

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

Evaluación de tres cepas de hongo *Metarhizium* sp. en cuatro dosificaciones, para el control de chinche salivosa (*Aneolamia* sp) en La Democracia, Escuintla.

TESIS

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

POR

EDGAR ROLANDO SOLARES MONTERROSO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO  
VOCAL PRIMERO  
VOCAL SEGUNDO  
VOCAL TERCERO  
VOCAL CUARTO  
VOCAL QUINTO  
SECRETARIO

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio  
Ing. Agr. Juan José Castillo Mont  
Ing. Agr. William Roberto Escobar L.  
Ing. Agr. Alejandro A. Hernández F.  
Br. Estuardo Enrique Lira Prera  
P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim  
Ing. Agr. Guillermo E. Méndez Beteta

Guatemala, Noviembre de 1997<sup>iii</sup>

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

Señores Miembros:

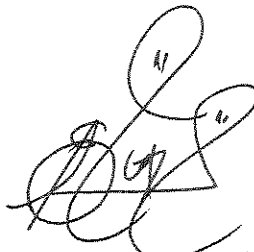
De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a la consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

Evaluación de tres cepas de hongo Metarhizium sp. en cuatro dosificaciones, para el control de chinche salivosa (Aneolamia sp) en La Democracia, Escuintla.

Como requisito previo a optar al título de ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo.

Atentamente.



EDGAR ROLANDO SOLARES MONTERROSO

**ACTO QUE DEDICO**

A:

DIOS	Todo poderoso por iluminarme y poder culminar una meta mas en mi vida.
MIS PADRES	Francisco Eduardo Solares Galindo ( Q. E. P. D.) Nora del Carmen Monterroso P. de Solares. En recompensa por su sacrificios y muestra de agradecimiento por su amor , comprensión y valores personales que supieron inculcarme.
MIS HERMANOS	José Eduardo, Alina, Oscar, Maritza, Francisco, Roberto. Con sincero aprecio.
MIS SOBRINOS	Carmen María, Oscar Eduardo. Con mucho cariño.
MIS TÍOS	Hugo Eduardo Monterroso (Q. E. P. D.) Marina de Monterroso Fernando Rodríguez (Q. E. P. D.) Estela de Rodríguez (Q. E. P. D.)
MIS PRIMOS	Marinita, Edwin, Chita, Ely, Gustavo, Chata, Otto, en especial a Fernan.
LA FAMILIA	Valle Domínguez, En muestra de cariño. Por ser nuestra familia y apoyo en los momentos mas dificiles.
LA FAMILIA	Arredondo Porres, En muestra de cariño. En especial a Fabiola agradeciéndole su amor y apoyo.
MIS AMIGOS	Como muestra de afecto y sincera amistad.

**TESIS QUE DEDICO**

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA.

## AGRADECIMIENTO

A:

Ing. Agr. M.S.c. Werner Ovalle y Ing. Agr. M.S.c. Alvaro Hernández por el apoyo, amistad y el asesoramiento de esta tesis.

Ingenio Magdalena empresa agroindustrial que me brindo la oportunidad para desarrollarme profesionalmente.

Todo el personal del Ingenio Magdalena, por su apoyo y amistad en especial a:

Ing. Agr. Jorge Luis Juárez.

T.U. Arnoldo Quiñones.

T.U. Guillermo Mejicanos.

## CONTENIDO GENERAL

vii

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
RESUMEN.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
3.1.1. Importancia del cultivo de la caña de azúcar .....	4
3.1.2. Chinche salivosa.....	5
3.1.2.1. Clasificación taxonómica.....	5
3.1.2.2. Biología.....	6
3.1.2.2.A. Ciclo biológico.....	6
3.1.2.2.B. Descripción morfológica.....	7
3.1.2.2.B.a. Huevo.....	7
3.1.2.2.B.b. Ninfas.....	7
3.1.2.2.B.c. Adulto.....	8
3.1.2.3. Hábitos.....	8
3.1.2.4. Ecología y factores ambientales.....	10
3.1.2.5. Daños e importancia económica.....	12
3.1.2.6. Control.....	12
3.1.3. Hongos entomopatógenos.....	13
3.1.3.1. Formulación y aplicación de hongos entomopatógenos.....	14
3.1.3.2. Patogenicidad y virulencia.....	14
3.1.3.3. Epizootia.....	15
3.1.4. Control biológico de chinche salivosa con <u>M. anisopliae</u> (Metsch.) Sorokin. ....	15
3.1.4.1. Clasificación taxonómica del hongo <u>Metarhizium</u> sp.....	16
3.1.4.2. Modo de acción .....	16
3.1.4.3. Ciclo básico de infestación.....	18
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	19
3.2.1. Descripción del área del estudio.....	19
3.2.2. Control microbiano con el uso de hongos entomopatógenos en Guatemala.....	19
3.2.3. Experiencias del uso <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metsch.) Sorokin. para el control biológico de chinche salivosa.....	20
4. OBJETIVOS .....	21
4.1. GENERAL.....	21
4.2. ESPECÍFICOS.....	21
5. HIPÓTESIS.....	21

6. METODOLOGÍA.....	22	viii
6.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL .....	22	
6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22	
6.3. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22	
6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	22	
6.5. MUESTREOS.....	23	
6.6. APLICACIÓN.....	24	
6.7. VARIABLES DE ESTUDIO.....	24	
6.8. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	25	
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26	
7.1. EVALUACIÓN DE CEPAS.....	26	
7.1.1. Ninfas vivas por tallo.....	26	
7.1.2. Adultos vivos por tallo.....	27	
7.1.3. Adultos muertos por tallo.....	28	
7.1.4. Porcentaje de mortalidad de adultos.....	28	
7.2. EVALUACIÓN DE DOSIS.....	30	
7.2.1. Ninfas vivas por tallo.....	30	
7.2.2. Adultos vivos por tallo.....	31	
7.2.3. Adultos muertos por tallo.....	31	
7.2.4. Porcentaje de mortalidad de adultos.....	33	
7.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	35	
8. CONCLUSIONES.....	38	
9. RECOMENDACIONES.....	39	
10. BIBLIOGRAFÍA.....	40	
11. APÉNDICE.....	42	



## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Diagrama del ciclo biológico promedio de chinche salivosa <u>Aeneolamia postica</u> (Walk.) (Homóptera : Cercópidae).....	6
2	Efecto de las cepas sobre la variable ninfas por tallo. Modelo de regresión cuadrático.....	26
3	Efecto de las cepas sobre la variable adultos por tallo. Modelo de regresión cuadrático.....	27
4	Efecto de las cepas sobre la variable adultos muertos por tallo. Modelo de regresión lineal.....	28
5	Efecto de las cepas sobre porcentaje de mortalidad de adultos. Modelo de regresión lineal.....	29
6	Efecto de las dosis sobre la variable ninfas por tallo. Modelo de regresión cuadrático.....	30
7	Efecto de las dosis sobre la variable adultos por tallo. Modelo de regresión cuadrático.....	32
8	Efecto de las dosis sobre la variable adultos muertos por tallo. Modelo de regresión lineal.....	34
9	Efecto de las dosis sobre porcentaje de mortalidad de adultos. Modelo de regresión lineal.....	35
10	Curva de temperatura en grados centígrados en el área del ensayo....	36
11	Curva de precipitación en el área del ensayo.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

	x
1	Distribución de los huevos de Cercópidos según la profundidad de un suelo cultivado de caña de azúcar ( <u>Saccharum spp.</u> )..... 9
2	Comportamiento del estado de diapausa por generaciones de chinche salivosa ( <u>Aeneolamia sp.</u> )..... 9
3	Principales factores ecológicos que influyen en la poblaciones de chinche salivosa ( <u>Aeneolamia sp.</u> )..... 11
4	Tratamientos utilizados en la evaluación..... 23
5	Características de aplicación ..... 24
6	Comparación múltiple de medias de Tukey de porcentaje de mortalidad de adultos de chinche salivosa. Promedios de cepas de <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch.) Sorokin. en el muestreo de 14 días después de aplicado, valores transformados..... 29
7	Comparación múltiple de medias de Tukey de adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Promedios de dosis de <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch.) Sorokin. en el muestreo de 14 días después de aplicado..... 31
8	Comparación múltiple de medias de Tukey de adultos muertos por tallo de chinche salivosa. Promedios de dosis de <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch.) Sorokin. en el muestreo de 14 días después de aplicado..... 31
9	Comparación múltiple de medias de Tukey de porcentaje de mortalidad de adultos de chinche salivosa. Promedios de dosis de <u>Metarhizium anisopliae</u> (Metch.) Sorokin. en el muestreo de 14 días después de aplicado, valores transformados..... 33
10	Datos climáticos acumulados por semana durante la realización del experimento de cepas y dosis. Finca San Patricio, La Democracia, Escuintla, 1993..... 36
11A	Resumen de análisis de regresión lineal por variables de estudio..... 42
12A	Análisis de varianza tipo factorial para la variable ninfas por tallo..... 43
13A	Análisis de varianza tipo factorial para la variable adultos por tallo..... 43
14A	Análisis de varianza tipo factorial para la variable adultos muertos por tallo..... 44
15A	Análisis de varianza tipo factorial para la porcentaje de mortalidad de adultos corregido por arco seno raíz de x..... 44

EVALUACIÓN DE TRES CEPAS DE HONGO *Metarhizium* sp. EN CUATRO DOSIFICACIONES, PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia* sp) EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

EVALUATION OF THREE ISOLATE D OF FUNGI *Metarhizium* sp. IN FOUR DOSIFICATIONS , TO CONTROL OF SPITTLEBUG (*Aeneolamia* sp) IN THE DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

RESUMEN

El uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin. se ha intensificado en los últimos años para el control de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk.), plega que causa daños económicos al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). Los resultados no han sido convincentes, quizá a que se han adoptado recomendaciones extranjeras. El estudio tuvo el objetivo de evaluar tres cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin en cuatro dosificaciones para el control de ninfas de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk.) para desarrollar recomendaciones que se adapte a condiciones locales.

Se evaluaron tres cepas, de las cuales dos son nativas, colectadas de cañaverales de la zona CG 93-8, CG 93-10 y PL-43 originaria de Brasil, la cual fue tomada como comparador. Cada cepa se evaluó en cuatro dosis de conidios por hectárea ( $2.78 \times 10^{12}$ ,  $4.68 \times 10^{12}$ ,  $6.50 \times 10^{12}$ ,  $8.35 \times 10^{12}$ ). Las variables de estudio fueron el número de ninfas/tallo, adultos/tallo, adultos muertos/tallo y porcentaje de mortalidad, las cuales se cuantificaron a 7, 14, 21, y 28 días después de aplicado. Los resultados se analizaron en un diseño en bloques al azar con arreglo factorial combinatorio de tres por cuatro.

Los resultados indican que solo para el muestreo a los 14 días después de la aplicación ocurrieron diferencias estadísticas significativas, la cepa CG 93-10 fue la que presentó el porcentaje mayor de mortalidad ( 5.6 %). La dosis que causó mejor efecto en la mortalidad de

insectos fue de  $8.35 \times 10^{12}$  conidios por hectárea con un valor de 5.9 % de mortalidad de adultos, para el muestreo de 28 días después de la aplicación se obtuvieron porcentajes de parasitismo promedios de 44 % de mortalidad en adultos sin tener diferencias estadísticas entre tratamientos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país eminentemente agrícola y las áreas de vocación forestal se ubican al norte del país. Su explotación agrícola se ubica en la región sur, y es el cultivo de la caña de azúcar uno de los más explotados a nivel comercial que brindan fuentes de trabajo, así como el ingreso de divisas por la comercialización de azúcar. El sector azucarero lo conforman 17 ingenios ubicados principalmente en los departamentos de Escuintla, Suchitepequez y Retalhuleu. (2)

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), se ve afectado por un conjunto de plagas, y de las cuales es la chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk.) considerada como la más problemática en el área cañera. En 1993 se reportaron alrededor de 9,521 hectáreas (ha) afectadas por esta plaga (5). El mayor daño lo causan los adultos de la chinche, ya que estos habitan y se alimentan del follaje. Este insecto inyecta una substancia que degrada la clorofila y va secando paulatinamente el follaje. Carrillo (4) reporta una baja en la producción de 11 toneladas por hectárea (ton/ha). Flores (10) menciona una disminución de 5-8 ton/ha.

La plaga chinche salivosa tiene sus primeras manifestaciones a principios de la época lluviosa y su apareamiento es explosivo, causando altas infestaciones en un corto tiempo. La plaga afecta los cañales y sus principales hospederos alternos son malezas, especialmente gramíneas ubicadas en los quineles. Para el manejo de chinche salivosa existen varios métodos de control: biológico, cultural, etológico y químico. Este ultimo es de costo elevado y el efecto dura poco tiempo.

Se conocen varios entomopatógenos para el control de chinche salivosa, entre ellos se encuentran los hongos *Entomophthora* *sp.*, que afecta al adulto y *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin que parasita a ninfas y adultos. Este último es de interés ya que lo deseable en el control de ésta plaga es mantener bajos los niveles de infestación de ninfas, y así evitar la fase adulta que causa el daño (6).

El trabajo tuvo como objetivo evaluar tres cepas de hongo *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin en cuatro dosificaciones en el manejo de ninfas de chinche salivosa. La investigación se realizó en la finca San Patricio, La Democracia, Escuintla.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 1993 la agroindustria cañera a nivel nacional se vio seriamente afectada por el ataque de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk) y se reportaron 9521 hectáreas, habiéndose realizado hasta cinco aplicaciones con insecticidas en los casos más severos (4).

En los últimos años el manejo de la chinche salivosa se ha efectuado con agroquímicos. Los insecticidas tienen un alto costo económico y pueden tener efectos indeseables en el ambiente. El control biológico es una opción disponible que podría solucionar el problema que causan los productos químicos. El uso de agentes entomopatógenos como *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin se ha introducido en la agroindustria pero este se ha efectuado adoptando recomendaciones extranjeras, las cuales no han producido los resultados esperados.

El objetivo del presente trabajo es generar información técnica útil con respecto al manejo de chinche salivosa, usando el hongo *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin. Evaluando tres cepas de hongo y cuatro dosis.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. Importancia del cultivo de la caña de azúcar

La caña de azúcar (*Saccharum spp.*), es considerada como uno de los cultivos agroindustriales de mayor importancia económica para Guatemala. Es fuente de trabajo para miles de personas, a la vez genera divisas para el país por la exportación de azúcar que se obtiene de la misma (2).

El cultivo de la caña de azúcar es extensivo, el área total sembrada para la zafra 93-94 fue de 129,870 has. El 38.50 % corresponde a terrenos propios de los ingenios, el 10.80 % a terrenos arrendados y el 50.70 % a tierras de cultivadores, siendo la producción para la misma zafra 11,791,110 toneladas de caña molida por un rendimiento promedio de 93.12 kg. de azúcar por tonelada de 909 kg. La producción de azúcar fue de 499,709 toneladas métricas. (2).

El cultivo de la caña de azúcar, como otros cultivos es susceptible al ataque de insectos y enfermedades, los cuales afectan el desarrollo de la caña de azúcar y disminuyen el rendimiento en un 10 % (11).

Las plagas principales que atacan a la caña de azúcar en Guatemala son: la chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*, *Prosapia sp.*) barrenador de tallo (*Diatraea sp.*), el pulgón dorado (*Sipha flava*), gusanos cortadores de las hojas (*Mocis sp.*), ron ron rinoceronte (*Podischnus sp.*), gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) (11,16).



### 3.1.2. Chinche Salivosa

#### 3.1.2.1. Clasificación de Taxonómica:

Orden	Homóptera
Suborden	Auchenorrhyncha
Super familia	Cercopoidea
Familia	Cercópidae
Subfamilia	Tomaspidinae
Géneros	Aeneolamia
Especie	A. Postica (Walk) (1,6,7,8)

Entre estos géneros existen alrededor de 35 especies de chinche salivosa, y algunas especies que poseen subespecies. Todas las especies y subespecies se encontraron en plantaciones de caña de azúcar y pastos. Estas fueron reportadas en el continente Americano (7,8).

En Guatemala se encontraron las especies Aeneolamia postica , A. campechana (Walk.), Prosapia simulans, P. sórdida y P. zunilana (6). Carrillo (4) concuerda que en Guatemala se han determinado hasta el momento dos géneros que atacan a la caña de azúcar, Aeneolamia y Prosapia, siendo la primera la más abundante.

La chinche salivosa también se le conoce con otros nombres comunes según las regiones como: mosca pinta (México), candelilla (Venezuela), salivosa (Centro América), cigarritas (Brasil) (8).

### 3.1.2.2. Biología

La chinche salivosa, como todos los insectos del orden Homoptera, son hemimetábolos. Este tipo de metamorfosis se caracteriza por la ausencia de las fases larval y pupal, existiendo solo tres fases, huevo, ninfa y adulto (5,6,7).

#### 3.1.2.2.A. Ciclo biológico

El ciclo biológico de la chinche salivosa *A. postica* (Walk) tiene una duración de 69 días, distribuido de la siguiente forma, el tiempo que transcurre de la fase de huevo a la fase de ninfas tiene una duración de 23 días; para que ocurra el otro cambio para fase de adulto, la ninfa pasa por 5 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. Esto se puede observar con mayor claridad en la figura 1. (7).

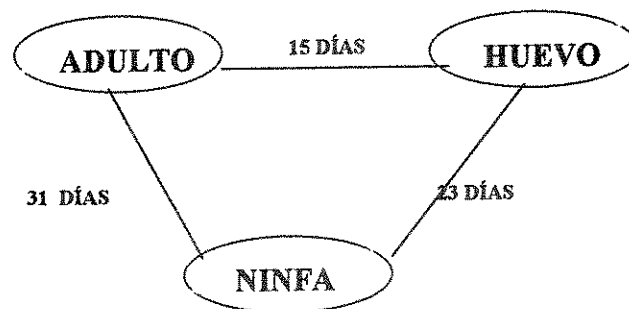


Figura 1. Diagrama del ciclo biológico promedio de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk.)

(Homóptera: Cercópidae).

FUENTE: Contreras Leiva S.C. (7)

### **3.1.2.2.B. Descripción morfológica**

#### **3.1.2.2.B.a. Huevo**

Los huevos son alargados con una longitud promedio de 0.8 mm a 1 mm y de 0.3 mm de diámetro, con superficie lisa y de forma similar a la de un grano de arroz. Son de color amarillo crema, el cual se torna intenso al avanzar la incubación hasta tomar una coloración rojiza antes de la eclosión (6,7,8).

#### **3.1.2.2.B.b. Ninfa**

Las ninfas recién eclosionadas son de coloración rosada crema, al ir creciendo estas cambian de coloración de modo que las más grandes son de color crema con pigmentos rojos en el abdomen, tórax y rudimentos alares de color negro. Sus ojos son rudimentarios de color marrón (6,7,8).

Después del primer instar, con una duración de 6 días, empiezan a aparecer rudimentos alares y zonas quitinizadas en el tórax. La ninfa pasa por cinco instares y en el último mide aproximadamente de 9 a 10 mm, una amplitud de cápsula cefálica y del clypeus de 1.25 mm (6,7,8).

Desde que inicia la alimentación y durante todo el estado ninfal, el insecto se recubre con una espuma formada por una sustancia de consistencia mucilaginosa secretada por glándulas hipodérmicas que se encuentran en la región pleural del séptimo y octavo segmento abdominal que se denominan glándulas de Batelli. La sustancia que secretan está compuesta en su mayor parte por aminoácido y por el exceso de líquido que extraen de la planta (6,7,8).

### 3.1.2.2.B.c. Adulto

El adulto presenta inicialmente un color blanco y permanece inmóvil durante varias horas dentro de la masa de la espuma. El cuerpo y las alas van adquiriendo lentamente su coloración normal, la cabeza es de color negro brillante, su cuerpo es de color rojizo, alas superiores de color pardo oscuro con dos franjas transversales amarillas o rojo claro y las alas posteriores transparentes y membranosas (6,7,8).

Completamente desarrollado el adulto de chinche salivosa, mide el macho de 7 a 8 mm de largo mientras que la hembra de 8 a 9 mm, el diámetro es de 5 a 6 mm. y el cuerpo tiene una forma sub oval (6,7,8).

### 3.1.2.3. Hábitos

Los huevos son ovipositados cerca o entre las raíces del cultivo, enterrados a 1 ó 2 cm de profundidad. También pueden ser ovipositados sobre la superficie del suelo o sobre las vainas y residuos vegetales que se encuentran en el suelo. La hembra también penetra en las grietas del suelo a depositar los huevos a mayor profundidad. El cuadro 1, muestra la distribución de los huevos según la profundidad dentro de el suelo (6,8). La mayoría de los huevos ovipositados en las ultimas generaciones, al final de la época lluviosa permanecen en el suelo en estado de diapausa hasta el inicio de la siguiente estación lluviosa, como se observa en el cuadro 2 (6,8).

CUADRO 1. Distribución de los huevos de Cercópidos según la profundidad de un suelo cultivado de caña de azúcar (*Saccharum spp*).

Profundidad (cm)	Distribución de Huevos en %
0.0 - 2.5	60 - 70
2.5 - 5.0	18 - 26
5.0 - 7.5	9 - 16

FUENTE: Biología y control de la chinche salivosa (6).

CUADRO 2. Comportamiento del estado de diapausa por generaciones de chinche salivosa (*Aeneolamia sp*)

Generación	Porcentaje de Huevos	
	Eclosionan	Diapausa
I	80	20
II	50	50
III	25	75
IV	20	80

FUENTE: Conferencia de chinche salivosa y su control, Arthur Mendonc'a (1992).

Las ninfas de chinche salivosa al nacer son activas y se desplazan hasta escoger un lugar en la base de los tallos de donde se alimentan chupando el jugo de la planta. La duración de la fase ninfal depende de la especie y de las condiciones ambientales. En condiciones de invernadero (26°C y 80 a 90 % de humedad relativa) las ninfas se desarrollan de 34 a 57 días (figura 1) (6,8).

Los adultos son malos voladores y se desplazan principalmente mediante saltos, rara vez recorren distancias largas, sino que se mueven dentro de un radio de acción limitado (6). Equihua citado por Coronado (8) afirma que el salivazo tiene un desplazamiento aproximado de 60 a 80 metros.

Sus hábitos alimenticios son exclusivamente aéreos, extrayendo la savia de las hojas y parte alta de los tallos. A la vez que extrae savia, el insecto inyecta sustancias tóxicas a los tejidos de la planta, las cuales se consideran que son responsables del daño característico que causan los adultos (6).

La hembra adulta de chinche salivosa oviposita un promedio de 67 huevos, con un máximo de 130 durante su vida. El ciclo de vida del adulto oscila entre 8 a 15 días (figura 1), se ha observado que las hembras pueden durar más que el macho pero la diferencia no es significativa (6).

#### **3.1.2.4. Ecología y factores ambientales**

Las poblaciones de los salivazos y su comportamiento están estrechamente relacionados con las condiciones climáticas (cuadro 3), particularmente con la precipitación. Esto se observa donde el régimen de lluvias es marcadamente estacional, con una estación seca de 4 a 6 meses y el resto del año se caracteriza por una alta pluviosidad, generalmente mayor de 1000 mm (6).

La primera generación importante de ninfas de chinche salivosa se presenta a los 20 a 30 días después de las primeras lluvias, los mayores problemas de infestación se presentan a mediados de la época lluviosa, y se observan los mayores daños (6).

La humedad relativa influye notablemente en la duración del período de incubación. En condiciones ideales, con un 80 a 90 % de humedad, los huevos se incuban en un período de 12 a

18 días (figura 1), y este período se puede prolongar cuando la humedad relativa es menor.

En condiciones de baja humedad relativa, la incubación se inhibe y los huevos entran en estado de diapausa, la cual puede durar varios meses hasta que se presenten condiciones favorables (6).

Las características del hábito de crecimiento de las plantas huéspedes tienen también una gran influencia en la proliferación de la plaga, ofreciendo condiciones óptimas para el desarrollo del salivazo, tales como la alta humedad, baja temperatura y protección contra la radiación solar (6).

CUADRO 3. Principales factores ecológicos que influyen en las poblaciones de chinche salivosa (*Aeneolamia sp*).

FACTOR	Rango
Precipitación	800 a 1000 mm
Humedad relativa	60 a 90 %
Temperatura	20 a 35 °C
Altitud	0 a 1000 msnm

FUENTE: Biología y control de la chinche salivosa (6).

### 3.1.2.5. Daños e importancia económica

Los daños que causan los adultos son los de mayor importancia, el ataque de las ninfas es menos drástico (6,8,16). Las plantas infestadas por salivazos presentan al principio pequeñas manchas blanquecinas o cloróticas alrededor de las picaduras que hace el insecto para alimentarse; estas manchas gradualmente aumentan de tamaño y se necrosan, provocando el secamiento del follaje (6,8).

Al alimentarse el adulto inyecta sustancias cáusticas en el tejido, las cuales ocasionan la disolución del parénquima foliar. La saliva del insecto también contiene enzimas amilolíticas y oxidantes, varios aminoácidos que tienen un efecto tóxico y acción sistémica en el tejido de la planta (6).

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. Carrillo (4) menciona que existe una reducción en la producción alrededor del 9.33 % (11 ton/ha). Flores (11) indica que existe una merma de 5 a 8 ton/ha. En un experimento efectuado en Trinidad se observó que una quemazón moderada redujo la producción de azúcar en un 40 % en comparación con un testigo sano (16).

### 3.1.2.6. Control

En los últimos años el principal método de control de chinche salivosa ha sido utilizando productos químicos. Flores (11) recomienda: el uso de productos químicos como Malathion 4% y BHC 3% para control de ninfas y adultos aplicados cada 20 días. Recientemente se ha introducido el control biológico por medio de entomopatógenos. El control cultural y físico se



han quedado al margen. El manejo integrado de esta plaga se ha empezado a practicar en áreas piloto a nivel experimental y demostrativo.

En el caso de pastos la medida de control físico más efectiva para la chinche salivosa es la quema, lográndose la recuperación de los pastizales fuertemente dañados. Valerio citado por Carrillo (5) encontró que la quema de los pastos atacados por chinche salivosa, reduce notablemente la viabilidad de los huevos por efecto del calor.

Entre los agentes entomopatógenos que atacan los salivazos, el de mayor importancia es el hongo *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin. También se presenta un hongo del género *Entomophthora* (6). González citado por Coronado (8) descubrió el hongo *Entomophthora coronata* destruyendo adultos de chinche salivosa.

El control cultural comprende todas las prácticas agronómicas que tienen por objeto proporcionarle a las plantas condiciones favorables para su desarrollo y que pueden contribuir a darle una mayor capacidad de tolerancia a los ataques de la plaga y las medidas que tienden a crear un ambiente menos favorable para el desarrollo del insecto (6).

### 3.1.3. Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos juegan un papel importante, como un agente controlador o como un factor natural de mortalidad que garantiza la protección de los cultivos (13,15).

Como otros agentes biológicos controladores de plagas, el hongo entomopatógeno puede ser usado en tres formas diferentes para el control de insectos. Los métodos de control son: colonización, insecticida microbial y control integrado. El método de control será determinado por las características del hongo y del insecto plaga (13,15).

Las ventajas de los agentes biológicos controladores de plagas son: Su alto grado de especificidad para el control de plagas, poco o casi ningún efecto en insectos benéficos y al hombre, ausencia de resistencia del insecto, y la ausencia de residuos en el ambiente (13).

La mayoría de publicaciones de hongos que parásitan insectos discuten de Entomophthora, Beauveria Metarhizium, o Aspergillus. Estos son los géneros más encontrados naturalmente (15).

### 3.1.3.1. Formulación y aplicación de hongos entomopatógenos

Las esporas del hongo pueden ser aplicadas en polvos, rociadas o en gránulos. La mejor formulación depende de la especie de hongo. Usualmente se ha intentado la colonización con poco inculo y en forma de insectos enfermos o material cultivado. La época de aplicación deberá coincidir con la presencia de la etapa susceptible del hospedero, pero también deberá tomarse en cuenta las condiciones ambientales (13,15).

La luz ultravioleta disminuye la eficiencia del Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin siendo más recomendables aplicar en horas muy tempranas de la mañana o desde la 15:00 hrs en adelante, utilizando una mezcla no menor de 40 lt/ha en aplicaciones aéreas (1,5).

Carrillo (5), recomienda que la dosis del hongo sea de 350 gr. de conidias/ha, agregándole el surfactante adherente Extravon (50 ml/100 lt de mezcla).

### 3.1.3.2. Patogenicidad y Virulencia

Patogenicidad se relaciona como la habilidad de un microorganismo de producir enfermedades en hospederos. Virulencia es el grado o capacidad de vencer la resistencia específica del hospedero. La virulencia varía en diferentes condiciones físicas, tales como

temperatura y humedad. Estos factores controlan el grado en el cual la virulencia puede ser expresada (12,13).

### 3.1.3.3. Epizootia

Este término se refiere cuando hongos entomopatógenos aparecen consistentemente en poblaciones de insectos en niveles bajos y en un momento pueden ocurrir aumentos repentinos, de grandes proporciones de la población de insectos donde los niveles de incidencia de la enfermedad son altos y particularmente el impacto en la reducción del número de hospederos (10,15).

Un entendimiento del porqué y como ocurre la epizootía natural, indicaría como un hongo puede ser usado más eficientemente en el control microbial (15).

Virtualmente las mayores experiencias en el campo de entomología es la presencia espontanea de epizootías de enfermedades fungosas que diezman dramáticamente grandes poblaciones de insectos (15).

### 3.1.4. Control biológico de chinche salivosa con *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin.

El control microbiano de insectos se puede definir como la utilización de microorganismos efectuada por el hombre con objeto de controlar otras especies. En entomología, el control microbiano es una de las técnicas que se emplean en el control biológico de insectos (13).

En condiciones de campo se han encontrado diversos enemigos naturales del salivazo, los cuáles atacan al insecto en sus diferentes estados de desarrollo. Se han identificado algunos microhimenópteros parásitos de huevos, varios insectos arácnidos y vertebrados depredadores de

ninfas y adultos. Se destaca el hongo *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin el cual es promisorio como agente de control biológico (1,6).

#### 3.1.4.1. Clasificación taxonómica del hongo *Metarhizium*

Clase:	Deuteromycetes
Sub-clase:	Hiphomycetidae
Orden:	Moniliales
Familia:	Moniliaceae
Género:	<i>Metarhizium</i>
Especie:	<i>M. anisopliae</i> (Metsch. Sorokin) (1,3,6)

El *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokin, es conocido con el nombre de muscardina verde debido al color que toma al esporular. Se le ha encontrado en diversas regiones de Trinidad, Venezuela, Brasil y Centro América (1,6).

#### 3.1.4.2. Modo de acción

El hongo puede infectar a los salivazos por vía oral en el intestino, también por los espiráculos y a través de los integumentos (1,6).

Los estados de desarrollo del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, en el proceso infectivo son: (1,6)

- Esporas infectivas externas, las cuales producen el tubo germinativo.
- Células apresoras formadas a partir del tubo germinativo, contra la superficie de la cutícula, que producen estaquillas penetrantes a través de la epicutícula.

- Placas penetrantes subepicuticulares que producen hifas que dan origen a los cuerpos hifales penetrantes.
- Cuerpos hifales penetrantes con tabiques regulares e irregulares que originan la hifa que penetran la procutícula hasta el celoma.
- Cuerpos hifales celómicos sueltos producidos por hifas penetrantes, los cuales circulan en la hemolinfa, germina y producen nuevas hifas, diseminando así el hongo en la cavidad del cuerpo.
- Clamidosporas producidas después de la muerte del hospedante, las cuales pueden mantener el hongo en un estado viable dentro del cuerpo del hospedante.

Los síntomas observados en los insectos infectados incluyen principalmente la pérdida de apetito, pasividad y reducción de los movimientos hasta que finalmente cesa de alimentarse y permanece inactivo. Las ninfas dejan de producir la espuma característica. Las hembras interrumpen la oviposición. Estos síntomas se hacen evidentes alrededor de 3 a 4 días después de que el insecto entra en contacto con las esporas (1,6).

Después de muerto el insecto, comienzan a aparecer las hifas del hongo hasta que lo recubren, envolviéndolo en una masa blanca esponjosa, posteriormente ocurre la esporulación cuando el hongo adquiere su color verde característico (1,6).

El hongo al encontrar condiciones favorables de humedad y temperatura germina sobre el insecto produciendo un tubo germinativo en un tiempo mínimo de 12 horas en un rango de temperatura de 23 a 30<sup>0</sup>c y una humedad relativa superior al 70% (3).

### 3.1.4.3. Ciclo básico de infestación

Todo el proceso infeccioso tiene una duración de alrededor de 10 días, el cual se describe a continuación: (1,6)

- Germinación de las esporas y penetración de las hifas (3 a 4 días)
- Invasión de tejidos del hospedante por el micelio (2 a 3 días)
- Esporulación e inicio de un nuevo ciclo infeccioso (2 a 3 días)

### 3.2. MARCO REFERENCIAL

#### 3.2.1. Descripción del área de estudio

La finca San Patricio está ubicada geográficamente en el municipio de La Democracia del departamento de Escuintla, al suroeste del departamento, a 104 km. de la ciudad capital. Está a una altura entre los 70 a 50 msnm, 14<sup>o</sup>08'12" Latitud Norte, 90<sup>o</sup>58'58" Longitud Oeste (12).

El acceso es por carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Amelia (Km. 99) y de ésta hacia la finca por medio de un camino de terracería (2 km.) (12).

La finca está ubicada en la cuenca del río Achíguate de la vertiente del Pacífico. La zona de vida de esta región es bosque húmedo sub-tropical cálido. La fisiografía predominante de gran paisaje pertenece a las llanuras costeras (14).

Según Thornthwaite, el clima de la región presenta las características siguientes: Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco (14).

Las condiciones climáticas de la región son: temperatura media anual de 27 a 28 °C, precipitación media anual entre los 1500 a 1600 mm, y humedad relativa anual promedio de 60 a 80 % (14).

Según Simmons, los suelos de la región pertenecen a los del litoral del pacifico, los cuales son arenosos y bien drenados; de la serie de los suelos de Tiquisate y Bucul (14).

#### 3.2.2. Control microbial con el uso de hongos entomopatógenos en Guatemala

Para el control de insectos del suelo, como gallina ciega (*Phyllophaga sp*), gusano alambre (*Conoderus sp*), y chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) se ha utilizado el hongo *Beauveria bassiana* (Bals). Este también se ha usado para controlar la broca del café (*Hipotenemus hampei*) (13).

El hongo Nomuraea rileyi (Farlow) se ha utilizado para controlar el falso medidor (Trichoplusia nii), gusano soldado (Spodoptera exigua), prodenia (S. sunia) (12). Durante 1980/81 y 1982/83, se diseminaron M. anisopliae (Metsch.) Sorokin y Entomophthora, para controlar la chinche salivosa (Aeneolamia sp) en el cultivo de la caña de azúcar.(13).

### 3.2.3. Experiencias del uso de Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin para control biológico de chinche salivosa.

Mendonça citado por Carrillo (4) menciona que en Brasil son más de 600,000 has. de caña, que han sido tratadas con Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin, para el control de chinche salivosa, constituye el mayor proyecto microbiano en el mundo.

En Costa Rica, se aplicaron 964.5 ha con M. anisopliae (Metsch.) Sorokin, consiguiendo un parasitismo de 14 a 28 %, la dosis aplicada estuvo alrededor de 0.33 kg./ha (9).

Veiga en 1979 reporta un 65 a 96 % de control de Aeneolamia selecta en pastizales de Brasil, utilizando M. anisopliae (Metsch.) Sorokin (5).

Montes (13) menciona que en 1993 se alcanzó el 90 % de adultos muertos con una liberación de M. anisopliae (Metsch.) Sorokin para el control de chinche salivosa en el área cañera nacional.

Después de varios años de observación, Mendonça citado por Carrillo (5) encontró que Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin tiene como función atacar ninfas de chinche salivosa, las cuales mueren como ninfas o como adultos.



## 4. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL

- Determinar la eficiencia de tres cepas de hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin en el manejo de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk.), en el cultivo de caña de azúcar.

### 4.2. ESPECÍFICOS

- Determinar que cepa del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ejerce mejor efecto de control sobre poblaciones de ninfas de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk).
- Determinar que dosis de hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin es la adecuada y causa la mayor epizootia sobre las poblaciones de ninfas de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk).

## 5. HIPÓTESIS

- Ho:** No existe diferencia en la capacidad patogénica de las cepas de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ni en las dosificaciones evaluadas.
- Ha:** Al menos una cepa o dosificación presenta un parasitismo distinto en las ninfas de chinche salivosa.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El área experimental se ubicó en finca San Patricio del municipio de La Democracia, del departamento de Escuintla. El lote se seleccionó con base en la información de niveles de la plaga en años anteriores y se realizaron muestreos previos para la aplicación de Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin.

### 6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se realizó con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. El arreglo de los tratamientos fue factorial combinatorio 3 x 4, debido a la combinación de las tres cepas y cuatro dosis.

### 6.3. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental bruta fue 10 surcos de 10 m de largo ( $150 \text{ m}^2$ ), la unidad experimental neta fue de 4 surcos de 10 mt de longitud ( $60 \text{ m}^2$ ), donde se realizaron los muestreos.

### 6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Las cepas que se utilizaron en la evaluación, fueron proporcionadas por CENGICAÑA, las cuales fueron seleccionadas con base en sus características de producción, a previa evaluación.

La cepa PL-43 fue elegida por su capacidad productiva. Esta cepa fue aislada en un campo de Ingenio Magdalena, en el cual se aplicó la cepa PL-43 procedente de Brasil. (Cuadro 4)

CUADRO 4. Tratamientos utilizados en la evaluación.

TRATAMIENTO	CEPA	DOSIS	
		gr/ha	Conidios/ha
1	PL-43	75	$2.78 \times 10^{12}$
2	PL-43	25	$4.68 \times 10^{12}$
3	PL-43	175	$6.50 \times 10^{12}$
4	PL-43	225	$8.35 \times 10^{12}$
5	CG93-8	68	$2.78 \times 10^{12}$
6	CG93-8	114	$4.68 \times 10^{12}$
7	CG93-8	160	$6.50 \times 10^{12}$
8	CG93-8	205	$8.35 \times 10^{12}$
9	CG93-10	75	$2.78 \times 10^{12}$
10	CG93-10	125	$4.68 \times 10^{12}$
11	CG93-10	175	$6.50 \times 10^{12}$
12	CG93-10	224	$8.35 \times 10^{12}$

## 6.5. MUESTREOS

La unidad muestral fue de cuatro sub muestras, que se obtuvieron en los 4 surcos centrales tomando 2 metros (m) de largo por sub muestra (2-3 cepas). Los muestreos tuvieron una periodicidad de 7 días entre muestreo, a los 0, 7, 14, 21 y 28 días después de aplicado el hongo.

En cada punto de muestreo se hicieron conteos de:

- adultos vivos
- adultos infectados o muertos por efecto del hongo Metarhizium anisopliae (Metsch.)

#### Sorokin

- ninfas vivas
- tallos en los 2 metros Como insectos muertos por hongo se tomaron aquellos que mostraron la presencia del mismo en fase micelial y en fase de esporulación.

### 6.6. APLICACIÓN

El método que se utilizó fue **aspersión terrestre**, en la cual la mezcla de agua más hongo y adherente (Extravón) se dirigió a la base de los tallos de la caña, por ambos lados del surco.

#### CUADRO 5. Características de aplicación.

Equipo	Mochilas mecánicas
Boquilla	TJ 8002
Vol. Mezcla	7.33 lt/parcela 159 lt/ha.
No. aplicaciones	1
Hora Aplicación	6:00 --- 9:00 15:00 --- 18:00

### 6.7. VARIABLES DE ESTUDIO

- Nivel de ninfas por tallo
- Nivel de adultos por tallo
- Nivel de adultos muertos por tallo
- % Mortalidad

Registro diario de temperatura y precipitación

### 6.8. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para analizar la información se realizó un análisis de varianza, tipo factorial por variable y por muestreo, se realizó la prueba de medias de Tukey al 0.10 de significancia entre variables de respuesta de los tratamientos, considerando ese nivel de probabilidad de error como adecuado para las condiciones del estudio.

Para la variable de % de mortalidad se realizó la transformación de arcoseno  $\sqrt{X}$ , debido a que su distribución original no fue normal.

Se realizó un análisis de regresión para cada variable de respuesta con respecto al tiempo, determinando los límites de confianza (cuadro 11A.).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. EVALUACIÓN DE CEPAS

Para poder determinar que cepa de hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin es mas efectiva para el control de chinche salivosa se procedió al estudio de las siguientes variables:

**7.1.1. Ninfas vivas por tallo:** Para esta variable no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas (cuadro 12A). Esto particularmente es importante para el muestreo 1, antes de aplicar, lo cual indica que al momento de hacer la aplicación había uniformidad de distribución de la plaga en las parcelas. En la figura 2, se observan los modelos matemáticos y sus gráficas que explican el comportamiento de las cepas con respecto a ninfas por tallo. Si analizamos las curvas podemos observar un ligero efecto de la cepa CG 93-10 sobre las otras cepas evaluadas y se ve la reducción de las ninfas por tallo a través del tiempo en las tres cepas evaluadas.

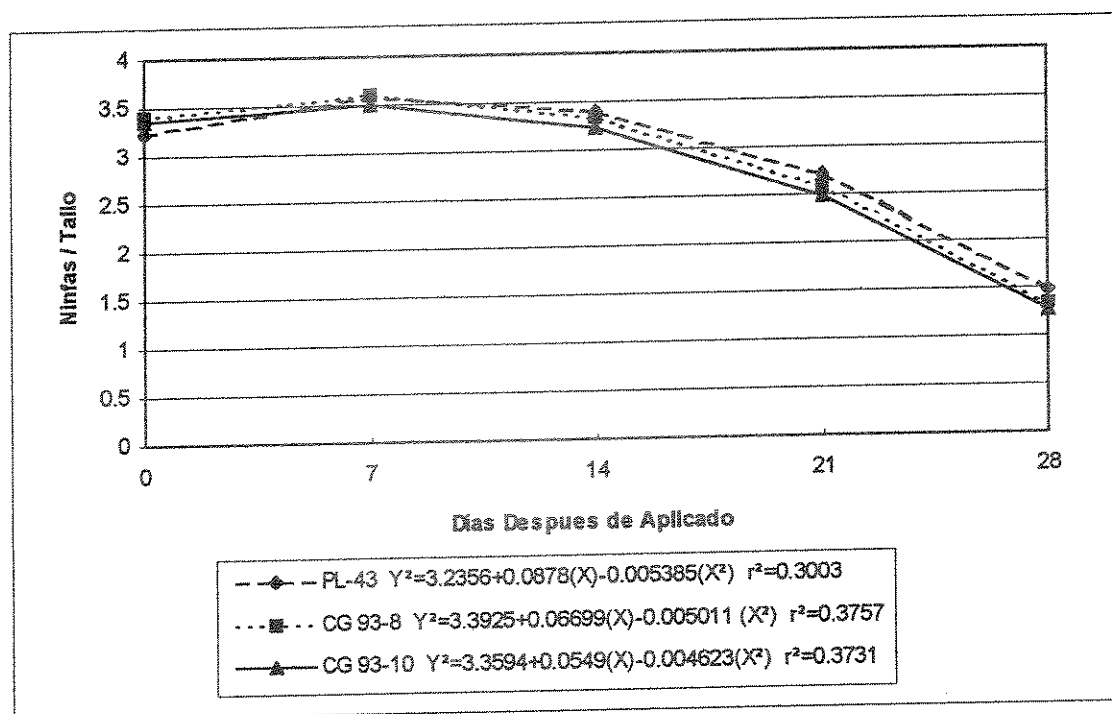


Figura 2. Efecto de las Cepas sobre la variable ninfas/tallo. Modelo de Regresión Cuadrático.

7.1.2. Adultos vivos por tallo: Con respecto a esta variable no hubo significancia en los análisis de varianza (cuadro 13A). La figura 3 expresa el efecto de las cepas sobre los adultos por tallo donde se puede apreciar la reducción de población a partir del segundo muestreo (siete días después de la aplicación) en magnitudes similares para las tres cepas.

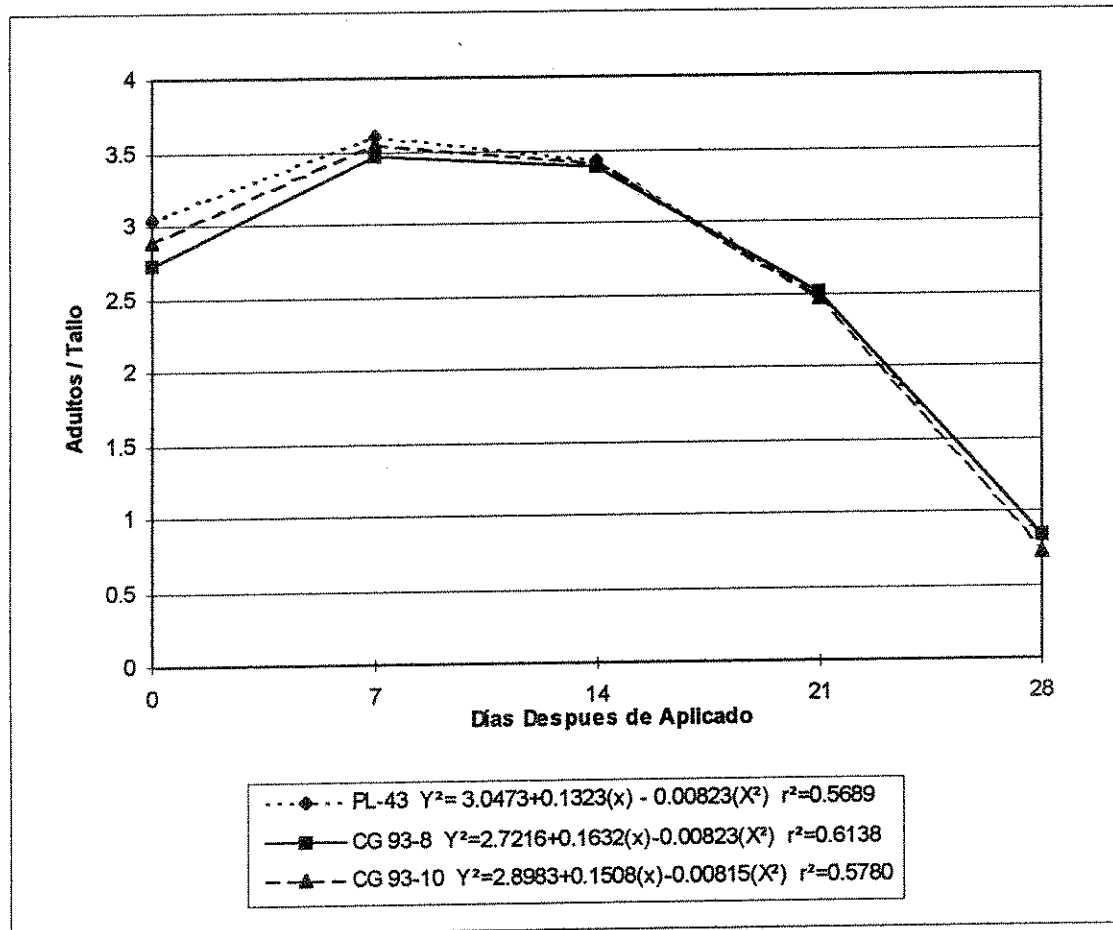


Figura 3. Efecto de las cepas sobre la variable adultos/tallo. Modelo de Regresión Cuadrático

**7.1.3. Adultos muertos por tallo:** No hubo significancia en los análisis de varianza (cuadro 14A), y en la figura 4 podemos observar el comportamiento de los modelos matemáticos y sus gráficas del efecto de las cepas sobre los adultos muertos, siendo PL-43 la cepa con mayor efecto sobre la población de adultos.

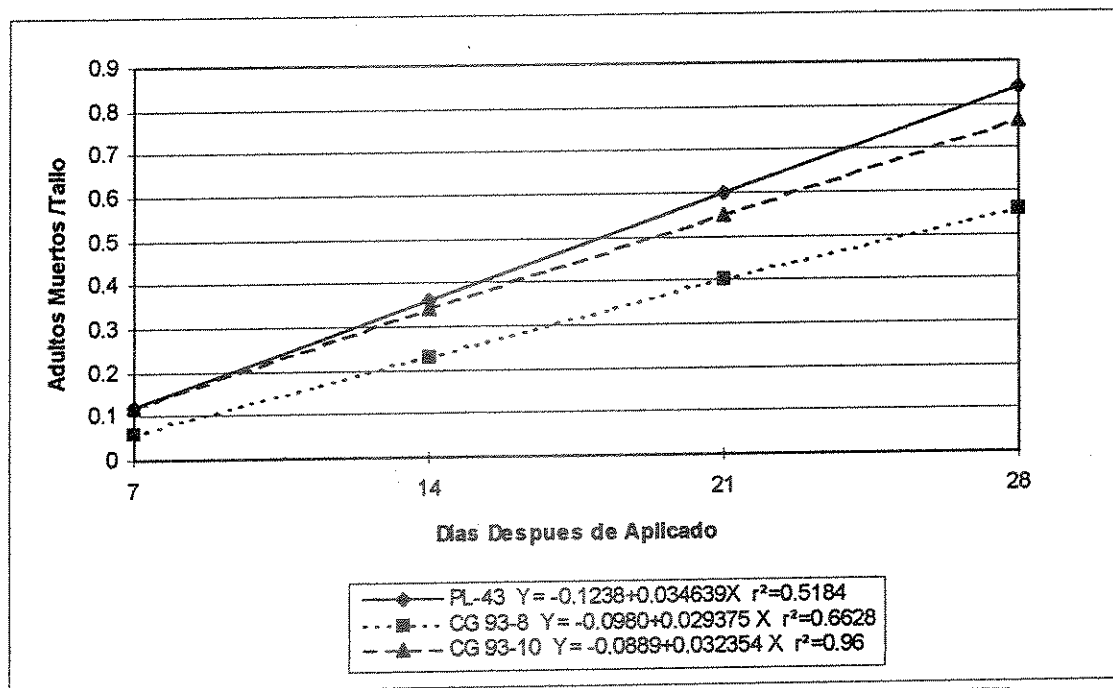


Figura 4. Efecto de las cepas sobre los adultos muertos/tallo. Modelo de Regresión Lineal.

**7.1.4. El porcentaje de mortalidad de adultos:** Muestra el efecto de control ejercido por cada cepa y en los análisis de varianza (cuadro 15A) mostró significancia al 0.10 en el muestreo de 14 días después de aplicado el hongo y la cepa que mostró mayor % de mortalidad fue la CG 93-10. (Cuadro 6).



**CUADRO 6.** Comparación múltiple de medias de Tukey de porcentaje de mortalidad de adultos de chinche salivosa. promedios de cepas de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin en el muestreo de 14 días después de aplicado valores transformados.

No.	Cepa	Valor real	Valor transformado	Grupo Tukey *
3	CG 93-10	5.60	14.276	A
1	PL-43	4.11	12.765	A B
2	CG 93-8	4.00	11.643	B

- Medias con la misma letra no representan diferencias estadísticamente significativas.

La figura 5 presenta los modelos Matemáticos y sus gráficas que representan al porcentaje de mortalidad de adultos con respecto a las cepas y se observa que la cepa CG93-10 tiene el mejor efecto en mortalidad.

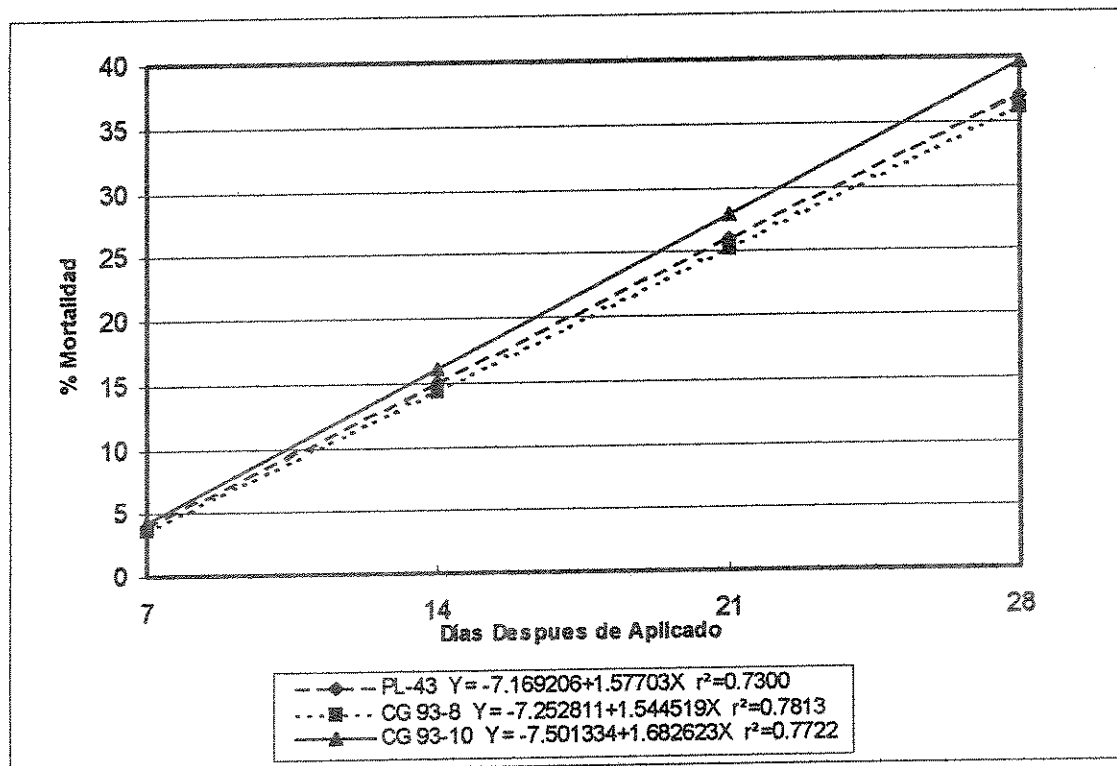


Figura 5. Efecto de las cepas sobre el porcentaje de mortalidad de adultos. Modelo de Regresión Lineal

## 7.2. EVALUACIÓN DE DOSIS

Para establecer la dosis de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin más efectiva para el control de chinche salivosa se analizaron las siguientes variables:

**7.2.1. Ninfas por tallo:** Para esta variable no se tuvo significancia estadística en el análisis de varianza (cuadro 12A), la figura 6 presenta los modelos que explican el comportamiento de las dosis con respecto a esta variable, donde se puede observar la reducción de la población de ninfas por tallo a través del tiempo.

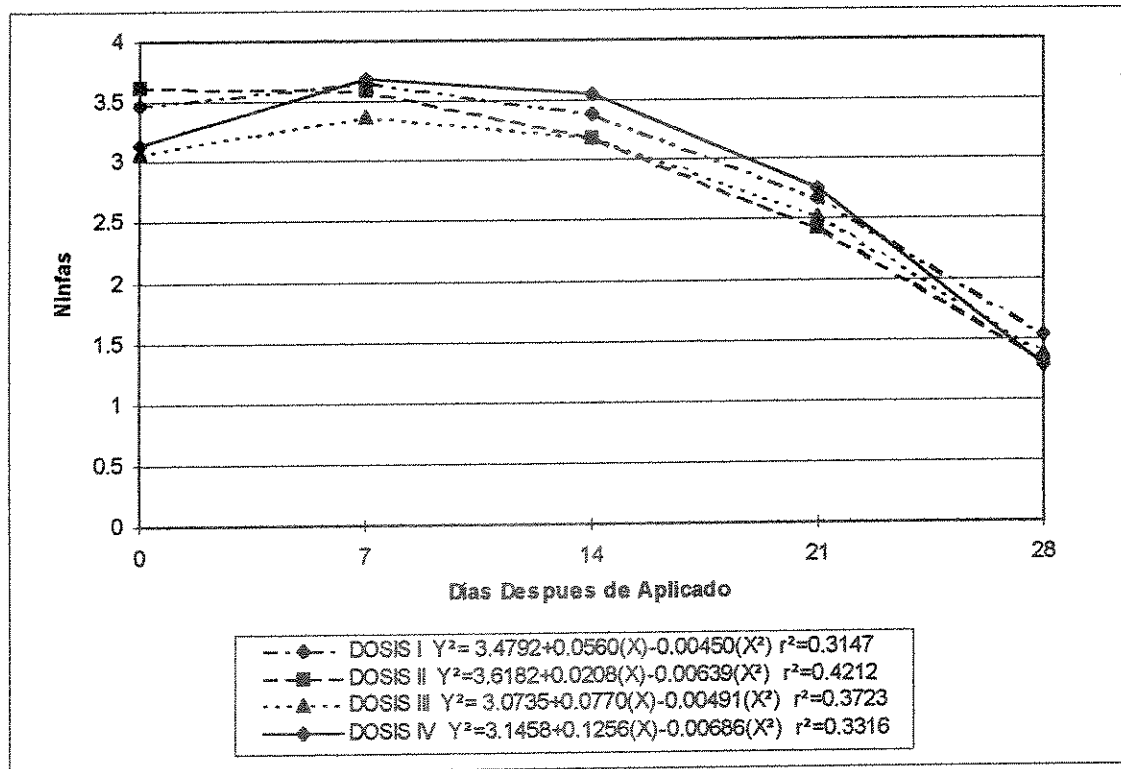


Figura 6. Efecto de las dosis sobre la variable ninfas/tallo. Modelo de Regresión Cuadrático.

**7.2.2. Adultos vivos por tallo:** Se obtuvo significancia al 0.10 en el análisis de varianza (cuadro 13A) sobre el factor dosis en el muestreo a 14 días después de aplicado. En el cuadro 7 se presenta la prueba de las medias y se observa que la mejor dosis fue  $4.64 \times 10^{12}$ .

CUADRO 7. Comparación múltiple de medias de Tukey de adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Promedios de dosis de Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin en el muestreo de 14 días después de aplicado.

No.	Dosis	Medias	G. Tukey *
4	$8.35 \times 10^{12}$	4.1239	A
3	$6.50 \times 10^{12}$	3.8109	A B
1	$2.78 \times 10^{12}$	3.5828	A B
2	$4.64 \times 10^{12}$	3.3486	B

\*Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En la figura 7 se presentan los modelos Matemáticos y las gráficas de la dosis con respecto a los adultos de chinche salivosa. Donde se observa el comportamiento de la reducción poblacional.

**7.2.3. Adultos muertos por tallo:** Para dicha variable se tuvo significancia al 0.10 en el análisis de varianza factorial, (cuadro 14 A) sobre el factor de dosis siendo la dosis con mayor número de adultos muertos por tallo en la dosis  $8.35 \times 10^{12}$  conidios por hectárea. (Cuadro 8).

CUADRO 8. Comparación múltiple de medias de Tukey de adultos muertos por tallo de chinche salivosa promedios de dosis de Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin en el muestreo de 14 días después de aplicado.

No.	Dosis	Media	G. Tukey *
4	$8.35 \times 10^{12} 0.253$	A	
1	$2.78 \times 10^{12} 0.151$	A	B
2	$4.64 \times 10^{12} 0.151$	A	B
3	$6.50 \times 10^{12} 0.135$		B

\*Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas

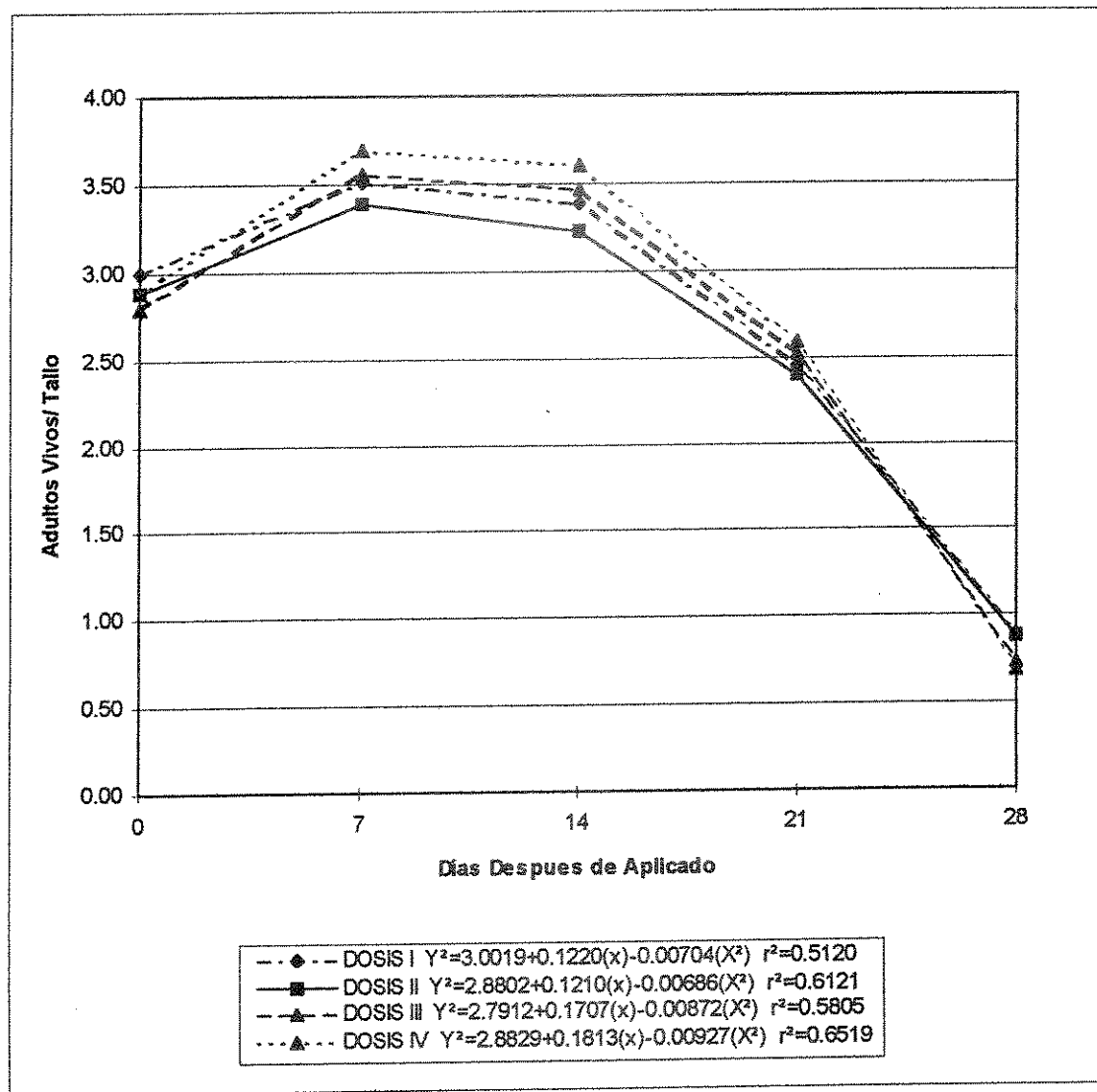


Figura 7. Efecto de las dosis sobre la variable adultos/tallo. Modelo de Regresión Cuadrático.

Comparando los resultados obtenidos con las variables adultos vivos y muertos, podemos observar que la dosis de  $8.35 \times 10^{12}$  conidios fue la que obtuvo mejor incidencia de individuos muertos en el muestreo de 14 días después de aplicado. Esto pareciera indicar una situación

contradictoria ya que a esa dosis se registró la mayor cantidad de adultos vivos pero analizando el fenómeno sugiere que a mayor presencia de plaga, mejor será el efecto del hongo, obteniendo mayor mortalidad.

La figura 8 presenta el comportamiento de la dosis con respecto a los adultos muertos donde se guarda la relación que a mayor dosis hay mayor mortalidad de adultos.

**7.2.4. Porcentaje de mortalidad de adultos:** Esa variable refleja qué dosis provocó mejor efecto relacionando individuos muertos con respecto a población total. Se presentó significancia al 0.10 en el análisis de varianza (cuadro 15A) sobre el factor de dosis. La dosis de  $8.35 \times 10^{12}$  conidios por hectárea fue la que causó mayor porcentaje de mortalidad. Cuadro 9, donde se puede observar que el máximo porcentaje de mortalidad alcanzado para el muestreo se 14 días después de aplicado es de un 5.96 % que es mas bajo de lo reportado pro DIECA (9) donde alcanzaron parasitismos del 14 y 28 %, pero en el muestreo de 28 días después de la aplicación se tuvieron porcentajes de 44.33 % de mortalidad sin presentar diferencias estadísticas.

CUADRO 9. Comparación múltiple de medias de Tukey de porcentaje de mortalidad de adultos de chinche salivosa. Promedios de dosis de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin en muestreo de 14 días después de aplicado valores transformados.

No.	Dosis	Valor real	Valor Transformado	G. Tukey *
4	$8.35 \times 10^{12}$	5.96	14.973	A
2	$4.64 \times 10^{12}$	4.46	12.747	A B
3	$6.50 \times 10^{12}$	3.61	12.029	A B
1	$2.78 \times 10^{12}$	4.25	11.829	B

\* Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

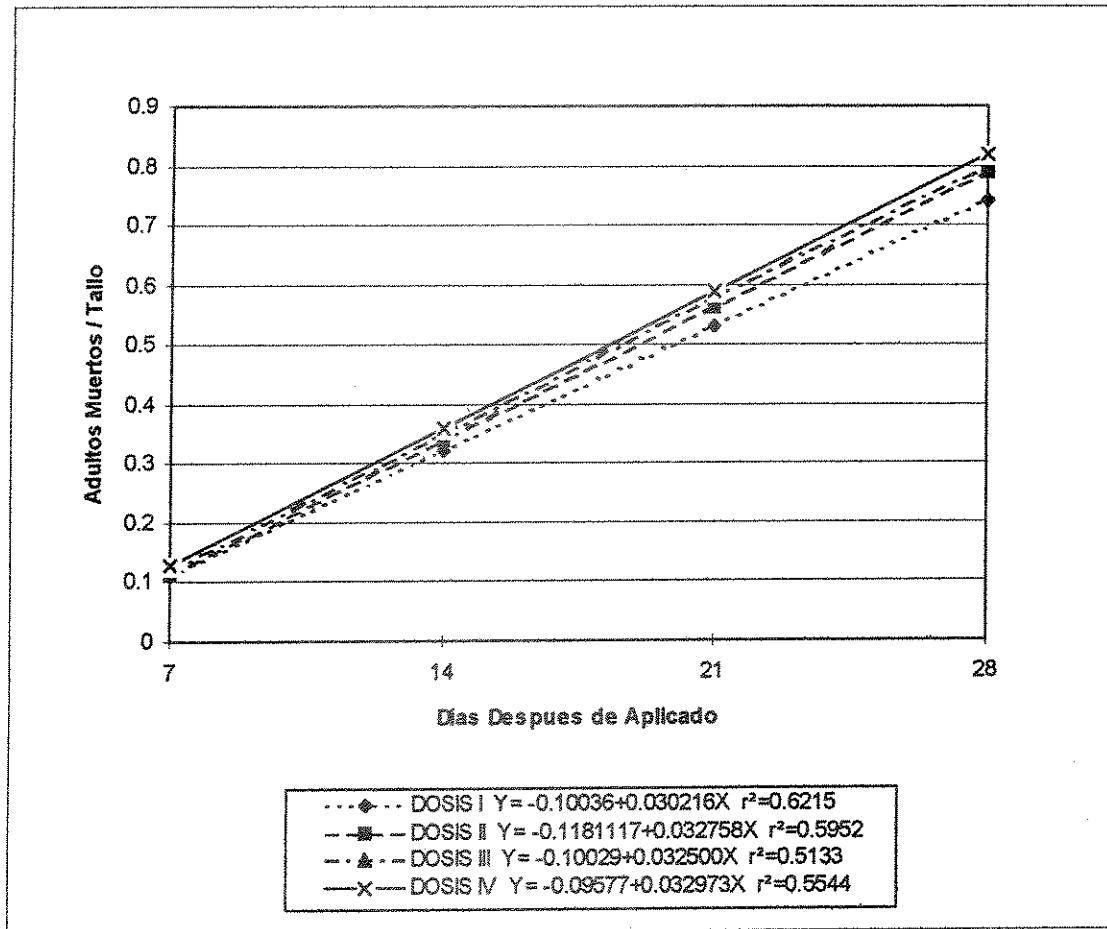


Figura 8 Efecto de las dosis sobre la variable adultos muertos/tallo.  
Modelo de Regresión Lineal.

La figura 9 expresa el comportamiento de las dosis con respecto al porcentaje de mortalidad donde las tendencias curvas reflejan la relación directamente proporcional (a mayor dosis más mortalidad)

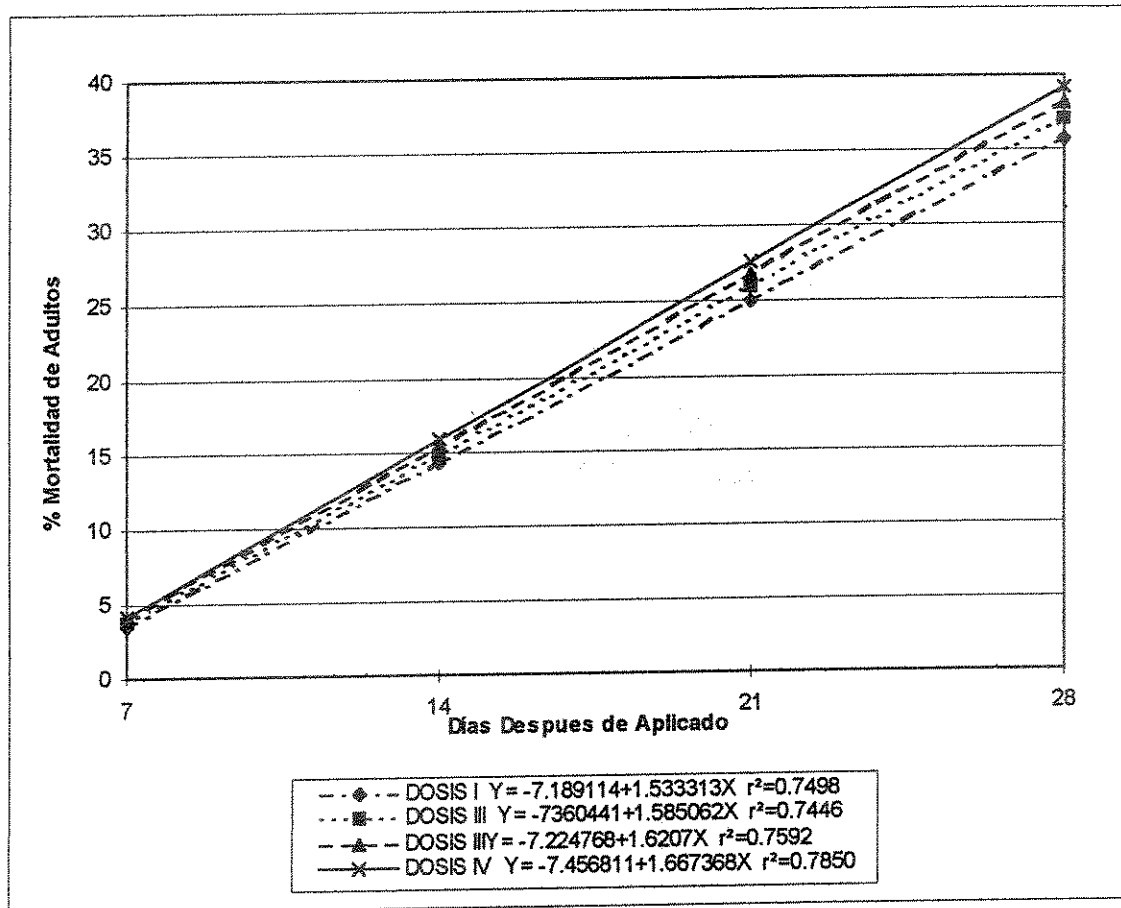


Figura 9. Efecto de las dosis sobre el porcentaje de mortalidad de adultos. Modelo de Regresión Lineal.

### 7.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Factor importante para el desarrollo de cualquier organismo como el caso de plagas y entomopatógenos son las condiciones climáticas las cuales favorecen o contribuyen al establecimiento. En el tiempo transcurrido para la investigación se tuvieron características favorables. (Cuadro 10)

Cuadro 10. Datos climáticos acumulados por semana durante la realización del experimento de cepas y dosis Finca San Patricio, La Democracia, Escuintla, 1993.

SEMANA	TEMPERATURA			Precipitación mm
	Max	Min	Med	
01 al 07/set	33.20	23.20	28.20	29
08 al 14/set	34.00	23.14	28.50	95
15 al 21/set	30.14	23.86	27.00	151
22 al 28/set	31.86	23.86	27.86	72
29 al 05/oct	31.29	22.29	26.70	76

FUENTE: Toma diaria durante el periodo del experimento.

Relacionado con la temperatura los rangos a que se mantuvo la máxima y la mínima están en el rango para el buen desarrollo del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ( figura 10), esto concuerda con Azañón (3), que menciona que la temperatura favorable para el desarrollo del hongo oscila entre 23 a 30 °c.

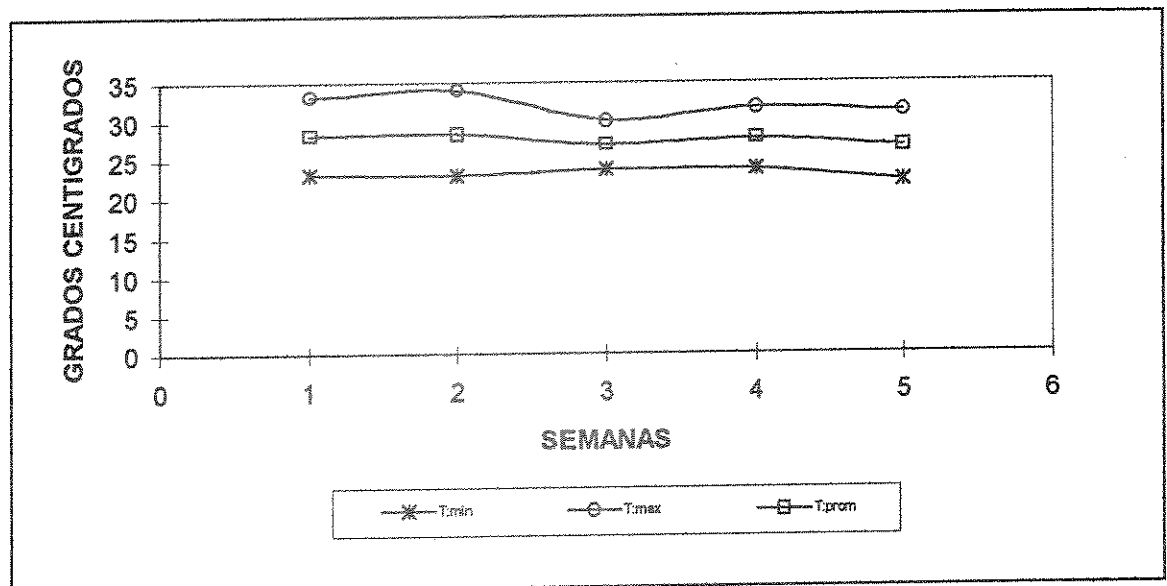


Figura 10. Curvas de Temperatura en °C en el área de ensayo



Lo que podemos apreciar es que en el período que se realizó el estudio llovió frecuentemente existiendo alta humedad en el ambiente (figura 11) lo cual es favorable para el desarrollo del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin y son condiciones ideales para que se desarrolle la plaga, las precipitaciones que se presentan son datos acumulados por semana durante el periodo del experimento.

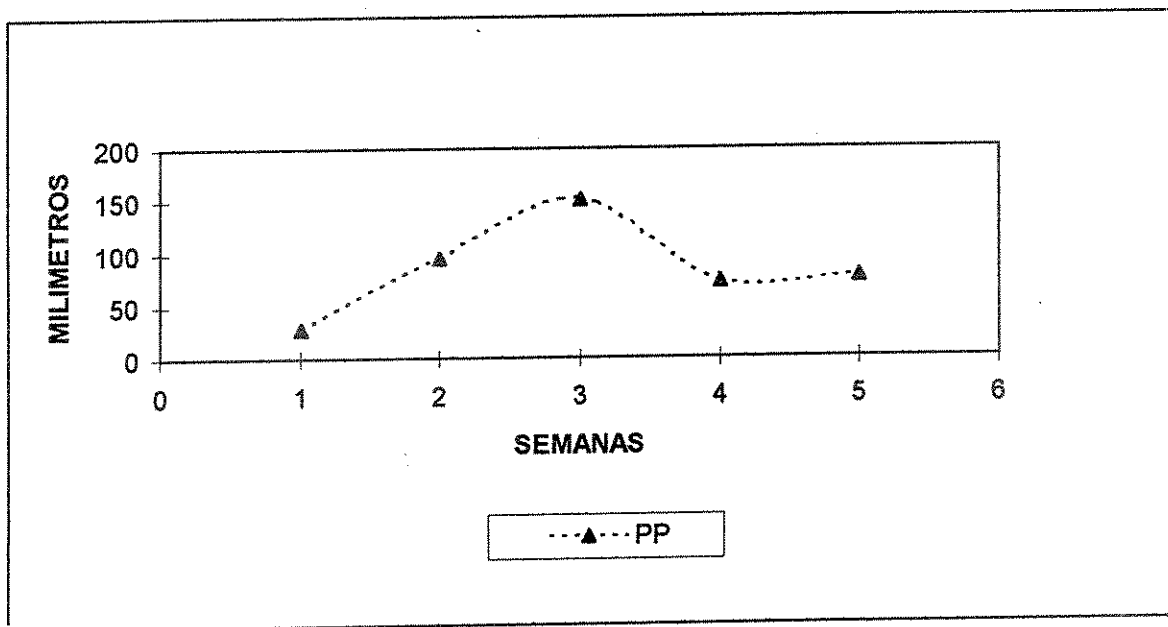


Figura 11. Curva de Precipitación en el área de ensayo

## 8. CONCLUSIONES

1. Las cepas de hongo Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin evaluadas presentaron un efecto similar de control de ninfas de chinche salivosa Aeneolamia postica (Walk), sin ocurrir diferencias significativas entre cepas.
2. En el muestreo de 14 días después de aplicado el hongo, la cepa CG 93-10 presentó diferencias estadísticamente significativas sobre el porcentaje de mortalidad de adultos de chinche salivosa Aeneolamia postica (Walk) valor de 5.60 %. En el muestreo de 28 días después de la aplicación se alcanzaron porcentajes del 41 al 43 % de mortalidad sin existir diferencias entre cepas.
3. La dosis que causó mejor efecto para las variables, adultos por tallo, adultos muertos por tallo y porcentaje mortalidad fue la dosis de  $8.35 * 10^{12}$  conidios por hectárea. ( la dosis mayor evaluada).



## 9. RECOMENDACIONES

1. El uso de *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin es efectivo para el control de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (Walk). pero debe ser un componente mas en el esquema del manejo integrado de la plaga.
2. Seguir evaluando cepas nativas para poder conseguir material más virulento de *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVES, S.B. 1986. Control microbiano de insectos. Sao Paulo, Brasil, MONOLE. 407 p.
2. ASOCIACIÓN DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1994. Informe anual 93/94 Guatemala. 26 p.
3. AZAÑÓN, V.M. 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 Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 46 p.
4. CARRILLO, E. 1993. Estudio preliminar sobre perdidas en tonelaje y rendimiento de azúcar por el daño de chinche salivosa. Escuintla, Guatemala, CENGICA Departamento de entomología, s.p.
5. -----, 1994. Programa de manejo integrado de la chinche salivosa (Aeneolamia sp) en caña de azúcar. Guatemala, CENGICA, Departamento de Entomología. s.p.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Biología y control de la cinche salivosa. Cali, Colombia, CIAT. 51 p.
7. CONTRERAS LEIVA, J.C. 1993. Diagnostico 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. 30 p.
8. CORONADO, R.P. 1978. Memorias de la campaña contra la mosca pinta. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicas, Dirección General de Sanidad Vegetal. 126 p.
9. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1991. Informe anual de labores de 1990. San José, Costa Rica. p. 50 - 60.
10. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Manejo y control de plagas e insectos. Trad. Modesto Rodríguez de la Torre. 3 ed. México, Limusa. 522 p.
11. FLORES, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. p. irr.

12. GUATEMALA . INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1979. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional, tomo 1-2.
13. MONTES, M.C. 1992 Control biológico de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) utilizando hongos entomopatógenos en el cultivo del maíz (Zea mays) en el parcelamiento La Máquina Tesis Ing. Agr. Quetzatenango, Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, Facultad de Agronomía. 40 p.
14. NUFIO R, W. 1982. Caracterización preliminar de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
15. ROBERTS, D.W. 1971 Use of fungi for microbial control of insects. In Microbial control of insects and mites. H.D. Burges and W. Hussey. eds. London, Academic Press. p. 125-149
16. TECNICAÑA (Col.) 1996. El Cultivo de la caña de azúcar. Colombia, Editorial XYZ. 473 p.

*Vo. Bo.*  
  


## 11. APÉNDICE

CUADRO 11 A Resumen de análisis de regresión  
para las variables de estudio.

ADULTOS VIVOS POR TALLO

MODELO:  $Y^2 = b + ax + cx^2$ 

PL-43	L. CONFIANZA		CG 93-8	L. CONFIANZA		CG 93-10	L. CONFIANZA	
b: 3.047391	3.1822	2.912591	b: 2.721618	2.84294	2.600298	b: 2.898314	3.03311	2.763514
a: 0.132325	0.1525	0.112105	a: 0.163216	0.18344	0.142898	a: 0.150822	0.17104	0.130602
c: -0.007547	-0.007	-0.008221	c: -0.08231	-0.00756	-0.008905	c: -0.008158	-0.00748	-0.008832
r <sup>2</sup> : 0.5689			r <sup>2</sup> : 0.6138			r <sup>2</sup> : 0.5780		

NINFAS VIVAS POR TALLO

MODELO:  $Y = b + ax + cx^2$ 

PL-43	L. CONFIANZA		CG 93-8	L. CONFIANZA		CG 93-10	L. CONFIANZA	
b: 3.235627	3.4178	3.053647	b: 3.392556	3.56106	3.224056	b: 3.359487	3.52799	3.190987
a: 0.087833	0.1148	0.060873	a: 0.086992	0.09597	0.03801	a: 0.054956	0.08394	0.025974
c: -0.005385	-0.004	-0.0063288	c: -0.005011	-0.00407	-0.005955	c: -0.004623	-0.00368	-0.0055866
r <sup>2</sup> : 0.3003			r <sup>2</sup> : 0.3757			r <sup>2</sup> : 0.3731		

ADULTOS MUERTOS POR TALLO

MODELO:  $Y = b + ax$ 

PL-43	L. CONFIANZA		CG 93-8	L. CONFIANZA		CG 93-10	L. CONFIANZA	
b: -0.1238	-0.081	-0.166936	b: -0.098023	-0.07106	-0.124983	b: -0.086995	-0.0528	-0.125391
a: 0.034639	0.0367	0.032617	a: 0.029375	0.03072	0.026027	a: 0.032354	0.03436	0.030332
r <sup>2</sup> : 0.5184			r <sup>2</sup> : 0.6628			r <sup>2</sup> : 0.5670		

PORCENTAJE DE MORTALIDAD

MODELO:  $Y = a + bx$ 

PL-43	L. CONFIANZA		CG 93-8	L. CONFIANZA		CG 93-10	L. CONFIANZA	
b: -7.169206	-5.914	-8.424194	b: -7.252811	-6.18789	-8.317731	b: -7.501334	-6.30835	-8.694314
a: 1.577703	1.6505	1.504911	a: 1.544519	2.1646	0.924439	a: 1.682823	2.37684	0.988403
r <sup>2</sup> : 0.7300			r <sup>2</sup> : 0.7813			r <sup>2</sup> : 0.7722		

ADULTOS VIVOS POR TALLO

MODELO:  $Y = b + ax + cx^2$ 

DOSIS I	L. CONFIANZA		DOSIS II:	L. CONFIANZA		DOSIS III:	L. CONFIANZA		DOSIS IV:	L. CONFIANZA	
b: 3.001922	3.1745	2.829378	b: 2.880292	3.01509	2.745492	b: 2.791296	2.95373	2.628862	b: 2.882918	3.03187	2.733984
a: 0.122068	0.1511	0.093086	a: 0.121003	0.14325	0.098761	a: 0.170756	0.18772	0.143796	a: 0.181328	0.20627	0.15839
c: -0.007048	-0.006	-0.0079916	c: -0.006865	-0.00819	-0.007539	c: -0.008724	-0.00805	-0.009396	c: -0.009278	-0.0086	-0.009952
r <sup>2</sup> : 0.5120			r <sup>2</sup> : 0.6121			r <sup>2</sup> : 0.5805			r <sup>2</sup> : 0.6519		

NINFAS VIVAS POR TALLO

MODELO:  $Y = b + b'ax + cx^2$ 

DOSIS I	L. CONFIANZA		DOSIS II:	L. CONFIANZA		DOSIS III:	L. CONFIANZA		DOSIS IV:	L. CONFIANZA	
b: 3.479230	3.7003	3.258158	b: 3.618227	3.81032	3.426137	b: 3.073591	3.24951	2.897677	b: 3.145856	3.37704	2.914674
a: 0.056097	0.0932	0.019027	a: 0.020896	0.05325	-0.011456	a: 0.077087	0.10674	0.047431	a: 0.125628	0.16472	0.086536
c: -0.00450	-0.003	-0.0057806	c: -0.003697	-0.00302	-0.004371	c: -0.004913	-0.00424	-0.005587	c: -0.008866	-0.0062	-0.00754
r <sup>2</sup> : 0.3147			r <sup>2</sup> : 0.4212			r <sup>2</sup> : 0.3723			r <sup>2</sup> : 0.3316		

ADULTOS MUERTOS POR TALLO

MODELO:  $Y = b + ax$ 

DOSIS I	L. CONFIANZA		DOSIS II:	L. CONFIANZA		DOSIS III:	L. CONFIANZA		DOSIS IV:	L. CONFIANZA	
b: -0.100366	0.2575	-0.45826	b: -0.118117	-0.07766	-0.158657	b: -0.100293	-0.0523	-0.1482818	b: -0.09577	-0.0509	-0.140591
a: 0.030261	0.0323	0.028239	a: 0.032758	0.03478	0.030736	a: 0.032500	0.0352	0.029804	a: 0.032973	0.035	0.030951
r <sup>2</sup> : 0.6215			r <sup>2</sup> : 0.5952			r <sup>2</sup> : 0.5133			r <sup>2</sup> : 0.5544		

PORCENTAJE DE MORTALIDAD

MODELO:  $Y = b + ax$ 

DOSIS I	L. CONFIANZA		DOSIS II:	L. CONFIANZA		DOSIS III:	L. CONFIANZA		DOSIS IV:	L. CONFIANZA	
b: -7.189114	-5.848	-8.530374	b: -7.380441	-5.95852	-8.782361	b: -7.224768	-5.84307	-8.608488	b: -7.456811	-6.1493	-8.764371
a: 1.533313	1.6075	1.459173	a: 1.585062	1.66594	1.504182	a: 1.620717	1.69486	1.548577	a: 1.667368	1.74151	1.593228
r <sup>2</sup> : 0.7498			r <sup>2</sup> : 0.7446			r <sup>2</sup> : 0.7592			r <sup>2</sup> : 0.7850		

Cuadro 12 A: Análisis de varianza tipo factorial para la variable Ninfas por Tallo.

MUESTREOS	ESTADISTICO	REPET.	CEPAS	DOSIS	CEP * DOS	ERROR
No. 1 0 Días de aplicado	CM	9.16	0.32	1.47	1.58	0.65
	PR>F		0.6128	0.1001	0.0475	
	CV	24.00%				
No. 2 7 Días después de aplicado	CM	10.77	0.1	0.49	0.46	1.03
	PR>F		0.8991	0.701	0.8389	
	CV	29.22%				
No. 3 14 días después de aplicado	CM	15.35	0.41	0.08	0.63	0.74
	PR>F		0.5822	0.9475	0.5428	
	CV	25.48%				
No. 4 21 días después de aplicado	CM	4.12	0.8	1.57	1.24	1.2
	PR>F		0.5197	0.2867	0.495	
	CV	42.11%				
No. 5 28 Días después de aplicado	CM	0.55	0.46	0.1	0.09	0.44
	PR>F		0.3706	0.8679	0.9737	
	CV	49.30%				
Combinado de todos los muestreos	CM	15.18	0.27	0.27	1.56	1.75
	PR>F		0.8529	0.8529	0.4998	
	CV	46.67%				

CUADRO 13 A: Análisis de varianza tipo factorial para la variable Adultos Vivos/Tallo

MUESTREOS	ESTADISTICO	REPET.	CEPAS	DOSIS	CEP * DOS	ERROR
Combinado de todos los muestreos	CM	6.85	0.19	0.19	1.07	1.65
	PR>F		0.8922	0.9498	0.691	
	CV	49.02%				
No. 1 7 Días después de aplicado	CM	1.68	0.03	0.14	0.71	0.69
	PR>F		0.9549	0.894	0.4274	
	CV	23.24%				
No. 2 14 días después de aplicado	CM	14.07	0.26	1.33	0.53	0.57
	PR>F		0.6352	0.0938	0.4848	
	CV	20.48%				
No. 3 21 días después de aplicado	CM	0.42	0.29	0.15	0.24	0.35
	PR>F		0.4456	0.7236	0.6603	
	CV	29.28%				
No. 4 28 Días después de aplicado	CM	1.66	0.13	0.05	0.02	0.1
	PR>F		0.297	0.6698	0.9514	
	CV	33.56%				
No. 5 0 Días de aplicado	CM	1.35	0.4	0.24	0.43	0.48
	PR>F		0.445	0.6841	0.5034	
	CV	24.75%				

**CUADRO 14 A: Análisis de varianza tipo factorial para la variable Adultos Muertos/Tallo**

MUESTREOS	ESTADISTICO	REPET.	CEPAS	DOSIS	CEP * DOS	ERROR
No. 1 0 Días de aplicado	CM					
	PR>F					
	CV					
No. 2 7 Días después de aplicado	CM	0.00048	0.00062	0.00043	0.00049	0.00051
	PR>F		0.3142	0.4851	0.4762	
	CV	111.60%				
No. 3 14 días después de aplicado	CM	0.024	0.021	0.033	0.012	0.011
	PR>F		0.1859	0.0515*	0.3918	
	CV	63.19%				
No. 4 21 días después de aplicado	CM	0.63	0.096	0.12	0.16	0.06
	PR>F		6.2146	0.1261	0.0261	
	CV	30.39%				
No. 5 28 Días después de aplicado	CM	0.54	0.12	0.047	0.1	0.13
	PR>F		0.4072	0.7932	0.6085	
	CV	50.67%				
Combinado de todos los muestreos	CM	0.43	0.064	0.02	0.074	0.18
	PR>F		0.7007	0.9533	0.8728	
	CV	123.36%				

**CUADRO 15 A: Análisis de varianza tipo factorial para la variable & Mortalidad Adultos.  
Corregido por Arcosemo**

MUESTREOS	ESTADISTICO	REPET.	CEPAS	DOSIS	CEP * DOS	ERROR
No. 1 0 Días de aplicado	CM	4.05	1.64	5.81	4.17	4.48
	PR>F		0.6963	0.2916	0.4853	
	CV	29.14%				
No. 2 7 Días después de aplicado	CM	3.82	1.68	1.37	1.54	1.48
	PR>F		0.3339	0.4387	0.4148	
	CV	17.27%				
No. 3 14 días después de aplicado	CM	75.77	27.94	24.9	6.66	10.5
	PR>F		0.0849*	0.0883*	0.7018	
	CV	25.13%				
No. 4 21 días después de aplicado	CM	135.1	23.83	49.42	35.9	32.87
	PR>F		0.4919	0.2318	0.3876	
	CV	17.69%				
No. 5 28 Días después de aplicado	CM	134.73	14.54	11.86	47.99	24.31
	PR>F		0.5556	0.693	0.0979	
	CV	12.01%				
Combinado de todos los muestreos	CM	12.91	35.55	26.11	33.96	226.5
	PR>F		0.8548	0.9511	0.9889	
	CV	74.76%				





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

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE TRES CEPAS DE HONGO Metarhizium sp EN CUATRO DOSIFICACIONES, PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (Aeneolamia sp) EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR R. SOLARES MONTEROSO

Carnet No: 87-13182

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Licda. Olga L. Mena  
Ing. Agr. Edil Rodríguez Quezada  
Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez V.

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. Alvaro Hernandez D.  
A S E S O R

Ing. Agr. Werner R. Ovalle S.  
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
DIRECCION DEL IIA



I M P R I M A S E

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio  
D E C A N O



CC.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA,

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770