ser importantes instrumentos para la supresión de plagas inséctiles. (4)

Los hongos son los principales patógenos de insectos y son utilizados en el control microbiano (5).

Los hongos entomopatógenos poseen extrema importancia en el control microbiano de insectos plaga, virtualmente todos los ordenes son susceptibles a las enfermedades fungosas y existen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos, dentro de los más importantes se mencionan: *Metarhizium, Beauveria, Aschersonia* , *Entomopthora, Zoophthora, Erynia, Fusarium, Verticillium*, pertenecientes a la clase Zygomicetes e Hyphomycetes (11).

El primer reporte de control microbiano contra la mosca pinta de la caña de azúcar (chinche salivosa) es con un hongo entomopatógeno, posiblemente *M. anisopliae* observado por Hart en 1889. Aproximadamente diez años más tarde *M. anisopliae* era cultivado en diferentes medios y se efectuaban pruebas de infectividad y sencillos experimentos de control biológico.

Villacorta (41) menciona que uno de los mejores métodos de combate es a través del control biológico con la utilización del hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, un hongo que causa enfermedades en los insectos, conocido como moscardino verde. Exámenes de laboratorio han comprobado que su acción no transmite enfermedades cancerígenas.

De un modo general, los hongos presentan las siguientes fases de desenvolvimiento sobre sus hospederos: (5)

- **Germinación**: encontrando condiciones favorables de humedad y temperatura el hongo germina sobre el insecto produciendo un tubo germinativo. La germinación ocurre en un mínimo de 12 horas a una temperatura de 23 a 30 ° C y humedad relativa más o menos elevada.
- **Formación de apresorios**: en la extremidad del tubo germinativo ocurre una dilatación de las hifas formando una estructura llamada apresorio.
- **Formación de la grapa de penetración**: en la parte inferior de los apresorios aparece la formación de una saliencia o grapa de penetración la cuál penetra la epicutícula y procutícula del insecto. No todos los hongos presentan esa estructura.
- **Penetración**: en la penetración están envueltos dos procesos principales: uno físico, debido a la presión de la hifa que rompe las áreas menbranosas o esclerotisadas y un químico, resultante de la elaboración de enzimas (proteasas, lipasas, quitinasas), que facilitan la penetración mecánica. En el área de la procutícula alrededor de la penetración, aparecen síntomas de histólisis (descomposición del tejido por acción enzimática). El aparato bucal, ano, regiones intersegmentarias y tarsos, son probablemente las áreas más comunes de penetración. (5)
- **Colonización:** a partir de la penetración se inicia el proceso de colonización del hospedero por el hongo. La hifa que penetra sufre engrosamiento y se ramifica, inicialmente, en el tegumento del insecto y posteriormente en la cavidad general del cuerpo. A partir de este momento son formadas pequeñas colonias del hongo y otros cuerpos hifales, es por ello que no ocurre grande crecimiento hifal antes de la muerte del insecto. La colonización de los diversos órganos presenta la siguiente secuencia: cuerpos grasosos, sistema digestivo y tubos de Malpighi, hipodermis y sistema nervioso, musculos y traqueas. El tiempo para la colonización del insecto puede variar de 76 a 120 horas dependiendo del insecto, patógeno y las condiciones ambientales.
- **Reproducción del patógeno**: 48 a 60 horas despúes de la muerte del insecto, ocurriendo despúes de 4 a 5 días de la inoculación, las hifas empiezan a emerger a tráves de las áreas intersegmentarias y despúes la cutícula más gruesa. La producción de conidios ocurre 24 a 48 horas despúes de la emergencia de las hifas sobre condiciones de elevada humedad y temperatura en un rango de 20 a 30 ° C, dependiendo del patógeno (5).

3.1.6.3. Características generales del hongo entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*

Este hongo entomopatógeno causante de la muscardina verde es de distribución mundial. Fue

señalado por primera vez en 1879 por Metschnikof. En el mismo año Sorokin instituyó el género *Metarhizium.* Presente un rango amplio de hospederos, algunos de gran importancia económica, principalmente inséctos de los ordenes Orthóptera, Coleóptera, Homóptera, Díptera, Hemíptera, Lepídoptera, Hymenóptera (12).

Hart fue el primer investigador que encontró *M. anisopliae* parasitando candelillas *(Aeneolamia sp)* (12)

El hongo *M. anisopliae* pertenece a los hongos mitospóricos, que es un grupo de hongos que únicamente presentan fase asexual y por lo mismo no se les puede dar una clasificación sistemática. La clasificación artificial en la cual se ubicaría *M. anisopliae* dentro de este grupo se describe a continuación (31).

REINO	Fungi
GRUPO	Mitospóricos
CLASE	Hyphomycetes
ORDEN	Hyphomycetales
FAMILIA	Moniliaceae
GENERO	*Metarhizium*
ESPECIE	*M. anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin 1883

Metarhizium anisopliae se caracteriza por sus esporas de 5 a 7.5 micras de largo por 2.3 a 3.7 micras de ancho. Las conidias maduras son típicamente uninucleadas y de color verde, usualmente se forma un sólo tubo germinativo en el área polar. El micelio es hialino y los conidióforos sencillos o ramificados. Este hongo crece bien en medios artificiales, orgánicos e inorgánicos (12)

El hongo se encuentra en forma saprofítica en el suelo y como parásito en insectos. (13)

La luz es importante (fase oscura y lumínica). Se dan contradicciones acerca de si la humedad relativa es indispensable para producir la infección. La capa externa del integumento del insecto facilita la germinación de los conidios. La capacidad de parasitar depende de la concentración del inóculo, de la viabilidad de los conidios, de la conservación del inóculo, del hospedero y su estado fisiológico (12)

En Brasil en 1969, fueron encontradas ninfas y adultos de *Mahanarva posticata* parasitadas por *M. anisopliae* el cuál fue posteriormente aislado. Empleando técnicas apropiadas y usando como medio de cultivo arroz cocido, fue posible producir una mayor cantidad del hongo, proporcionando una

primera aplicación en cañales de productores de azúcar, en cabo, estado de Pernambuco. (33)

El hongo *M. anisopliae* posee una serie de atributos que lo hace un candidato ideal para usarlo en el combate microbial de insectos plaga. La patogenicidad para una gran variedad de insectos, el almacenaje por largos períodos, la buena viabilidad en el suelo y la facilidad de producirlo en sustratos simples, ha despertado gran interés en este hongo.(33)

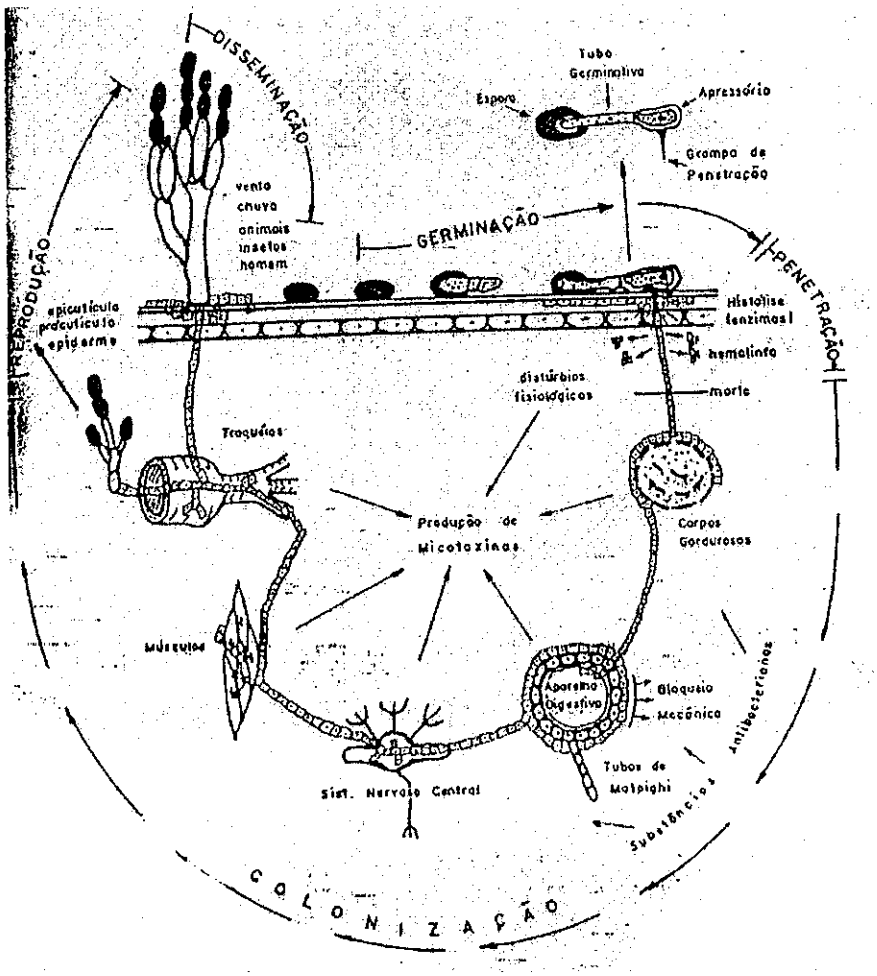

Figura 2. Ciclo biológico del Hongo entomopatógeno ***M. anisopliae***
Fuente: CENGICAÑA 1,995

Aislamiento: "Es la separación de un patógeno de su hospedero y su cultivo en un medio nutritivo". (1)

Cepa: "Progenie de un solo aislamiento en un cultivo puro, aislado; conjunto de aislados semejantes; una raza". (1)

Patogenicidad: "Capacidad relativa que tiene un patógeno para producir enfermedad" (1)

Virulencia: " Grado de patogenicidad de un patógeno determinado" (1)

Parasitismo: "La relación que se establece entre un parasito y su hospedero" (1)

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en el laboratorio e invernadero de Entomología del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA ubicado en la estación experimental Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, a una altitud de 280 msnm. Geográficamente se localiza a una latitud de 14 ^{0} 09' Norte y a una longitud de 91 ^{0} 03' Oeste.

Las condiciones ambientales que se tuvieron en el laboratorio e invernadero fueron controladas.

3.2.2. Aislamientos de *M. anisopliae* evaluados

Los aislamientos que fueron objeto de estudio pertenecen a la colección de aislamientos nativos promisorios del Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar los cuales se describen a continuación.

Boliviana: este aislamiento nativo fue recolectado en la finca Bolivia, a una altitud sobre el nivel del mar de 35 metros, del Ingenio Santa Ana ubicado en el departamento de Escuintla

Ilusiones: Este aislamiento nativo fue recolectado en la finca ilusiones ubicada en el municipio de Guanagazapa, Escuintla que se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 300 metros, el cual pertenece al Ingenio Concepción.

CG 93-3: Este aislamiento nativo fue recolectado en la finca Cadiz ubicada en el municipio de Masagua, Escuintla que se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 95 metros, el cual pertenece al Ingenio Santa Ana.

PL 43: Este aislamiento importado de Brasil se utilizó como testigo relativo debido a su amplia utilización en diversos países, incluyendo Guatemala.

Se evaluaron tres aislamientos nativos, comparándolos con la cepa importada de origen brasileño PL-43, el origen de los aislamientos nativos se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Origen de los aislamientos de *M. anisopliae* evaluados sobre ninfas y adultos de chinche salivosa.

AISLAMIENTOS	FINCA	ALTITUD (msnm)	LUGAR	INGENIO
Boliviana	Bolivia	35	Escuintla	Santa Ana
Ilusiones	Ilusiones	300	Guanagazapa, Escuintla	Concepción
CG 93-3	Cadiz	95	Masagua, Escuintla	Santa Ana
PL-43	----------		Brasil	----------

Los aislamientos nativos de la colección CENGICAÑA evaluados han solventado una serie de pruebas como Producción de conidios, Resistencia a la Luz Ultravioleta, viabilidad en periodos de almacenamiento, compatibilidad con agroquímicos (4, 10).

4. OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el comportamiento de cuatro aislamientos del hongo entomopatógeno *M. anisopliae,* (Metschnikoff) Sorokin 1883 para el control de ninfas y adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

ESPECIFICOS

1. Cuantificar el porcentaje de parasitismo de cuatro aislamientos de *M. anisopliae*. en ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) a nivel de laboratorio e invernadero.

2. Cuantificar el porcentaje de parasitismo de cuatro aislamientos de *M. anisopliae*. en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) a nivel de laboratorio e invernadero.

3. Determinar la virulencia de cuatro aislamientos de *M. anisopliae*. sobre ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) a nivel de laboratorio.

4. Determinar la virulencia de cuatro aislamientos de *M. anisopliae*. sobre adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) a nivel de laboratorio.

5. HIPOTESIS

1. Al menos un aislamiento nativo de *M. anisopliae* evaluado sobre ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.)* mostrará mayor parasitismo respecto al aislamiento importado PL - 43.

2. Al menos un aislamiento nativo de *M. anisopliae* evaluado sobre ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) mostrará en menor tiempo la virulencia, respecto al aislamiento PL-43.

3. Al menos un aislamiento nativo de *M. anisopliae* evaluado sobre adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.)* mostrará mayor parasitismo respecto al aislamiento importado PL - 43.

4. Al menos un aislamiento nativo de *M. anisopliae* evaluado sobre adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) mostrará en menor tiempo la virulencia, respecto al aislamiento PL-43.

6. METODOLOGIA

Previo a la realización del experimento, como rutina del laboratorio de *Metarhizium* de CENGICAÑA, se realizó la revigorización de cada aislamiento, tomando en cuenta los siguientes pasos:

Se colocó el insecto vivo para luego asperjarlo con un atomizador que contuviera una suspensión de hongo y agua. El insecto inoculado se colocó en una caja petrí esterilizada con papel mayordomo, permaneciendo cinco días en la cámara húmeda hasta su esporulación. Posteriormente con una aguja de disección estéril, observándolo en un estereoscopio los conidios del hongo provenientes del insecto inoculado se aislaron en un medio de haba, para que 12 días después se extrajera una colonia del hongo, la cual se diluyó en agua estéril. La suspensión preparada se inoculó sobre arroz cocido contenido en frascos. Diesiocho días después se inició la cosecha (separación de los granos de arroz y las esporas del hongo), acción realizada manualmente con un tamiz de 60 mesh.

La metodología que se utilizó en este estudio se dividió en dos fases, laboratorio e invernadero.

6.1. FASE DE LABORATORIO

6.1.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el laboratorio de la sección de Entomología del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-, ubicado en la estación experimental Camantulul, del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla

6.1.2. Ninfas

Los aislamientos del hongo *M. anisopliae* evaluados fueron: Boliviana, Ilusiones, CG 93-3 y PL-43, cuantificando el parasitismo y determinando la virulencia sobre ninfas de chinche salivosa. Para el efecto se utilizaron insectos recolectados en campos sin historial de aplicaciones con *M. anisopliae,* procurando tener insectos del mismo tamaño, que tuvieran aproximadas tres semanas de estar en estado ninfal.

6.1.2.1. Diseño experimental:

En este ensayo se utilizó el diseño experimental completamente al azar con submuestreo.

El diseño experimental comprendió cinco tratamientos y cinco repeticiones, teniendo un total de 25 unidades experimentales.

La unidad experimental, estuvo constituida por una caja petri plástica de 9 cm de diámetro por 1.5 cm de altura, en donde se colocó un número de 15 ninfas por caja.

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$\mathbf{Yijk} = \mu + \mathbf{Ti} + \mathbf{Eij} + \mathbf{nijk}$$

donde:

Yijk = Variable de respuesta de la ijk - ésima unidad esperimental
μ = efecto de la media general
Ti = efecto del i - ésimo aislamiento de *M. anisopliae*
Eij = efecto del error experimental asociado a la i - ésima unidad experimental.
nijk = efecto del error de muestreo en la ijk-ésima unidad experimental.

En el cuadro 2 se describen los tratamientos evaluados en dicho estudio:

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos de *M. anisopliae* evaluados sobre ninfas de chinche salivosa.

Tratamiento	Producto	Aislamiento	Concentración Conidias/cc
1	*M. anisopliae*	Boliviana	3×10^7
2	*M. anisopliae*	Ilusiones	3×10^7
3	*M. anisopliae*	CG 93-3	3×10^7
4	*M. anisopliae*	PL-43 (Testigo Relativo)	3×10^7
5	Agua destilada	Testigo Absoluto	----------

A todos los tratamientos, se les agregó el surfactante Tween 20, con el propósito de romper la tensión superficial de las suspensiones. Este surfactante es compatible con los aislamientos de *M. anisopliae*; la concentración utilizada (0,2 %) no causa efecto significativo sobre los conidios (2).

6.1.2.2 Manejo de la Unidad Experimental:

Para cada aislamiento del hongo, el paso inicial fue el de preparar la fuente de inóculo. Para tal efecto, la concentración de esporas aplicadas de cada aislamiento fue de 3×10^7/cc, nivelando las concentraciones a través de conteos con la cámara de Neubauer. El inóculo se preparó y aplicó el mismo día de la recolección de los insectos.

La colecta de insectos se realizó en campos que no presentaron historial de aplicación de *M. anisopliae*. Las ninfas se colectaron con pinzas, colocándolas en bandejas plásticas que contuvieron granos de maiz germinado, para ser llevadas al laboratorio. Todo el equipo utilizado en la colecta de los individuos estuvo debidamente esterilizado.

Previo a la inoculación de los especímenes se efectuó una selección de ninfas tomando en consideración el tamaño de los individuos y que tuvieran aproximadamente tres semanas de estar en el estado ninfal.

El método utilizado en la aplicación del inóculo sobre los individuos fue el de inmersión. Para el efecto, se colocaron en una bolsita de "tul" las quince ninfas (una unidad experimental), para luego realizar la inmersión en las suspensiones de los aislamientos contenidas en cada beacker, asegurándose de que todos los individuos quedaran inoculados.

Al inocular las ninfas se colocaron en cajas de Petrí plásticas conteniendo una capa de algodón y una de papel filtro para mantener la humedad. A estas cajas se les hizo un agujero en su tapa con un diámetro de 2 cm sirviendo de entrada de oxígeno, y por donde empezaron a emerger las plántulas de los granos de maíz germinados que se colocaron adentro, como alimento de las ninfas.

Esta fase se realizó tomando en consideración las medidas asépticas de laboratorio.

Cuando se empezó a observar ninfas muertas, éstas se trasladaron a cámaras húmedas, desinfectando los insectos con una solución de Hipoclorito de Sodio al 2%. Inmediatamente después se realizaron lavados con agua desmineralizada, para luego colocarlas en cámaras húmedas. El traslado de los individuos muertos se realizó usando pinzas desinfectadas en alcohol y flameadas con un mechero para reducir el riesgo de contaminación. Los insectos permanecieron en la cámara húmeda por un mínimo de 10 días o cuando el insecto esporulara, haciendo observaciones con el microscopio estereoscopio diariamente.

6.1.2.3. Variable de respuesta:

Las variables de respuesta a medir fueron las siguientes:

A. Parasitismo: Al término del ensayo se midió el parasitismo (expresado en %) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Pp = \frac{Ip}{It} * 100$$

Pp: porcentaje de parasitismo
Ip: No. de insectos parasitados
It: No. de insectos totales

B. Virulencia: Para determinar la variable virulencia se realizaron lecturas a diario después de haber aplicado los tratamientos, tomando la mortalidad expresada en porcentaje por día.

6.1.2.4. Análisis de la información:

A. Variable parasitismo.

Para la variable parasitismo se le realizó el análisis de varianza a los valores expresados en porcentaje. Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos, no se realizó la prueba múltiple de medias planificada.

B. Variable virulencia.

Para determinar la variable virulencia se le realizó el análisis de varianza utilizando el criterio de series repetidas en el tiempo. Al no existir diferencias significativas en la interacción Día * Aislamiento no se realizó la prueba de medias.

6.1.3. Adultos

Los aislamientos del hongo Boliviana, Ilusiones, CG 93-3 y PL-43 se evaluaron para cuantificar el parasitismo y determinar la virulencia sobre adultos de chinche salivosa. Para el efecto se utilizaron insectos recolectados en campos sin historial de aplicaciones con *M. anisopliae,*.

6.1.3.1. Diseño experimental:

En este ensayo se utilizó el diseño experimental completamente al azar con submuestreo.

El diseño experimental comprendió cinco tratamientos y cinco repeticiones, teniendo un total de 25 unidades experimentales.

La unidad experimental, estuvo constituida por 15 frascos de vidrio de 2cm de diámetro por 4.5 cm de altura, en donde se colocó un adulto por frasco.

La descripción de los tratamientos es similar a la prueba realizada en ninfas (cuadro 2), de igual forma el manejo de las suspensiones.

6.1.3.2 Manejo de la Unidad Experimental:

Para cada aislamiento del hongo, el paso inicial fue de preparar la fuente de inóculo, realizándola de la misma manera a la descrita en la prueba de ninfas de chinche salivosa.

La colecta de insectos se realizó en campos que no presentaron historial de aplicación de *M. anisopliae*. Los adultos se colectaron con trampas elaboradas con envases de plástico de 2 litros de capacidad; una vez dentro se aplicó CO_2 para adormecerlos e inmediatamente trasladarlos en jaulas de plásticos al laboratorio.

El método utilizado en la aplicación del inóculo sobre los individuos fue por inmersión. Para el efecto, se colocaron en una bolsita de "tul" los quince adultos (una unidad experimental), para luego realizar la inmersión en las suspensiones de los aislamientos contenidas en cada beacker, asegurándose de que todos los individuos quedaran inoculados.

Al inocular los adultos se colocaron en los frascos de vidrio contenían en la base un disco de papel filtro, para mantener la humedad y una porción de hoja de caña de azúcar que les sirvió como alimento. Posteriormente se les colocó un cedazo de "Tul", asegurada con un hule, logrando proporcionarle oxígeno y así evitar el escape del insecto. Esta fase se realizó tomando en consideración las medidas asépticas de laboratorio.

Cuando se empezó a observar adultos muertos, se trasladaron a cámaras húmedas, utilizando la misma metodología descrita en la parte de ninfas.

6.1.3.3. Variable de respuesta:

Las variables de respuesta a medir fueron las siguientes:

A. Parasitismo: Al término del ensayo se midió el parasitismo (expresado en %) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Pp = \frac{Ip}{It} * 100$$

Pp: porcentaje de parasitismo
Ip: No. de insectos parasitados
It: No. de insectos totales

B. Virulencia: Se realizaron lecturas a diario después de haber aplicado los tratamientos.

6.1.3.4. Análisis de la información:

A. Variable parasitismo:

Para la variable parasitismo se le realizó el análisis de varianza a los datos expresados en porcentaje. No hubieron diferencias significativas de los tratamientos evaluados, por lo tanto, no se realizó la prueba múltiple de medias planificada.

B. Variable virulencia:

Para determinar la variable virulencia se le realizó el análisis de varianza utilizando el criterio de series repetidas en el tiempo. Al no existir diferencias significativas en la interacción Día * Aislamiento no se realizó la prueba de medias planificada.

6.2 FASE DE INVERNADERO

6.2.1. Ubicación del ensayo:

El ensayo se realizó en la casa de Malla de la sección de Entomología del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar –CENGICAÑA-, ubicado en la estación experimental Camantulul, del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla

Los aislamientos del hongo *M. anisopliae* evaluados en la fase de laboratorio (Boliviana, Ilusiones, CG 93-3 y PL-43) cuantificando su capacidad para parasitar las ninfas y adultos de chinche salivosa. Para el efecto se utilizaron insectos recolectados en campos sin historial de aplicaciones con *M. anisopliae,* procurando tener insectos del mismo tamaño, que tuvieran aproximadas tres semanas de estar en estado ninfal, no existiendo restricciones para el caso de adultos.

6.2.2. Ninfas

6.2.2.1. Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en un recipiente en el que previamente se colocó un piloncito

de caña de azúcar con el objetivo de que enraizará y creará el medio adecuado para el desarrollo del insecto. La maceta utilizada, tuvo como dimensiones 0.12 m en su diámetro inferior, 0.20 m en su diámetro superior y una altura de 0.13 m. El ensayo se manejó con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. En cada unidad experimental se colocaron 15 ninfas de chinche salivosa en las raíces de la caña.

6.2.2.2. Manejo de la Unidad Experimental:

Para cada aislamiento del hongo, el paso inicial fue de preparar la fuente de inóculo. Para tal efecto, la concentración de esporas aplicadas por cada aislamiento fue de 3×10^7/cc, nivelando las concentraciones a través de conteos con la cámara de Neubauer. El inóculo se preparó y aplicó el mismo día de la recolección de los insectos. A cada unidad experimental se le aplicaron 3.3 cc de la suspensión preparada. El inóculo se aplicó con un atomizador, utilizando uno diferente para cada aislamiento. Luego de aplicar la suspensión del hongo, la unidad experimental se cubrió con un cedazo de "tul" a manera de evitar fuga de insectos.

6.2.2.3. Variable de respuesta:

La variable de respuesta fue el porcentaje de parasitismo observado. Para ello, ocho días despúes de aplicados los aislamientos del hongo, se contaron los insectos muertos que presentaron infección por *M. anisopliae* (observada en cámaras húmedas) y el número total de insectos para cada maceta, teniendo el porcentaje de parasitismo a tráves de la siguiente formula:

$$Pp: \frac{Ip}{It} * 100$$

Pp: porcentaje de parasitismo
Ip: No. De insectos parasitados
It: No. De insectos totales

6.2.2.4. Análisis de la información:

Para la variable parasitismo se le realizó el análisis de varianza a los datos expresados en porcentaje. No hubieron diferencias significativas de los tratamientos evaluados, por lo tanto, no se realizó la prueba múltiple de medias planificada.

6.2.3. Adultos

6.2.3.1. Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en un recipiente en el que previamente se colocó un piloncito de caña de azúcar con el objetivo de que enraizara y propiciara un medio adecuado para el desarrollo del insecto. El recipiente fue similar al presentado en la figura 3, con la diferencia que las dimensiones fueron de 0.30 m en su diámetro inferior, 0.35 m en su diámetro superior y una altura de 0.4 m. El ensayo se manejó con un diseño experimental en bloques al azar con cinco repeticiones. En cada unidad experimental se colocaron 15 adultos de chinche salivosa.

6.2.3.2. Manejo de la Unidad Experimental:

El manejo que se le realizó a la unidad experimental fue similar a la descrita en la prueba de ninfas en invernadero.

6.2.3.3. Variable de respuesta:

La variable de respuesta fue el porcentaje de parasitismo observado. Para ello, cuatro días después de aplicados los aislamientos del hongo, se contaron los insectos muertos que presentaron infección por *M. anisopliae* (observada en cámaras húmedas) y el número total de insectos para cada maceta, teniendo el porcentaje de parasitismo a través de la siguiente formula:

$$Pp = \frac{Ip}{It} * 100$$

Pp: porcentaje de parasitismo
Ip: No. De insectos parasitados
It: No. De insectos totales

6.2.3.4. Análisis de la información:

La variable de respuesta analizada fue el parasitismo. Para el efecto, se le realizó el análisis de varianza a los datos expresados en porcentaje. Al existir diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la prueba múltiple de medias Tukey al 5 % de significancia.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se analizaron conforme a cada una de las variables estudiadas.

7.1 Parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio

En el cuadro 3A del apéndice se presenta el resumen del análisis de varianza efectuado a la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas. Como se puede observar no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Los datos analizados presentaron una distribución normal ($Pr< w = 0.3457$).

Los valores observados de porcentaje de parasitismo en el tratamiento testigo fue de cero, por lo tanto en el análisis estadístico no fue necesario incorporar dichos datos ya que éstos no son representativos.

Como no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los aislamientos en la prueba de parasitismo, se podría utilizar para el manejo integrado de la chinche salivosa cualquiera de los aislamientos evaluados.

Lo anterior se puede confirmar en la figura 1. Sin embargo, se puede observar que el comportamiento del aislamiento Ilusiones fue el que presentó mayor porcentaje de parasitismo (60%), 10 % más alto que PL-43 (50%), 16% mayor que Boliviana (44%) y 18% mayor que CG93-3 (42%). Por lo tanto, en la prueba de parasitismo observado sobre ninfas puede recomendarse la utilización del aislamiento Ilusiones.

Por otra parte, en estudios de los aislamientos evaluados sobre eficiencia de producción de conidios bajo condiciones de producción comercial [3], se encontró que el aislamiento CG 93-3 reportó un mayor porcentaje de eficiencia (4.88 %), seguido de la PL 43 (3.88%), Ilusiones (1.42 %) y Boliviana (0.88 %) (3, 35). Por lo tanto, si se mejora la eficiencia de producción de conidios del aislamiento Ilusiones puede ser una buena opción para la utilización, debido al parasitismo observado. Además de la eficiencia de producción de conidios y el porcentaje de parasitismo de los aislamientos evaluados, otro criterio que puede reforzar la selección del aislamiento a utilizar, son las condiciones climáticas

3 La eficiencia de producción de conidios, es la cantidad de conidios producidos en relación a la cantidad de sustrato (arroz) utilizado para el efecto.

del lugar en donde fueron aislados ya que su comportamiento puede ser mejor al observado en la evaluación. Por lo tanto, al mejorar la eficiencia de producción de los aislamientos Boliviana e Ilusiones, se tendrían opciones de aplicación para tres rangos altitudinales (En función del análisis estadístico).

Es importante recalcar la importancia de esta prueba, ya que en el plan regional de Manejo Integrado de la chinche salivosa se recomienda enfocar el control sobre ninfas.

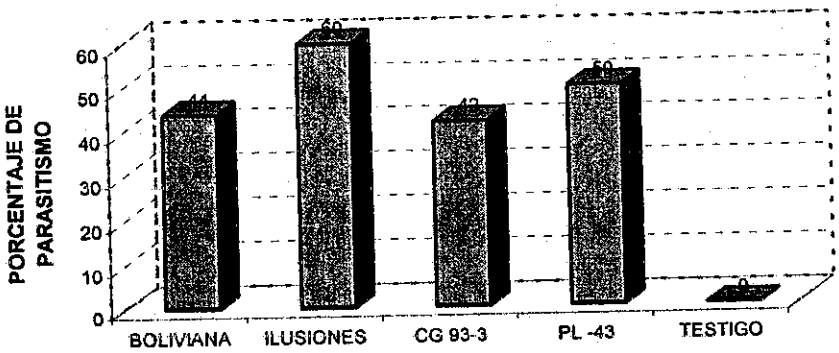

Figura 3. Porcentaje de parasitismo de ninfas de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio, CENGICAÑA, Escuintla 1998.

7.2 Virulencia de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio.

Estadísticamente los cuatro aislamientos respondieron igual a la aplicación del hongo en los diferentes días de evaluación; lo cual se puede observar en el resumen del análisis de varianza efectuado a la prueba virulencia (cuadro 5A del apéndice). Esto indica que no hay efecto alguno del tiempo sobre los aislamientos evaluados que parasite a las ninfas de chinche salivosa (según la interacción " día * aislamiento", Pr > F = 0.0829), por lo que el tiempo requerido para que los aislamientos causen la mortalidad del insecto es similar.

Los valores observados de virulencia en el tratamiento testigo fue de cero, razón por la cual se aplicó la misma regla que las prueba anteriores.

En forma general se puede describir que todos los tratamientos tuvieron estadísticamente un comportamiento igual, de tal forma en la figura 2, se puede observar que los aislamientos del hongo *M. anisopliae* presentan su mayor incidencia al tercer, cuarto y quinto día después de su inoculación.

De igual forma se puede observar en la misma figura, que al tercer y cuarto día el aislamiento CG 93-3 presentó mayor porcentaje de mortalidad acumulada seguida de Ilusiones, Boliviana y PL-43.

Por lo tanto, en todo programa de control biológico, se tiene que tomar en cuenta que la cuantificación de los resultados de aplicaciones con *M. anisopliae* sobre chinche salivosa en estado ninfal, se debe observar a partir del quinto día después de la aplicación.

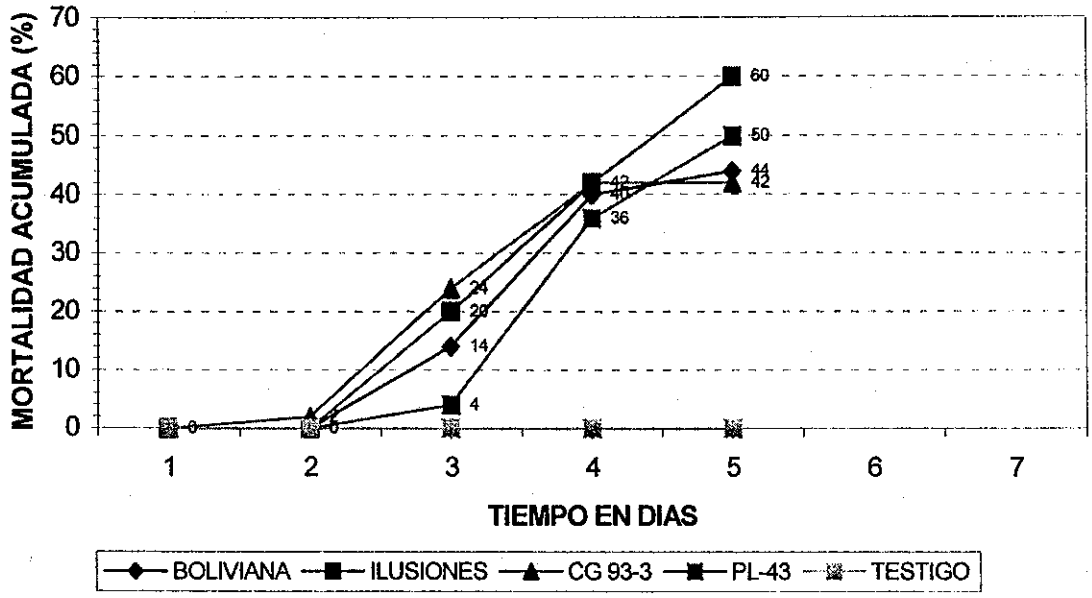

Figura 4. Virulencia en ninfas de chinche salivosa con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio, CENGICAÑA, Escuintla 1998.

7.3 Parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio

Los valores de la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos, tuvieron un comportamiento con una distribución normal (Pr < w = 0.2037). En el cuadro 4A del apéndice se presenta un resumen del análisis de varianza, efectuado a dicha prueba y en donde se puede observar que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los aislamientos.

Los valores observados de parasitismo en el tratamiento testigo fue de cero, razón por la cual se aplicó la misma regla que las prueba anteriores.

Como no existieron diferencias significativas entre los aislamientos se podría utilizar para el manejo integrado de la chinche salivosa cualquiera de los aislamientos evaluados.

En la figura 3 se observa el porcentaje de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa, el aislamiento en el cual se obtuvo el valor más alto fue la PL-43 (70%) seguido de CG 93-3 (62%) y por último Boliviana (54%) e Ilusiones (54%).

En base a estudios consultados sobre la evaluación de la eficiencia de producción de conidios bajo condiciones de producción comercial se encontró que el aislamiento CG 93-3 produce mayor cantidad de conidios (4.88 %) seguido de PL-43 (3.88%) (3, 35).

Por lo tanto, el aislamiento CG 93-3 tiene mayor potencial para utilizarse en el control de adultos de la chinche salivosa. Sin embargo, nuevamente es importante considerar que al mejorar la eficiencia de producción de conidios de Ilusiones y Boliviana se puede tener mayores opciones de utilización en relación a las condiciones climáticas determinadas (en función del análisis estadístico).

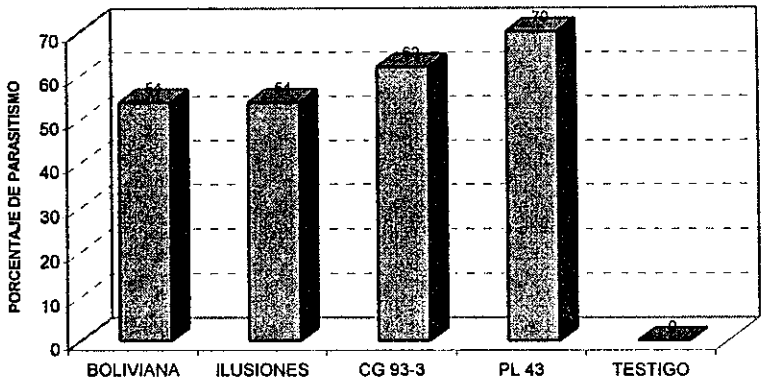

Figura 5. Porcentaje de parasitismo de adultos de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio, CENGICAÑA, Escuintla, 1998.

7.4 Virulencia de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio.

No se encontró ningún efecto del tiempo sobre los aislamientos de *M. anisopliae* declarándose estadísticamente no significativas las diferencias entre los mismos (Pr > F = 0.8889) para la interacción "día * aislamiento".

Un resúmen de los análisis de varianza de la prueba virulencia practicados se incluye en el cuadro 7A del apéndice.

Para el caso de los valores del testigo, el mecanismo fue similar a las pruebas anteriores.

En la figura 4 se puede observar el comportamiento en el tiempo de los aislamientos evaluados, indicando que la PL-43 alcanzó el 70 % de mortalidad en el cuarto y quinto día después de su inoculación, seguido de la CG 93-3 (60%), Boliviana (54%) e Ilusiones (54%).
En base a la eficiencia de producción de conidios y el porcentaje de mortalidad en menor tiempo la PL-43 y CG 93-3 pueden ser una alternativa para la utilización a nivel comercial.

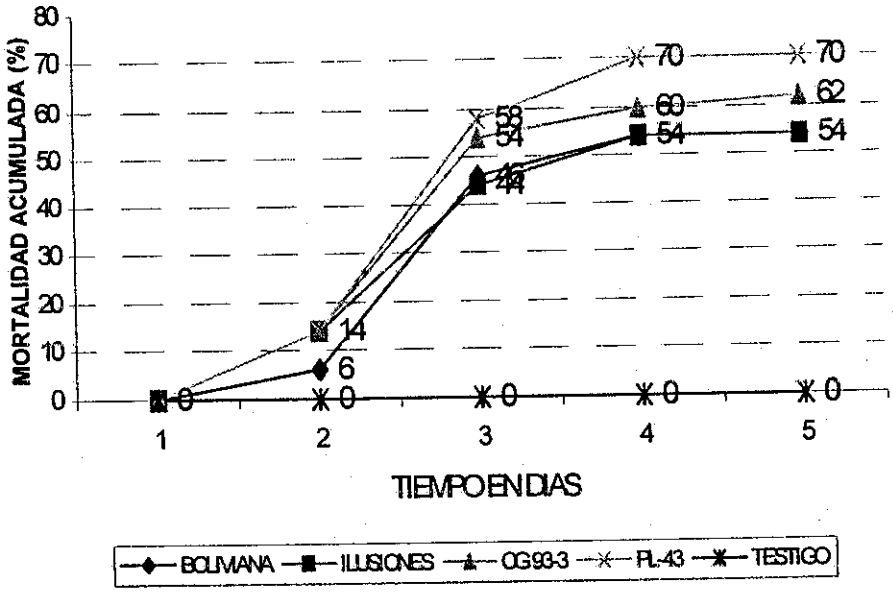

Figura 6. Virulencia en adultos de chinche salivosa con diferentes aislamientos de *M anisopliae* bajo condiciones de laboratorio, CENGICAÑA, Escuintla, 1998.

7.5. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero

El parasitismo de *M. anisopliae* en ninfas de chinche salivosa, bajo condiciones de invernadero, tuvieron un comportamiento con distribución normal (Pr< w = 0.4504). En el cuadro 8A del apéndice, se presenta un resumen del análisis de varianza efectuado a dicha prueba, en donde se observa que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los aislamientos.

Los valores observados de parasitismo en el tratamiento testigo fue de cero, razón por la cual se aplicó la misma regla que las pruebas anteriores.

Al no existir diferencias significativas entre los aislamientos se puede utilizar para el manejo integrado de la chinche salivosa cualquiera de los aislamientos evaluados.

En la figura 5 se puede observar que el aislamiento Boliviana presentó mayor porcentaje de parasitismo (27%), 3% mayor que CG 93-3 (24%), seguido de Ilusiones (19%) y PL-43 (13%). Por lo tanto, el parasitismo observado en la figura 5 nos indica que el aislamiento Boliviana puede recomendarse para su utilización. En invernadero las condiciones son menos controladas que en el laboratorio, por lo que en invernadero los aislamientos nativos presentaron mayor parasitismo que PL-43.

Tomando en consideración los estudios consultados sobre eficiencia de producción de conidios bajo condiciones de producción comercial y el porcentaje de parasitismo el aislamiento CG 93-3 puede recomendarse para su utilización. Sin embargo, si se mejora la eficiencia de la producción de conidios del aislamiento Boliviana e Ilusiones, éstas pueden ser otra opción de utilización en el manejo integrado de la chinche salivosa a nivel comercial, en función del estrato altitudinal donde se realice la aplicación.

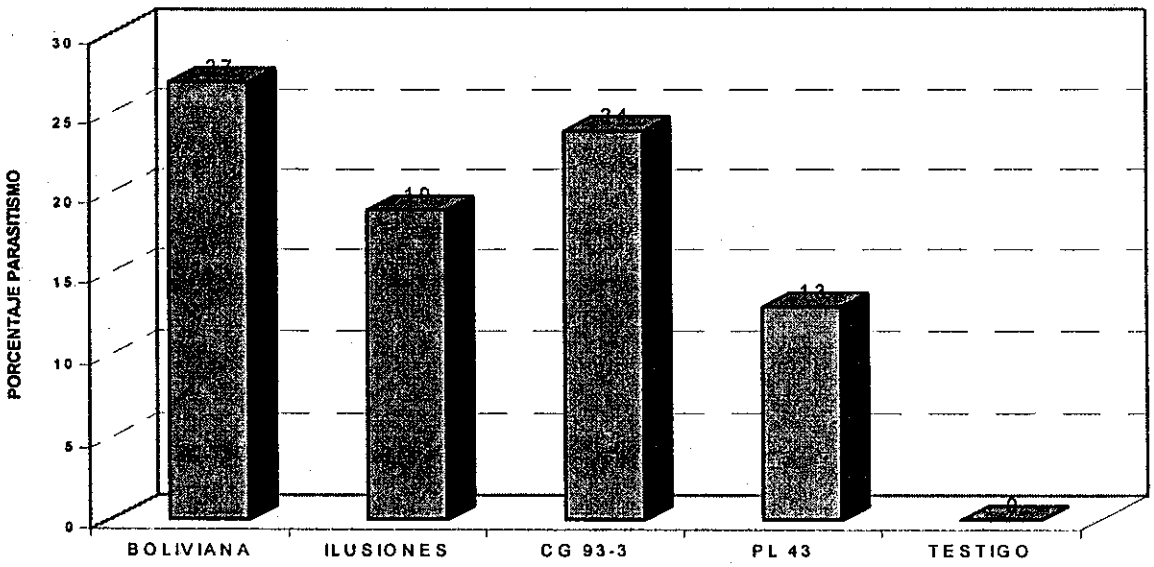

Figura 7. Porcentaje de parasitismo de ninfas de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de invernadero, CENGICAÑA, Escuintla, 1998.

7.6. Parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero

En la prueba que se realizo en invernadero para los insectos en su fase adulta, el comportamiento fue similar al observado en la prueba que se realizo a nivel de laboratorio.

Los valores de la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos bajo condiciones de invernadero, tuvieron un comportamiento con distribución normal (Pr< w = 0.3072), observándose en el cuadro 9A del apéndice un resumen del análisis de varianza efectuado a dicha prueba. En el cuadro mencionado se observa que existieron diferencias estadísticas significativas entre los aislamientos (5% de significancia). Las medias de parasitismo se analizaron a través de la prueba de Tukey (cuadro 10 A) observándose que PL-43 fue el mejor tratamiento, aunque estadísticamente igual a CG 93-3 e Ilusiones. Es importante recordar, que el testigo no se incluye en el análisis de varianza, ya que su valor promedio fue de cero, razón por la cual se aplicó la misma regla que en las pruebas anteriores.

De tal forma, en función al requerimiento de encontrar un sustituto de PL-43, CG 93-3 e Ilusiones son los mejores aislamientos, aunque es necesario mejorar la eficiencia de producción de conidios del aislamiento Ilusiones.

Por otra parte, en la figura 6 se puede observar el comportamiento promedio de los aislamientos en la cual PL-43 mostró la mayor media seguido de CG 93-3 e Ilusiones. En la misma gráfica la media de parasitismo del aislamiento Boliviana es evidentemente inferior al resto de aislamientos, por lo que su utilización para el control de adultos es cuestionado.

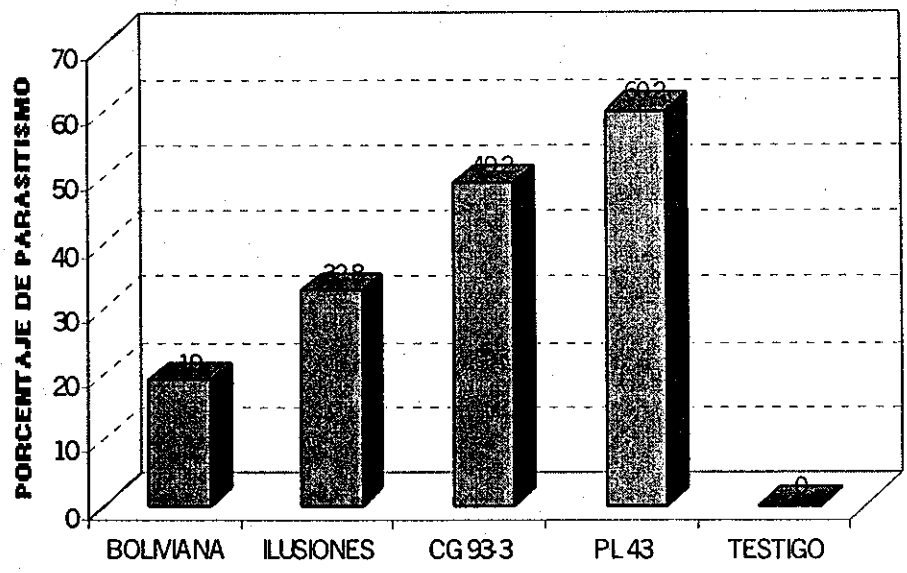

Figura 8. Porcentaje de parasitismo de adultos de chinche salivosa, con diferentes aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de invernadero, CENGICAÑA Escuintla, 1998.

8. CONCLUSIONES

8.1. El porcentaje de parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio, para los diferentes aislamientos fue: 44 % para Boliviana, 60% Ilusiones, 42% CG 93-3 y 50% PL-43.

8.2. El porcentaje de parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero, para los diferentes aislamientos fue: 27% para Boliviana, 19% Ilusiones, 24% CG 93-3 y 13% PL-43.

8.3. En la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio e invernadero, no se encontraron diferencias estadísticas significativas

8.4. La virulencia de las ninfas de chinche salivosa por aislamientos de *M. anisopliae* , bajo condiciones de laboratorio, se da en el tercer y cuarto día.

8.5. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los aislamientos evaluados, en cuanto a la virulencia de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio.

8.6. El porcentaje de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio, para los diferentes aislamientos fue: 54 % para Boliviana, 54% Ilusiones, 62% CG 93-3 y 70% PL-43.

8.7. En la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio, no se encontraron diferencias estadísticas significativas

8.8. En la prueba parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero, para los diferentes aislamientos evaluados fue: 19% para Boliviana, 32.8% Ilusiones, 49.2% CG 93-3 y 60.2% PL-43.

8.9. En la prueba de parasitismo de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero, existieron diferencias estadísticas significativas de los aislamientos evaluados.

8.10. En función del parasitismo observado de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de invernadero, el aislamiento CG 93-3 es el mejor sustituto para PL-43 .

8.11. La virulencia de adultos de chinche salivosa por aislamientos de *M. anisopliae* , bajo condiciones de laboratorio, se da en el cuarto y quinto día.

8.12. La virulencia de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa bajo condiciones de laboratorio, no presentó diferencias estadísticas significativas de los aislamientos evaluados.

9. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el aislamiento CG 93-3 como sustituto de PL-43.

2. Utilizar los aislamientos en función del estrato altitudinal donde fueron encontrados.

3. Realizar investigaciones tendientes a mejorar la eficiencia de producción de conidios de los aislamientos Ilusiones y Boliviana.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G. N. 1991. Fitopatología. 5 ed. México, Limusa. 756 p.

2. ALEMAN GALINDO, M.A. 1997. Evaluación de nueve cepas del hongo entomopatógeno (*Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. para el control de la hinche salivosa (*Aeneolamia spp., Prosapia sp)* bajo condiciones controladas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de agronomía. 64 p.

3. --------.1998. Producción del hongo *Metarhizium anisopliae* durante 1998. En Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, 1998. Presentación de resultados zafra 1997-1998: memoria de resúmenes. Santa Lucía, Cotzumalguapa. p. 52

4. ALTIERIE, M. A. et al. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 623 p.

5. ALVES, S.B. 1986. Controle microbiano de insetos. Brasil, Manole. 407 p.

6. ALVES, R.S. 1984. Control integrado de la candelilla en Brasil. In. Seminario Barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Ven., FAO. p. 49 - 64

7. ARANGO, S.G.; CALDERON, C. M. 1982. Biología y hábitos de *Zulia colombiana* (Lallemand) plaga del pasto *Brachiaria spp.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 21 p.

8. ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1996. Información general sobre el sector azucarero Guatemalteco. Guatemala. 10 p.

9. ASOCIACION DE TECNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1994. Aspectos generales de la agroindustria azucarera de Guatemala. In Congreso ATALAC (3., 1994, Gua) Guatemala, Atagua. p. 10-21

10. AZAÑON ESTACUY, V.M. 1996. Evaluación de nueve cepas de *Metarhizium sp* en el control de cuatro plagas insectiles de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) al nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad Rafael Landivar, Facultad de ciencias Agrícolas y Ambientales. 54 p.

11. BADILLA, F. 1990. Estrategias seguidas en el control biológico del salivazo; Informe anual de labores. San José, C. R., Dieca. p 47 - 57.

12. BERNAL, N., ZAMBRANO, C. 1984. El uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. In. Seminario barquisimeto (2., 1984 Ven). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Barquisimeto,Ven., FAO. p 91 - 103

13. --------. 1994. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología (Col.) 20 (4): p. 225 - 228.

14. BUENAVENTURA, O, C.E. 1992. Estudio para la conformación del centro de investigación y capacitación de la caña de azúcar de Guatemala. Guatemala, Cengicaña. 52 p.

15. --------.; GOMEZ, G. A. s.f. Control biológico de plagas. In: Curso de entomología económica. Programa para graduandos en ciencias Agrarias. Venezuela, s.n. 12 p.

16. CALDERON, N. M. 1982. Cercópidos, plagas de los pastos en América tropical, biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 47 p.

17. CARRILLO, E. 1994. Informe de actividades del área de Entomología diciembre 1993. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 7 p.

18. -------- . 1995. Estudio preliminar sobre pérdidas en tonelaje y rendimiento de azúcar, causadas por el daño de la Chinche salivosa (Aeneolamia sp) en Guatemala. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 11 p.

19. -------- . 1995. Plagas inséctiles de la caña de azúcar. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Area de Entomología. 10 p.

20. CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR (Col) 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. Ed. Cassalett, D.C.; Torres Aguas, J.; Echeverri, C.J. Cali, Col. 412 p

21. CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CANA DE AZUCAR (Gua). 1995. Evaluación técnologica del cultivo de la caña de azúcar. Ed. Mario Melgar, Adlai Meneses. 51 p.

22. -------- . (Gua). 1996. Evaluación y actualización técnologica del cultivo de la caña de azúcar zafra 95-96; plagas de la caña de azúcar. Ed. Mario Melgar, Adlai Meneses. p 18 - 20 CONTRERAS LEIVA, J.C. 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. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 44 p

23. ESQUIVEL, E. 1984. Algunas plagas de la caña de azúcar. México, Gepacea. 15 p.

24. FEWKES, D. W. 1969. Pestes de la caña de azúcar, la biología de los saltahojas de la caña de azúcar. Amsterdam, Sociedad Internacional de Tecnólogos de Azucar. p 283 - 307.

25. FERRUFINO, A. 1987. Caracterización de la resistencia de *Brachiaria spp* al salivazo de los pastos *Zulia colombiana* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. 129 p.

26. FLORES,S.; RAMIREZ,A.; CORTEZ,A. 1965. El salivazo de la caña de azúcar en México. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Boletín de Divulgación no. 5. 70 p.

27. FMC (Col). 1984. Investigaciones en el control de Salivita (*Aeneolamia sp*) y nemátodos en caña de azúcar. 89 p.

28. FOR, S. 1981. La chinche salivosa (*Aeneolamia sp*) en la caña de azúcar. In memorias Seminario inter-americano de la caña de azúcar. (2., 1981, E.E.U.U). Memorias. Florida, E.E.U.U., Universidad Internacional de Florida. 31 p.

29. GUATEMALA SUBIO al sexto lugar en producción mundial azucarera. 1996. Prensa Libre, (Gua); enero, 18:97-100.

30. HAW KSWORTH, D.L. et al. 1,995. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi. 8ª ed. Reino Unido, International Mycological Institute. 616 p.

31. KING, A., SAUNDERS, J. 1984. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, Inglaterra. Centro Nacional de Investigaciones agropecuarias. P 182

32. MARROQUIN VARELA, C.A. 1984. Evaluación del rango de hospedante, medios de cultivo, luz y temperatura para la reproducción masiva del hongo entomopatógeno (*Metarhizium spp)* in vitro. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p

33. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Mex.) 1987. Control de plagas de plantas y animales; manejo y control de plagas de insectos. México, Limusa. v. 3, 522 p.

34. NUÑEZ ALVARADO, C.O. 1995. Evaluación de tres dósis del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de la chinche salivosa *(Aeneolamia sp)* en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en Siquinala, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 73 p.

35. OVALLE SAENZ, W.; ALEMAN GALINDO, M. 1997. Producción del hongo *Metarhizium anisopliae* durante 1997. En Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar 1997. Presentación de resultados zafra 1996-1997: memorias de resúmenes. Santa Lucía, Cotzumalguapa. S.p.

36. PLAGAS Y ENFERMEDADES de la caña de azúcar en Guatemala. 198[illegible]. Cámara del Agro (Gua). 5(4):69

37. SAENZ,C.E.; et al 1995. Manejo integrado de *Aeneolamia postica y Prosapia spp* (Hom: cercopidae) en diferentes regiones de Costa Rica. C.R., Dieca. 15 p.

38. SALAZAR, S. A. 1990. Manejo integrado de insectos-plaga de la caña de azúcar en la región occidental de Venezuela. Barquisimeto, Venezuela, Estación experimental Lara. p 325 - 334.

39. VALENCIA, C. A. 1982. Cércopidos plagas de los pastos en América Tropical. Biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 50 p.

40. VILLACORTA, A. s.f. Búsqueda de un método para combatir las cigarrinas. Brasil, Instituto agronómico de Paraná. 3 p.

Vº. Bº.
Myriam De La Roca

9. APENDICES

Cuadro 3A Resumen de los resultados obtenidos en cada prueba de la evaluación de los aislamientos de *M. anisopliae* bajo condiciones de laboratorio e invernadero, 1,998.

Condiciones del experimento	Estado de la chinche	Variable de respuesta	Análisis	Resultados	
Laboratorio	Ninfa	parasitismo (%)	ANDEVA	Boliviana 44% Ilusiones 60% CG 93-3 42% PL 43 50% Testigo 0%	
Laboratorio	Ninfa	Virulencia (mortalidad en función del tiempo)	Serie repetidas en el tiempo	Boliviana 44% Ilusiones 60% CG 93-3 42% PL 43 50% Testigo 0%	La mayor incidencia la presentan al tercer, cuarto y quinto día, después de su inoculación
Invernadero	Ninfa	Parasitismo (%)	ANDEVA	Boliviana 27% Ilusiones 19% CG 93-3 24% PL 43 13% Testigo 0%	
Laboratorio	Adulto	Parasitismo (%)	ANDEVA	Boliviana 54% Ilusiones 54% CG 93-3 62% PL 43 70% Testigo 0%	
Laboratorio	Adulto	Virulencia (mortalidad en función del tiempo)	Serie repetidas en el tiempo	Boliviana 54% Ilusiones 54% CG 93-3 62% PL 43 70% Testigo 0%	La mayor incidencia la presentan al cuarto y quinto día, después de su inoculación
Invernadero	Adulto	Parasitismo (%)	ANDEVA TUKEY	Boliviana 19% Ilusiones 32.8% CG 93-3 49.2% PL 43 60.2% Testigo 0%	

Cuadro 4A. Analisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de laboratorio, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	980	326.66	0.97	0.43 ^{ns}
Error	16	5400	337.50		
Total	19	6380			

ns =No existe diferencia significativa.

CV = 37.49 %

Pr < w = 0.3457

Cuadro 5A. Analisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de laboratorio, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	3	880	293.33	0.95	0.44 ns
Error	16	4920	307.50		
Total	19	5800			

ns = No existe diferencia significativa.

CV = 29.22 %

Pr < w = 0.2037

Cuadro 6A. Analisis de varianza de la prueba Virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de laboratorio, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr > F
Día	2	2043.33	1021.66	5.10	0.0142
Aislamiento	3	653.33	217.78	1.09	0.3731
Repetición	4	300.00	75.00	0.37	0.8243
Aislamiento * repetición	12	1846.67	153.89	0.77	0.6750
Día * aislamiento	6	2596.67	432.78	2.16	0.0829 ns
Día * repetición	8	4290.00	536.25	2.68	0.0294
Error	24	4803.33	200.14		
Total	59	16533.33			

ns = No existe diferencias significativa .

CV = 84.88 %

Cuadro7A. Analisis de varianza de la prueba Virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de laboratorio, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr >F
Día	2	10243.33	5121.67	24.73	0.0001
Aislamiento	3	326.66	108.89	0.53	0.6687
Repetición	4	376.67	94.17	0.45	0.7680
Aislamiento * repetición	12	1090.00	90.83	0.44	0.9307
Día * aislamiento	6	463.33	77.22	0.37	0.8889 ns
Día * repetición	8	1723.33	215.42	1.04	0.4347
Error	24	4970.00	207.08		
Total	59	19193.33			

ns = No existe diferencias significativas.

CV = 73.17 %

Cuadro 8A. Analisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa a nivel de invernadero, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr> F
Tratamientos	3	543.75	181.25	1.76	0.2074 ns
Bloque	4	1233.80	308.45	3.00	0.0624
Error	12	1233.00	102.75		
Total	19	3010.55			

ns = No existen diferencias significativas.

CV = 49.09 %

Pr < w = 0.4504

Cuadro 9A. Analisis de varianza de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de invernadero, 1,998.

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr> F
Tratamiento	3	4925.80	1641.93	5.09	0.0168 *
Bloque	4	1616.20	404.05	1.25	0.3410
Error	12	3870.20	322.52		
Total	19	10412.20			

* = Diferencias significativas

CV = 44.56 %

Pr < w = 0.3072

Cuadro 10A. Prueba de medias de Tukey (significancia del 5%) para los valores de parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa a nivel de invernadero, 1,998.

Aislamiento	Media.	Grupo Tukey
PL- 43	60.20	A
CG 93-3	49.20	AB
Ilusiones	32.80	AB
Boliviana	19.00	B

Cuadro 11A. Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de laboratorio, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE
1	1	0
2	1	80
3	1	30
4	1	60
5	1	0
1	2	60
2	2	30
3	2	50
4	2	70
5	2	0
1	3	30
2	3	90
3	3	50
4	3	30
5	3	0
1	4	60
2	4	60
3	4	30
4	4	60
5	4	0
1	5	30
2	5	40
3	5	50
4	5	30
5	5	0

Cuadro 12A. Datos de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de laboratorio, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	%DM1	%DM2	%DM3	%DM4	%DM5
1	1	0	0	0	30	10
1	2	0	0	20	40	0
1	3	0	0	20	10	0
1	4	0	0	0	50	10
1	5	0	0	30	0	0
2	1	0	0	10	50	20
2	2	0	0	10	20	0
2	3	0	0	50	20	20
2	4	0	0	30	0	60
2	5	0	0	0	20	20
3	1	0	0	10	20	0
3	2	0	0	30	20	0
3	3	0	0	40	10	0
3	4	0	10	0	20	0
3	5	0	0	30	20	0
4	1	0	0	0	50	10
4	2	0	0	0	50	20
4	3	0	0	0	30	0
4	4	0	0	0	20	40
4	5	0	0	20	10	0

Cuadro 13A. Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de laboratorio, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE
1	1	60
2	1	70
3	1	80
4	1	80
5	1	0
1	2	70
2	2	40
3	2	60
4	2	90
5	2	0
1	3	80
2	3	40
3	3	40
4	3	60
5	3	0
1	4	30
2	4	50
3	4	60
4	4	50
5	4	0
1	5	30
2	5	70
3	5	70
4	5	70
5	5	0

Cuadro 14A. Datos de la prueba virulencia de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de laboratorio, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	%DM1	%DM2	%DM3	%DM4	%DM5
1	1	0	10	50	0	0
1	2	0	30	30	0	0
1	3	0	0	50	30	0
1	4	0	0	30	0	0
1	5	0	0	30	0	0
2	1	0	30	20	20	0
2	2	0	30	10	0	0
2	3	0	0	20	20	0
2	4	0	0	50	0	0
2	5	0	10	50	10	0
3	1	0	20	40	10	10
3	2	0	10	50	0	0
3	3	0	0	30	10	0
3	4	0	20	30	10	0
3	5	0	20	50	0	0
4	1	0	40	40	0	0
4	2	0	0	70	20	0
4	3	0	0	50	10	0
4	4	0	10	20	20	0
4	5	0	20	40	10	0

Cuadro 15A. Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre ninfas de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de invernadero, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE
1	1	7
2	1	20
3	1	20
4	1	13
5	1	0
1	2	20
2	2	13
3	2	27
4	2	0
5	2	0
1	3	27
2	3	20
3	3	33
4	3	13
5	3	0
1	4	33
2	4	0
3	4	7
4	4	20
5	4	13
1	5	47
2	5	40
3	5	33
4	5	20
5	5	0

Cuadro 16A. Datos de la prueba parasitismo de los aislamientos de *M. anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa (Expresado en porcentaje) a nivel de invernadero, 1,998.

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE
1	1	14
2	1	33
3	1	57
4	1	14
5	1	00
1	2	25
2	2	62
3	2	40
4	2	100
5	2	00
1	3	20
2	3	14
3	3	57
4	3	56
5	3	00
1	4	17
2	4	22
3	4	43
4	4	71
5	4	00
1	5	19
2	5	33
3	5	49
4	5	60
5	5	00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem.053-99

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CUATRO AISLAMIENTOS DE Metarhizium anisopliae (metch) Sor. PARA EL CONTROL MICROBIANO DE CHINCHE SALIVOSA (Aeneolamia sp.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: TONY ROCAEL CAMO JUAREZ

CARNET No: 8910979

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez Valenzuela
Ing. Agr. Walter E. García Tello
Ing. Agr. Domingo Amador Pérez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
A S E S O R

Ing. Agr. Mario A. Alemán Galindo
A S E S O R

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA
ING. AGRONOMO
COLEGIADO # 602

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
Archivo
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: iia@usac.edu.gt § http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm