

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

EVALUACION DE TRES DOSIS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO Metarrhizium
anisopliae PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA
(Aeneolamia sp) EN CANA DE AZUCAR
Saccharum officinarum L. EN
SIQUINALA, ESCUINTLA.



INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO.

Guatemala, Mayo de 1995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DOCTOR: JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	PROF. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO:	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA MUJ

A MIS PRIMOS:

Como un ejemplo de superación.

A MIS CUADROS:

Con aprecio.

**A MIS COMPANEROS DE
PROMOCION:**

En especial a Hugo, Enrique, Carlos, Edwin,
Anibal, Ricardo, Sergio, Efrain, Herbert,
Giovany, Carlos Arturo, Walter, Rony y Julio
César Chacón Zarceño (Q.E.P.D.), con la amistad
de siempre.

A MIS AMIGOS EN GENERAL:

TESIS QUE DEDICO.

A:

MI PATRIA GUATEMALA.

FINCA E INGENIO "EL BAUL", TIERRA QUE ME VIO NACER.

ESCUELA RURAL MIXTA "EL BAUL".

INSTITUTO NACIONAL "MARIA JOSEFA ROSADO LARA", SANTA LUCIA
COTZUMALGUAPA.

FACULTAD DE AGRONOMIA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EMPRESA PANTALEON S.A.

AGRADECIMIENTOS.

A Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández e Ing. Agr. Rogelio Gómez Barrios, por su apoyo y dedicación en el asesoramiento de la presente investigación.

A Ing. Agr. Vinicio Paz Chávez jefe del departamento de investigación agrícola y de control de malezas, ingenio la Grecia, Honduras, quien me brindó su amistad y apoyo incondicional para la elaboración de la presente investigación.

A Ing. Agr. Msc. Eduardo Carrillo, Ing. Agr. Msc. Werner Ovalle, Mario Alemán y al Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICA) por su valiosa colaboración.

A Ing. Agr. Romeo Montepeque por su amistad y apoyo.

Al compañero Lester Castillo por su valiosa colaboración en la elaboración de los diferentes cuadros y figuras que se presentan en el trabajo y, al compañero Wilfrido Alcántara por su apoyo y colaboración.

A la empresa Pantaleón S.A. por su apoyo y colaboración en la realización de la presente investigación.

Al personal de investigación agrícola de la empresa Pantaleón S.A. por su colaboración en los muestreos llevados a cabo en este estudio.

A todo el personal de la empresa Pantaleón S.A. que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de la presente investigación.

CONTENIDO GENERAL.

INDICE DE FIGURAS.....	1
INDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	v
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Características de la caña de azúcar.....	4
3.1.2. El concepto de plaga	5
3.1.3. Plagas en caña de azúcar.....	6
3.1.3.1. La chinche salivosa (<u>Aeneolamia</u> sp.).....	6
3.1.3.2. Taxonomía y biología del insecto de la chinche salivosa.....	7
3.1.3.3. Ciclo de vida y hábitos de la chinche salivosa.....	7
3.1.3.4. Daños e importancia económica de la chinche salivosa.....	9
3.1.3.5. Niveles de daño económico de la chinche su efecto sobre la producción de caña de de azúcar.....	13
3.1.3.5.1. Control de la chinche salivosa.....	13
3.1.4. Manejo integrado de los insectos plaga.....	15
3.1.5. Relaciones plaga-hospedero-clima.....	16
3.1.6. Enemigos naturales de la chinche salivosa.....	18
3.1.6.1. Características del hongo entomopatógeno M. anisopliae.....	20
3.1.7. MARCO REFERENCIAL	24

3.1.7.1. Localización y descripción del área exp.....	24
3.1.7.2. Condiciones de suelo.....	27
3.1.7.3. Descripción de los materiales.....	28
3.1.7.3.1. Variedad CP 72-2086	28
3.1.8. Aplicaciones de entomopatógenos en forma masiva a nivel de campo para control de chinche salivosa.....	29
4. OBJETIVOS.....	31
5. HIPOTESIS.....	32
6. MATERIALES Y METODOS.....	33
6.1. Diseño experimental.....	33
6.1.1. Descripción de los tratamientos.....	33
6.1.2. Tamaño de la unidad experimental.....	34
6.1.3. Manejo del experimento.....	35
6.1.3.1. Manejo de las plantaciones donde se llevaron a cabo los experimentos.....	35
6.1.3.2. Ubicación del área experimental.....	35
6.1.3.3. Variables de respuestas.....	35
6.1.4. Fase de campo.....	37
6.1.4.1. Aplicación de los tratamientos.....	37
6.1.4.2. Aplicación del hongo <u>M. anisopliae</u>	37
6.1.4.3. Levantamientos poblacionales.....	37
6.1.5. Análisis de la información.....	40
6.1.5.1. Prueba de Tukey.....	40
6.1.5.2. Análisis económico	40
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
7.1. Aplicación terrestre de <u>Metarrhizium anisopliae</u> contra adultos de chinche salivosa.	

Siquinalá, Escuintla, 1994.....	41
7.2. Aplicación aérea de <u>Metarrhizium</u> <u>anisopliae</u> contra ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	52
7.3. Consideraciones generales.....	57
8. CONCLUSIONES.....	59
9. RECOMENDACIONES.....	60
10. BIBLIOGRAFIA.....	61
11. APENDICE.....	64

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1	Ciclo biológico de la chinche salivosa, <u>Aeneolamia</u> sp (Homóptera:cercopidae), en Siquinala, Escuintla, 1994..	12
Figura 2	Localización área experimental. Evaluación aplicación aérea de <u>Metarrhizium anisopliae</u> contra adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	25
Figura 3	Localización área experimental. Evaluación aplicación terrestre de <u>Metarrhizium anisopliae</u> contra ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	26
Figura 4	Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, evaluación dosis de <u>Metarrhizium anisopliae</u> , aplicación terrestre contra ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	42
Figura 5	Ninfas vivas/tallo de chinche salivosa. Análisis de regresión. Testigo 0 gr/ha de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	44
Figura 6	Ninfas vivas de chinche salivosa/tallo. Análisis de regresión. Trat. 31.25 gr/ha <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	45
Figura 7	Ninfas vivas de chinche salivosa/tallo. Análisis de regresión. Trat. 62.50 gr/ha <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	45
Figura 8	Ninfas vivas de chinche salivosa/tallo. Análisis de regresión. Trat. 125 gr/ha <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	46
Figura 9	Adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Evaluación dosis de <u>Metarrhizium anisopliae</u> , promedio de los 5 muestreos. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	53

Figura 10A	Tamaño de la unidad experimental aplicación aérea de <u>Metarrhizium</u> contra adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	65
Figura 11A	Tamaño de la unidad experimental. aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> contra ninfas de chinche de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	66
Figura 12A	Forma de como el avión distribuye el producto en el área de aplicación aérea de <u>Metarrhizium</u> contra adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	67
Figura 13A	Promedios de infestación de adultos vivos de chinche salivosa versus la precipitación. Evaluación aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994..	74
Figura 14A	Calibración aérea de aplicación de <u>Metarrhizium anisopliae</u> contra adultos de chinche salivosa. Siquinala, Escuintla, 1994.....	74

INDICE DE CUADROS.

Cuadro	1	Dosis evaluadas en la aplicación del hongo entomopatógeno <u>Metarrhizium anisopliae</u> . contra ninfas y adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	33
Cuadro	2	Labores realizadas en los sitios experimentales donde se hicieron las evaluaciones de <u>Metarrhizium anisopliae</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	36
Cuadro	3	Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, promedio de 5 muestreos por tratamiento. Evaluación aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> contra ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	41
Cuadro	4	Resumen del análisis de varianza para ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	42
Cuadro	5	Prueba múltiple de medias de Tukey, ninfas vivas de chinche salivosa por tallo. Aplicación terrestre de <u>Metarrhizium anisopliae</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	43
Cuadro	6	Rendimiento bruto y rendimiento en azúcar obtenido en la aplicación terrestre del hongo <u>Metarrhizium</u> en ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994..	47
Cuadro	7	Resumen del análisis de varianza correspondiente a rendimiento bruto. Aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	48
Cuadro	8	Valor de las prácticas de cultivo, efectuadas en cada una de las evaluaciones, en ninfas y adultos de la chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	49
Cuadro	9	Rentabilidad en la aplicación de diferentes dosis de <u>Metarrhizium anisopliae</u> , en ninfas de la chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	50

Cuadro 10	Adultos vivos por tallo de chinche salivosa, promedio de los cinco muestreos por tratamientos. Aplicación aérea de <u>Metarrhizium anisopliae</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	52
Cuadro 11	Resumen de análisis de varianza para infestación de adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Aplicación aérea de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	53
Cuadro 12	Rendimiento bruto y rendimiento en azúcar obtenido en la aplicación aérea de <u>M. anisopliae</u> , en adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.....	56
Cuadro 13	Resumen del análisis de varianza para rendimiento bruto. Aplicación aérea de <u>Metarrhizium anisopliae</u> , Siquinalá, Escuintla, 1994.....	57
Cuadro 14A	Datos de humedad relativa y temperatura en grados centígrados. Evaluación aplicación aérea de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	69
Cuadro 15A	Datos de humedad relativa y temperatura en grados centígrados. Evaluación aplicación terrestre de <u>Metarrhizium</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	71
Cuadro 16A	Datos de precipitación en milímetros (mm). Evaluación aplicación aérea de <u>Metarrhizium anisopliae</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	73
Cuadro 17A	Datos de precipitación en milímetros (mm) Evaluación aplicación terrestre de <u>Metarrhizium anisopliae</u> . Siquinalá, Escuintla, 1994.....	74

EVALUACION DE TRES DOSIS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO Metarrhizium anisopliae PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (Aeneolamia sp.) EN CAÑA DE AZUCAR Saccharum officinarum L, EN SIQUINALA ESCUINTLA.

EVALUATION OF THREE DOSES OF ENTOMOPHATOGEN FUNGI Metarrhizium anisopliae FOR CONTROL OF SPITTLEBUG (Aeneolamia sp.) IN SUGAR CANE AT SIQUINALA, ESCUINTLA.

RESUMEN

El estudio evaluó tres dosis del hongo Metarrhizium anisopliae: un testigo absoluto, 31.25, 62.50 y 125 gramos/hectárea del producto, aplicados a caña de azúcar de la variedad CP 72-2086. El objeto fue determinar el efecto del Metarrhizium anisopliae cultivado en arroz y usado en polvo puro, al aplicarse como insecticida biológico, en aplicación terrestre a ninfas y en aplicación aérea a adultos de chinche salivosa (Aeneolamia sp) (Homóptera:cercopidae).

La evaluación se realizó en la empresa Pantaleón S.A., en Siquinala, Escuintla. Las parcelas experimentales estuvieron a una altitud de 272 msnm, ubicadas a 14° 19' 0" de latitud norte y 90° 59' 0" de longitud oeste. La precipitación promedio anual fue de 3,776 mm y la temperatura media de 27 grados con humedad relativa promedio de 70%.

Esta evaluación constó de dos experimentos, cada uno con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada experimento se realizó en un lote diferente de la misma finca, y de la misma edad, utilizando los mismos tratamientos en ambos experimentos, con la variante de que en uno se evaluó contra ninfas de la chinche salivosa y, en el otro contra los adultos. Se realizó un andeva y una prueba múltiple de medias de Tukey para la variable índice de infestación que presentó diferencias significativas.

La aplicación del hongo se realizó de 5:00 - 8:00 Hrs. en caña boca de cinco cortes de nueve meses de edad. La aplicación contra ninfas se realizó

con bombas de mochila de 16 litros de volumen de mezcla y una presión constante de 20.45 kg/cm². La aplicación contra adultos se hizo en forma aérea con una avioneta tipo Ceesa utilizando un volumen de mezcla de 27.70 litros a una presión constante de 17.73 kg/cm². Se hicieron muestreos durante dos meses con la frecuencia de 0 días, 15 días, 30 días, 45 días y 60 días en ambas evaluaciones, la cosecha se realizó al completarse los doce meses del cultivo en cada evaluación. Las variables respuestas evaluadas para ambos experimentos fueron: el índice de infestación (población de ninfas y adultos) y el porcentaje de parasitismo del hongo Metarrhizium anisopliae (insectos que estuvieren parasitados)

Con la investigación se logró determinar la mejor dosis de Metarrhizium anisopliae que causó variantes en la infestación de ninfas vivas/tallo de chinche salivosa. Dicha dosis correspondió a 125 gramos/hectárea, seguido de la dosis de 31.25 gramos/hectárea. Ello indica que existe una relación inversa entre el aumento de las dosis y el número de ninfas vivas/tallo de chinche salivosa encontradas posterior a su aplicación. Se realizó un análisis de rentabilidad determinándose que existen leves diferencias al aplicar las diferentes dosis, en función de los rendimientos obtenidos. El mejor tratamiento de 125 gramos/hectárea obtuvo una rentabilidad de 57.23% y el tratamiento testigo obtuvo una rentabilidad de 57.38%.

En la aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae contra adultos de chinche salivosa, esta, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, y, aunque las condiciones hayan sido favorables según los parámetros tomados, se infiere que existen otros agentes naturales del clima aparte de la humedad relativa y la temperatura que actúan en la acción del hongo.

1. INTRODUCCION.

El cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L) en Guatemala ocupa actualmente un área de 119,552 hectáreas. Se exporta a los diversos mercados un 60% del total de dicha producción. Además la producción de la región cañera de Guatemala ocupó en el año 1992 el tercer lugar, entre los países exportadores de azúcar de Latinoamérica después de Brasil y Cuba, actividad que representa una buena fuente de divisas (8).

Así mismo entre las actividades agroindustriales de la región cañera, este cultivo es el que exige mayor cantidad de mano de obra en la época de cosecha, de ahí su importancia socioeconómica para la región y el país. Sin embargo, uno de los factores más limitantes en la producción de dicho cultivo (caña de azúcar) son los insectos y, entre ellos la plaga conocida comúnmente como chinche salivosa Aeneolamia sp. es la de mayor incidencia principalmente en la época de lluvia (28). Esta plaga puede causar la reducción de producción de azúcar hasta un 40% ó más, dependiendo de la severidad del daño (18).

En Guatemala durante la última década se ha impulsado el manejo integrado de plagas (MIP), esto, como una nueva forma de pensar en el manejo de las poblaciones nocivas en los agroecosistemas. El MIP hace uso de diferentes prácticas de control entre ellas: agentes naturales de control de mortalidad como hongos, bacterias, virus, feromonas, trampas, etc. El manejo integrado se basa en el uso inteligente de todos los recursos disponibles con el propósito de bajar las densidades de plaga con umbral económico, considerables (1).

En Guatemala no se tienen experiencias, acerca del uso de estas prácticas de control de insectos, por lo que se hace necesario realizar

ensayos por medio de los cuales se puede obtener información técnica y científica acerca de la forma como actúan las mencionadas prácticas. Por lo anteriormente expuesto se llevó a cabo en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1994, un ensayo para evaluar el efecto causado por tres dosis del hongo Metarrhizium anisopliae sobre las poblaciones de ninfa y adulto de la chinche salivosa Aeneolamia sp. en la variedad de caña CP 72-2086 de nueve meses de edad y cinco cortes, en la finca San Bonifacio, ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Este hongo a diferencia de los insecticidas químicos utilizados actualmente, disminuye la contaminación y daños a la salud.

El estudio se realizó con dos experimentos, cada uno de los cuales correspondió a un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, utilizando un área total para la evaluación de ninfas, de 0.41 hectáreas y, para la evaluación de adultos 6.93 hectáreas. La aplicación contra ninfas de chinche salivosa se llevó a cabo en forma terrestre con bombas de mochila, a una presión constante de 20.45 kg/cm². La aplicación contra adultos se realizó en forma aérea con una avioneta tipo Cessna con un volumen de mezcla 27.70 litros, presión constante de 17.73 kg/cm². Las variables respuesta fueron el índice de infestación y el porcentaje de parasitismo. Se realizó un análisis de varianza sólo para la variable índice de infestación en la evaluación de ninfas y adultos vivos/tallo de chinche salivosa. Se obtuvo significancia para la evaluación de ninfas vivas/tallo, por lo que se realizó una prueba de medias y un análisis de rentabilidad, determinándose que existen leves diferencias rentables en las dosis de Metarrhizium evaluadas.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La chinche salivosa Aeneolamia sp. causa daños en la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) tanto en estado de ninfa como en estado de adulto. El daño es causado por las ninfas al alimentarse de los jugos de la raíz y de las células del parénquima en los tallos. El daño es provocado también por los adultos a alimentarse de la savia de los retoños y hojas. El daño puede llegar a reducir la producción de azúcar de un 25-40% (18) y/o, una disminución de 11 toneladas por hectárea (12).

El control de chinche salivosa se realiza durante la época de invierno (mayo a octubre), que es cuando la población de dicho insecto se incrementa (18). El control se realiza mediante aplicaciones aéreas y terrestres utilizando insecticidas químicos como: endosulfan, tiociclam, carbaril, carbofurán, isoprocarb, diazinón, fosfamidón, y otros en forma intensiva y extensivamente sin ninguna consideración ecológica, lo cual ha provocado contaminación y daños al ambiente.

El trabajo evaluó el insecticida biológico cuyo ingrediente activo es el Metarrhizium anisopliae, que podría sustituir a los productos químicos antes mencionados, dicha práctica coadyuvará a disminuir la amenaza de contaminación y daños al ambiente.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1. Características de la caña de azúcar:

La caña de azúcar es una gramínea perenne, entre 10-12 años que crece en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo. Las partes básicas de una planta y que determinan su forma las constituyen la raíz, el tallo, la hoja y la flor. Ellas son la base de la clasificación botánica. Todas cumplen una función determinada y existe una estrecha relación entre ellas (2).

a.- **Sistema Radicular:** Constituye el anclaje de los tallos y el medio de absorción de nutrientes y agua del suelo. El sistema radicular de la caña está formado por dos tipos de raíces: Las raíces primordiales radiculares localizadas en el anillo de crecimiento del trozo original que se siembra. Las raíces permanentes que son las que brotan de los anillos de crecimiento radicular de los nuevos macollos. Estas son más numerosas, gruesas y de rápido crecimiento y su proliferación está acorde con el desarrollo de la planta (2).

b.- **Tallo:** Es la parte de la caña de azúcar que presenta mayor valor económico, por que, en él se almacenan los azúcares. La caña forma cepas constituidas por la aglomeración de tallos que se originan inicialmente de las yemas de la semilla vegetativa y posteriormente de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. El número, color, grosor y el hábito de crecimiento, dependen más que todo de las variedades. El tallo de una cepa se denomina primario, si se origina de una yema vegetativa original; secundario si se origina del tallo secundario, etc. Los tallos están formados de una serie de nudos separados por los entrenudos en donde se localizan las yemas y las hojas. El nudo es la porción dura de la caña

constituido por tejido fibroso y que separa dos entrenudos vecinos. El nudo comprende el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La yema es la parte más importante de la semilla por que de ella se originan los tallos nuevos (2).

c.- **La Hoja:** Esta se origina en cada nudo y ellas están distribuidas en forma alterna a medida que el tallo crece. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina. La unión entre éstas dos partes se denomina ligula y en cada extremo de ella existe una aurícula con pubescencia variable. La forma y color de la ligula, así como la forma de la aurícula son características importantes en la diferenciación de variedades. La lámina foliar es la que realiza la fotosíntesis. En la lámina foliar existe una nervadura central que la recorre en toda su longitud y paralela a ésta se encuentran las nervaduras secundarias. Los bordes de las hojas presentan forma aserrada cuyo número y longitud varían de acuerdo a la variedad. (2).

d.- **La Flor:** La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa denominada espiga, constituida por un eje principal en donde se insertan las espiguillas, dispuestas por pares en cada articulación, en donde se encuentra la flor, la cual es hermafrodita con 3 anteras y tiene un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pelos largos que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso (2).

3.1.2. El concepto de plaga:

En la agricultura el concepto de plaga está directamente relacionado con los efectos económicos producidos por los insectos dañinos. El término plaga está dado en sentido numérico donde una determinada población de un

produce daños afectando la producción. En caso de ser observados daños en diferentes partes vegetales, no significa necesariamente que la producción es o será afectada (25).

La capacidad de hacer daño depende de la densidad poblacional de la plaga existente en el cultivo, el estado de desarrollo de la misma, la distribución en el campo, la duración del ataque. Además debe considerarse el tipo de cultivo, el estado fenológico, variedad, densidad de plantas, hábito de crecimiento y condiciones fisiológicas. También hay factores externos biológicos y físicos que afectan el comportamiento de la plaga y el cultivo como lo son las malezas, los suelos y el clima (5).

3.1.3. Plagas en caña de azúcar:

En general, para las empresas Pantaleón S.A. y Concepción S.A., uno de los problemas económicos de trascendencia, en cuanto a la disminución de la población de caña en los campos "soca" lo constituye el insecto conocido como "chinche salivosa" (20).

3.1.3.1. La chinche salivosa Aeneolamia sp.

Las diferentes especies de "chinche salivosa" tienen en común la característica de alimentarse en su estado adulto de las láminas foliares de la caña de azúcar, 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 (hasta un 92% del follaje dañado). Ello trae como consecuencia la disminución de la capacidad fotosintética de vastas áreas foliares, y producto de esto, se da una baja tasa de crecimiento, disminución del

contenido de sacarosa en el tallo, reducción de los azúcares en el jugo, causando por ello perjuicios económicos a la agroindustria de la caña de azúcar (3) (11) (17).

3.1.3.2. Taxonomía y biología de la chinche salivosa (9):

ORDEN: Homóptera.
SUBORDEN: Auchenorrhyncha.
SUPERFAMILIA: Cercopoidea.
FAMILIA: Cercopidae.
SUBFAMILIA: Tomaspidinae.
GENERO: Aeneolamia
ESPECIE: sp.
NOMBRE COMUN: chinche salivosa

Posee 7 géneros y 35 especies de importancia económica en cultivos graminícolas. Los cercópidos, se desarrollan siguiendo una metamorfosis gradual o sencilla denominada hemimetabólica. Esta se caracteriza por la ausencia de las fases larval y pupal; el huevo fértil al eclosionar da origen a una ninfa la cual se desarrolla siguiendo varios instares. Al final de cada instar la ninfa sufre una muda y desarrolla progresivamente las estructuras alares y reproductivas. Después de completar la fase ninfal ocurre una última muda y surge el insecto adulto. La característica más importante de este proceso de desarrollo consiste en que las formas jóvenes o ninfas tienen una forma similar al insecto adulto (9).

3.1.3.3. Ciclo de vida y hábitos de la chinche salivosa (14):

Durante el período de octubre a noviembre (al final de las lluvias) las hembras ovipositan 27 huevos/día en el suelo. La oviposición es cerca

del tronco de la caña donde los huevos permanecen latentes durante todo el verano, en abril o mayo (al inicio de las lluvias) hacen eclosión, y de ellos nacen las ninfas, las cuales luego se convierten en adultos. Los adultos causan daños al chupar la savia de las hojas e inyectan un líquido cáustico que produce unas rayas amarillo rojizas en el follaje. En el mes de julio la chinche se aparea dando lugar a una generación de chinches salivosas. Las hembras de la última generación ponen los huevos que vendrán a nacer en el momento que haya precipitación en el siguiente año (14).

La chinche salivosa, pasa por los siguientes estados de crecimiento: (14).

A.- Estado de huevo:

Son de forma oval, de color amarillo ó 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 (14).

B.- Estado de ninfa:

La ninfa ataca principalmente la raíz, chupando su jugo, éstas se cubren de una sustancia espumosa que secretan por el extremo anal, lo que les protege contra la desecación. El color de la ninfa es amarilla y la cabeza rojiza cambiando a un color cremoso con una zona rojiza a los lados del abdomen. La ninfa completa su desarrollo a los 23 a 32 días y llega a medir de 6 a 8 mm de largo, se les localiza dentro de la tierra, bajo los desechos vegetales y axilas de las hojas basales de la caña (14).

C.- Estado de adulto:

En este estado no forman la espuma del estado ninfal, es un volador, y a veces se moviliza saltando. Tiene el cuerpo de forma oval, color café casi negro poseyendo franjas que varían desde un color amarillo-blanquecino a amarillo sobre las alas anteriores. El macho mide de 6 a 8 mm y la hembra

de 8 a 9 mm de ancho. Estos tienen una longevidad que va de los 18 a los 31 días, empiezan a copular a los dos días de emerger del estado ninfal (14).

Al inicio de las lluvias eclosionan las ninfas de huevos que han estado en latencia (diapausa) durante los meses secos (enero-abril), produciéndose un primer pico poblacional de adultos aproximadamente un mes después. Los adultos copulan e inmediatamente las hembras colocan entre 50 y 100 huevos, los cuales protegen con exudaciones (espuma) de sus glándulas anales para evitar la desecación y el ataque de enemigos naturales. En los meses siguientes (junio a septiembre) se producen nuevos "picos" poblacionales de adultos, completando así las 4 ó 5 generaciones. Usualmente el desplazamiento se produce desde los bordes del cañal hasta el centro, donde realizan los mayores ataques (14).

King y Saunders (22) describen como principal especie en el cultivo de la caña de azúcar la especie Aeneolamia postica (Walk) y describen los huevos blandos, elongados, puestos en el suelo en la base de la planta huésped; la ninfa blanca cremosa, pasa por cinco estadios dentro de una masa blanca espumosa de saliva en las raíces o partes inferiores del tallo a nivel del suelo.

Coronado y Márquez (16) indican que la especie Aeneolamia postica es una plaga importante de los pastos y caña de azúcar en algunos lugares de México.

3.1.3.4. Daños e importancia económica de la chinche salivosa (17):

A. Daños:

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.

2.- El daño provocado por el adulto al alimentarse de retoños y hojas.

Las ninfas viven más que todo en el suelo, chupando nutrientes contenidos en el xilema de las raíces. El estado adulto vive en el follaje y se alimenta no del xilema como las ninfas pero sí de las células que rodean los haces vasculares lo que causa una quemazón característica, notándose al principio pequeñas manchas amarillo-rojizas que finalizan con la aparición de tejidos secos al borde de las hojas. Esta quemazón puede estar asociada con la presencia en la saliva de enzimas (17).

B.- Importancia económica de la chinche salivosa:

Esta importancia radica en que las plantas sufren un retraso en su crecimiento y desde luego una disminución en el rendimiento de 11 toneladas de caña por hectárea (12). Existen muy pocas estimaciones de las pérdidas causadas por el daño, en un experimento conducido en Trinidad se observó que una quemazón moderada redujo la producción de azúcar en un 40% en comparación con un testigo sano (21). Trabajos realizados en Brasil, nos indican que las pérdidas son en promedio de 17.5% en rendimiento industrial, en áreas que soportan un infestación de 0.7 adultos por tallo, así, tomando valores medio de la producción de azúcar de 4,000 kg de azúcar por hectárea, se tiene una pérdida de 700 kg de azúcar por hectárea (24). Según Esquivel (17) el género Aeneolamia ataca en varios países de centro y sudamérica. Además indica que cada una de las especies y subespecies de ese género presentan características morfológicas y biológicas diferentes. Los adultos se alimentan de la savia de las hojas, a la vez que inyectan en los tejidos foliares un complejo de enzimas y aminoácidos. Los mayores daños son ocasionados por los adultos registrándose una reducción sensible en la producción, tanto de azúcar como caña, observándose disminuciones de

cerca de un 40% en ambos rendimientos (17).

Además de pérdidas de rendimiento en toneladas de caña por hectárea y en los rendimientos en la industria, se reduce la sacarosa extraída y aumenta la glucosa, impurezas y el porcentaje de fibra. (1).

Las pérdidas ocasionadas por insectos plaga en caña de azúcar puede superar algunas veces a los taladradores del género Diatraea aunque éstos últimos atacan la caña en todos los meses del año y el salivazo (Homóptera: cercopidae) lo hace principalmente durante período de lluvias. También el daño en la caña de azúcar es mayor debido a la acentuada sensibilidad de ésta planta a las toxinas del insecto. Las hembras fertilizadas hacen sus posturas diarias, por espacio de dos semanas en el suelo cerca de las raíces y desperdicios vegetales de las cepas, dando así origen a las nuevas generaciones cada vez más abundantes que la primera. La plaga es estrictamente graminícola y sus huevos necesitan un alto grado de humedad para eclosionar, la falta de humedad retarda su eclosión o los induce a la diapausa. En ésta condición permanece durante la época seca en las rondas y zonas aledañas a la orilla de ríos y bosques, en pastizales y cañales de riego formando pequeños focos de infestación. La falta de uniformidad en el daño producido hace pensar en la posibilidad de que se controle la plaga con enemigos naturales (27).

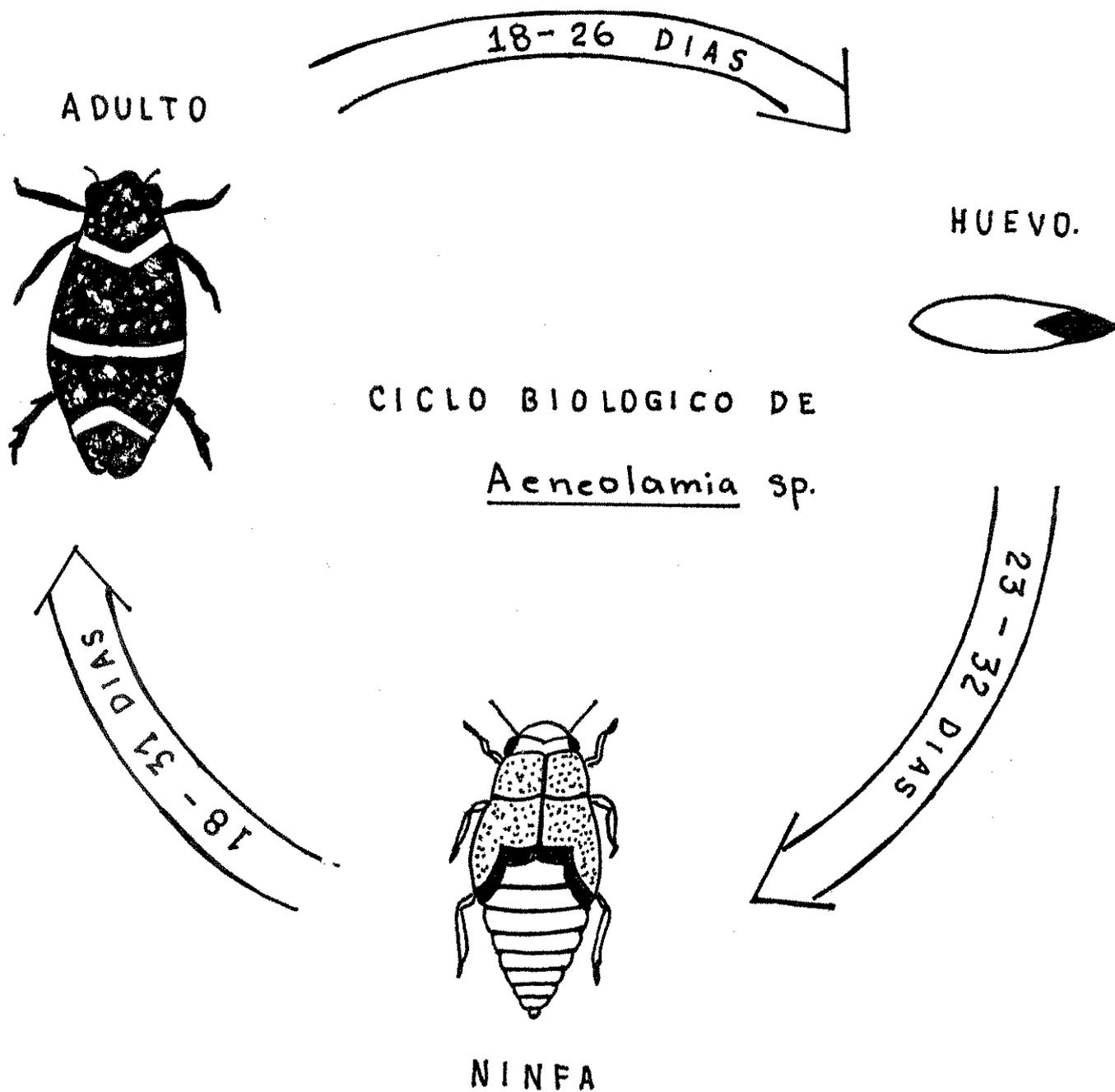


FIGURA 1. Ciclo biológico de la chinche salivosa Aeneolamia sp. (Homóptera: cercopidae) en Siquinalá, Escuintla.

FUENTE: CONTRERAS LEIVA J.C. (14)

cerca de un 40% en ambos rendimientos (17).

Además de pérdidas de rendimiento en toneladas de caña por hectárea y en los rendimientos en la industria, se reduce la sacarosa extraída y aumenta la glucosa, impurezas y el porcentaje de fibra. (1).

Las pérdidas ocasionadas por insectos plaga en caña de azúcar puede superar algunas veces a los taladradores del género Diatraea aunque éstos últimos atacan la caña en todos los meses del año y el salivazo (Homóptera: cercopidae) lo hace principalmente durante período de lluvias. También el daño en la caña de azúcar es mayor debido a la acentuada sensibilidad de ésta planta a las toxinas del insecto. Las hembras fertilizadas hacen sus posturas diarias, por espacio de dos semanas en el suelo cerca de las raíces y desperdicios vegetales de las cepas, dando así origen a las nuevas generaciones cada vez más abundantes que la primera. La plaga es estrictamente graminícola y sus huevos necesitan un alto grado de humedad para eclosionar, la falta de humedad retarda su eclosión o los induce a la diapausa. En ésta condición permanece durante la época seca en las rondas y zonas aledañas a la orilla de ríos y bosques, en pastizales y cañales de riego formando pequeños focos de infestación. La falta de uniformidad en el daño producido hace pensar en la posibilidad de que se controle la plaga con enemigos naturales (27).

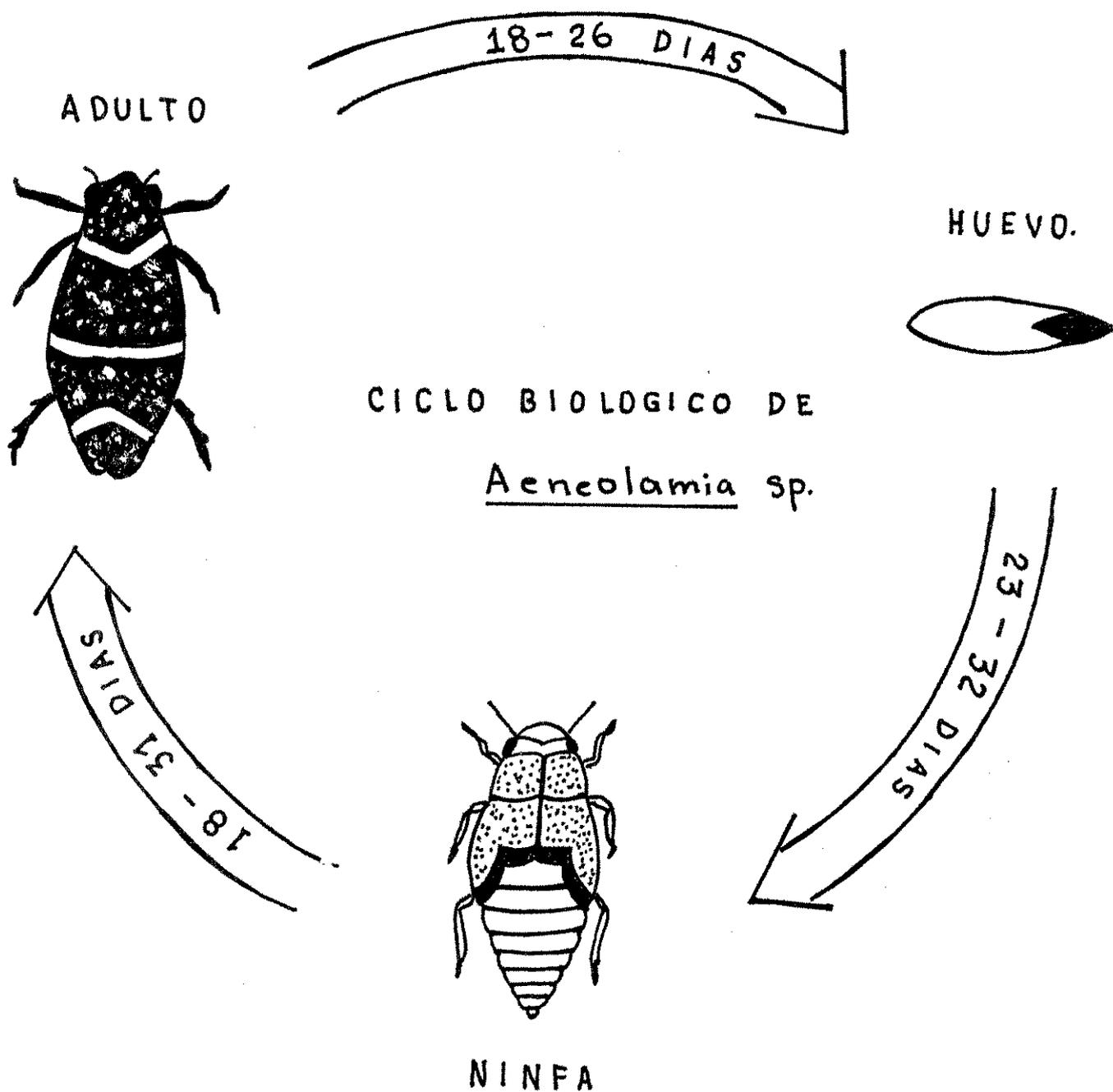


FIGURA 1. Ciclo biológico de la chinche salivosa Aeneolamia sp. (Homóptera:cercopidae) en Siquinalá, Escuintla.

FUENTE: CONTRERAS LEIVA J.C. (14)

3.1.3.5. Niveles de daño económico de la chinche salivosa y su efecto sobre la producción:

3.1.3.5.1. Control de la chinche salivosa:

Es necesario conocer los niveles críticos de la plaga para efectuar el control, ya que se debe relacionar el costo del mismo con los daños ocasionados por el insecto. Cawick (11) en trabajos de determinación de niveles poblacionales en Belice, indica que 10 ninfas por 30 metros de surco, pueden considerarse como umbral de control de la primera generación.

Nakano. et al (26) establece que 3 adultos de Mahanarva posticata por planta durante 30 días destruyen totalmente la misma cuando inicia su desarrollo; mientras que 25 ninfas por planta durante 40 días no causaron daños significativos, mostrando así la importancia del adulto.

En Venezuela en 1976, se hizo un estimado de los daños provocados por diferentes niveles de plaga, considerando que las infestaciones con poblaciones de adultos de 24 individuos por 40 tallos en el pico de la segunda generación se perdía aproximadamente un 40% en la producción. A partir de este criterio poblaciones de 17-24 adultos causarían 30% de pérdidas y de 9 a 16 adultos de un 10-20% de pérdidas (18).

Vreudenhil (30) indica que niveles menores de 0.5 adultos por tallo por menos de dos semanas no resultaron en daños significativos, e indica que niveles más altos y de más duración pueden reducir la producción en un 20%. Este mismo autor también señala que cualquier sistema de combate de salivaso (Homóptera:cercopidae) tiene que basarse en un sistema eficiente de conteos de densidad de adultos por tallo. No puede ser basado en un sistema de conteos por metro de surco de caña o metro cuadrado. La razón es la variación de la densidad de tallos por hectárea entre lotes y variedades. Añade que el daño causado por el salivaso

(Homóptera:cercopidae) está directamente relacionado con la densidad de adultos por tallo y el estado de desarrollo de la caña, e indica que no se ha notado diferencia entre variedades.

Niveles de 0.65 adultos y 3.75 ninfas por tallo provocan pérdidas agrícolas de un 11.6% e industriales del 16.1% (1), mientras que Nakano et al (26) señala que con niveles de 0.68 adultos y 2.87 ninfas por tallo disminuyeron un 13.9% y 16.9% el tonelaje de caña y el rendimiento de azúcar respectivamente.

Según Biessezar (7) dependiendo de la generación de la plaga, así será el criterio de aplicación para control. Para la primera generación 0.25 a 0.40 adultos por tallo, ó 0.50 ninfas por tallo, para la segunda generación de 0.40 a 0.60 y para la tercera y demás generaciones de 0.60 a 0.80 adultos por tallo respectivamente.

En Brasil al realizar estudios poblacionales de salivazo (Homóptera:cercopidae) de la caña de azúcar se efectúan muestréos mensuales procurando contar el número de adultos y ninfas por tallo. En una muestra de 100 cañas distribuidas en diferentes puntos del campo, considerando cada levantamiento en una área máxima de 200 hectáreas. Para determinar el nivel (%) de infestación de ninfas y adultos por tallo separadamente, se dividió el total de ninfas o adultos por el número de cañas muestreadas. Para efectos de daño económico, el Instituto del azúcar y el alcohol (IIA-PLANALSUCAR) de Brasil considera como nivel de control una infestación media por tallo de 2 ninfas y 1 adulto. Tanto el control biológico como el uso de agroquímicos se ha utilizado en áreas con poblaciones de hasta 5 ninfas y 1 adulto por tallo (25).

En Costa Rica la dirección de investigación y extensión de la caña de azúcar (DIECA), está considerando como nivel crítico de control 0.20

adultos y 0.40 ninfas por tallo (3).

Existen otros criterios para control, aunque no son muy acertados los cuales son:

- Cuando se encuentre 10 ó más salivasos por cepa en un muestreo realizado 2 semanas después de establecidas las lluvias (19).

El control de la chinche salivosa en Guatemala se puede realizar de la siguiente manera, según Flores (19):

- A.- Dos semanas después de establecidas las lluvias, se realiza un muestreo, al encontrar 10 ó más salivasos por cepa, se efectúa una aplicación con 28.57 kg/hectárea de BHC 3% ó la misma dosis de malathion 4%, con esto se extermina la primera generación en estado de salivaso o ninfa.
- B.- Cuando los insectos se encuentren sobre las hojas, se usan los mismos compuestos y dosis mencionados, aplicados con avión, dando dos tratamientos con intervalos de 20 días.

3.1.4. Manejo integrado de los insectos plaga:

El manejo integrado de cualquier plaga se define como el "uso inteligente de todos los recursos disponibles con el propósito de bajar las densidades de plagas más allá del umbral económico (22).

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 control biológico (1).

Los métodos culturales como preparación de suelos, control de malezas, limpieza de cañales, quemas, rotación de cultivos, uso racional del riego y drenaje, renovación de socas viejas, corte de cañales más infectados de último, uso de variedades recomendadas, y fertilización, son eficaces,

similares o mejores que el uso de insecticidas, además son racionales y económicos, traen beneficios a largo plazo, favorecen el mantenimiento y la propagación de enemigos naturales (3, 25).

En Costa Rica, las estrategias de manejo de la plaga se han enfocado hacia un control integral, considerando diferentes tácticas. Desde 1990 en Guanacaste y San Carlos se ha utilizado el control biológico con el hongo Metarhizium anisopliae raza PL 43 en aplicaciones al follaje, a una dosis de 2.5 x 10 millones de conidios por hectárea. Estas aplicaciones se realizan con base en el resultado de muestreos previos de la plaga. Además de este control se ha recomendado otras prácticas de manejo como son: el avenamiento de las plantaciones, el control oportuno de malezas especialmente gramíneas, el uso de trampas amarillas impregnadas con el adherente "stickem" capturándose hasta 1500 adultos por trampa en 15 días (3).

Bennett (5) propone una serie de estrategias para el combate de plagas. Estas son: convivencia, prevención, erradicación, supresión, manejo y manejo integrado. Para implementar éstas estrategias se utilizan una serie de tácticas como son la manipulación de enemigos naturales, aumento de enemigos naturales, importación y establecimiento de enemigos exóticos, utilización de agentes microbianos, uso de control fitogenético, utilización de prácticas culturales, uso de control mecánicos y físicos, medidas legales, uso de técnicas autocidas y etológicas, y uso de insecticidas.

3.1.5. Relaciones plaga-hospedero-clima:

Históricamente se han dado cambios en la agricultura y los métodos de protección ante el fracaso del hombre en el manejo de los ecosistemas, lo

que ha llevado al desarrollo e implementación de programas de manejo integrado de plagas (MIP). Estas fases históricas son: a) subsistencia, b) cambio incremental, c) explotación, d) crisis, e) desastre después del cual se abandona el cultivo, f) combate supervisado multitáctico, g) manejo dirigido (7).

La chinche salivosa (Homóptera:cercopidae) por lo general aparece en las diferentes zonas ceñeras y de pastizales después de las primeras lluvias. Las épocas de mayor incidencia están correlacionadas con los periodos de mayor intensidad pluviométrica y calor. En función de éstos dos parámetros, para cada región se observan diferentes épocas de picos poblacionales, siendo común la desaparición de la plaga durante los meses secos y fríos cuando permanecen en diapausa en la forma de huevos (1, 3, 18).

Castro (10), señala que en México ésta es la segunda plaga en importancia en el cultivo de la caña de azúcar (salivaso), causando daños de importancia económica en aproximadamente 120,000 hectáreas. En éste país y en otros la plaga ya era perjudicial a principios del siglo. También relaciona el vigor y la edad de la plantación con la intensidad del ataque y señala que cañas con tres meses de edad no fueron atacadas, cañas con cuatro a seis meses de edad fueron las más afectadas con una disminución en los rendimientos de campo de 15 o más toneladas de caña por hectárea.

Existen otros factores que influyen en el deterioro de las plantaciones y la baja productividad como son: mal manejo del campo, mala operación de cosecha, factores climáticos, enfermedades y otras plagas. Daños severos en caña joven reportan pérdidas mayores que los mismos en caña madura, donde incluso en algunos casos aumenta el azúcar por tonelada de caña (13).

Mendoza (25) indica que las condiciones meteorológicas apropiadas para que se de una ocurrencia de epizootias de Metarrhizium anisopliae deben estar entre los 23-29 grados centígrados y 60-90% de humedad relativa.

3.1.6. Enemigos naturales de la chinche salivosa:

Los enemigos naturales con más potencial para el control de la plaga son los hongos entomopatógenos, los cuales, como se mencionó anteriormente pueden ser nativos o exóticos. Los hongos penetran por el integumento del insecto y se desarrollan dentro del cuerpo, el cual se llena de micelio causando la muerte del huésped. El insecto enfermo pierde apetito, puede cambiar de color y la cutícula presenta manchas negras que indican el lugar por donde entró el hongo. Después de la muerte si las condiciones son óptimas, el cuerpo se cubre de micelio presentando conidias desarrolladas (5). El cadáver puede momificarse y se vuelve completamente duro o toma una consistencia diferente. Las conidias se dispersan por el viento, agua o insectos vivos. La especificidad de huésped varía según la especie. La ocurrencia de epizootias depende de la densidad de población del huésped y de las condiciones climáticas especialmente humedad y temperatura (7).

Bennett (5) en su publicación sobre el uso de enemigos naturales señala la posibilidad de utilizar parásitos, predadores y patógenos. Menciona parásitos de huevo como Acmopolynema herwali, Oligosita giraulti y Centrodora tomaspidis; predadores de ninfas como Salpinogaste niger nemátodos, arañas, carábidos y forficulidos. Con respecto al uso de patógenos indica que se ha tratado de utilizar hongos como Entomophthora pero sin un método satisfactorio de producción y uso, con Metarrhizium anisopliae si se ha logrado la producción y liberación en el campo con 80% de mortalidad de ninfas y adultos, quince a veinte días después de la

aplicación. También indica que se ha expandido el uso de ese hongo mientras ha declinado el uso de plaguicidas químicos, al ser el primero más barato y con menos efectos colaterales para el ambiente (5).

Para obtener eficiencia en la aplicación del hongo en el campo es indispensable conocer la dinámica poblacional de la plaga y las características climáticas del lugar, ya que es necesario la presencia de ninfas y adultos porque el proceso no es preventivo y requiere una población para ser implantado. Es mejor comenzar las aplicaciones al aparecer las primeras poblaciones, antes de llegar al umbral. Agregan que lo importante es crear barreras para que el umbral no alcance altos niveles con sus consecuentes daños (6).

Cuando los niveles de infestación son altos, el hongo por sí sólo, no es capaz de controlar la población de ninfas (1)

Ferrer y De Torres (18), hacen referencias del manejo delicado del hongo, señalando restricciones para su empleo práctico, como son utilizar la cepa adaptada a la región y la especie a controlar, además las condiciones climáticas al momento y después de la aplicación deben ser favorables al desarrollo del hongo.

En algunos países se están utilizando diferentes formulaciones de Metarhizium anisopliae. Básicamente se señalan las formulaciones líquidas y secas. Las primeras son aplicadas en ambiente húmedo y a temperatura adecuada. Su sobrevivencia estará supeditada al establecimiento de contacto inmediato con el cuerpo del insecto (3).

En las formulaciones secas los conidios están cubiertos por una película aceitosa que los protege contra cualquier condición desfavorable del ambiente, hasta que entre en contacto con el cuerpo del insecto y empiece el proceso de germinación (3).

3.1.6.1. Características del hongo entomopatógeno Metarrhizium anisopliae:

Los hongos entomopatógenos, de manera general, son capaces de producir estados sumamente resistentes para asegurar su sobrevivencia durante periodos de condiciones desfavorables en el medio ambiente, y son capaces de diseminarse rápidamente en una población de insectos debido a liberaciones naturales de masas de esporas acarreadas por el viento (24). Las posibilidades de usar hongos entomopatógenos como Metarrhizium spp. para el control de plagas de insectos fueron considerados por primera vez en la última parte del siglo XIX y actualmente está siendo utilizado en distintos países como Brasil, Venezuela, Costa Rica, USA, Nueva Zelanda, México, etc. y de igual manera podría ser utilizado en Guatemala (24).

Es un hongo entomopatógeno de distribución mundial, con un amplio rango de hospederos, algunos de gran importancia económica. Parasita insectos de órdenes: orthóptera, coleóptera, homóptera, díptera, hemiptera, lepidóptera e himenóptera. Produce conidios unicelulados de color verde, usualmente forma un sólo tubo germinativo. El micelio es hialino y los conidióforos sencillos o ramificados (6).

Crece bien en medios artificiales, orgánicos e inorgánicos (papa-dextrosa-agar o PDA y arroz). Crece y esporula en un rango de temperatura de 25° C. y 30° C. La luz es importante (fase oscura y luminica). 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 (6).

La especificidad de los aislamientos limita las posibilidades de ataque a especies diferentes al hospedero original. No es dañino a animales

de sangre caliente (16). El material de Metarrhizium anisopliae que se evaluó, se obtuvo del Centro Guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar CENGICA que es quien lo esta produciendo, este material fue cultivado en arroz y usado en forma de polvo puro.

Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24), en resumen la historia de la nomenclatura del hongo es:

Nombre válido: Metarrhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin
(1883).

Parónimo: Entomophthora anisopliae Metschnikoff (1879)

Sinónimos: Isaria destructor Metschnikoff (1880)
Oospora destructor Delacroix (1893)
Isaria anisopliae (Metschnikoff) Petit (1895)
Penicillium anisopliae (Metschnikoff) Vuill Lemin
(1904)
Metarrhizium album Petch (1931)
Metarrhizium brunneum Petch (1934)

La clasificación más aceptada de Metarrhizium spp. Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24) es:

Super-reino.....	Eukaryonta
Reino.....	Myceteae
División.....	Amastigomycota
Sub-división.....	Deuteromycotina
Clase.....	Deuteromycetes
Sub-clase.....	Hyphomycetidae
Orden.....	Moniliales
Familia.....	Miniliaceae

Género..... Metarrhizium
 Especie..... anisopliae (Metsch) Sorokin 1883

Metarrhizium spp. tiene una posición taxonómica cercana a Penicillium en la familia Moniliaceae. Comprende las especies album, anisopliae, brunneum y glutinosum. Metarrhizium anisopliae se caracteriza por sus esporas de 5 a 7.5 micras de largo y 2.3 a 3.7 micras de ancho. Las esporas pueden ser largas cuyas dimensiones varían entre 10.6 a 12 micras y otras cortas con dimensiones entre 3.5 a 8 micras. El color verde de sus esporas y la apariencia característica de las larvas muertas por un ataque de M. anisopliae le ha valido el nombre de "muscardina verde" Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24).

En Brasil en 1969, fueron encontradas ninfas y adultos de Mahanarva posticata parasitadas por Metarrhizium anisopliae (Metsch) Sorokin 1883, el cual 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 la estación experimental de productores de azúcar, en cabo, estado de Pernambuco Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24).

Para la producción del hongo a gran escala, actualmente se usa "arroz cocido" como medio de cultivo, acondicionando en recipientes de vidrio tipo soro, con capacidad de 500 cc. siendo también usados sacos de propileno. Ambos materiales soportan bien la operación de autoclave a 120 grados centígrados por 30 minutos y usaron PDA para aislamiento inicial Guagliumi et al citado por Marroquin (24).

La **sintomatología** de la micosis en insectos por Metarrhizium spp es Barrios Escoria, Del Pozo Valdez, Guagliumi et. al. citado por Marroquin

(24):

- 1.- **Cambios de conducta:** pérdida del apetito, apatía, movimientos débiles y descompasados debido a parálisis parciales, finalmente la ninfa pierde el reflejo de enderezamiento permaneciendo encorvada.
- 2.- **Decoloración:** los cambios de color que ocurren en insectos atacados pueden deberse al color del mismo hongo, ó a pigmentos que éste produce.
3. **Cambios de estructura interna y externa:** el hongo en el hospedante perfora las membranas intersegmentarias del abdomen, las hifas invaden además del tejido adiposo, los sistemas musculares y nerviosos, la presencia del propio hongo llenando el cuerpo del hospedante da la característica rigidez post-mortal de la ninfa.
- 4.- **Alteraciones fisiológicas del insecto:** Aumento exagerado de oxígeno, pérdidas de peso, histolisis producto de la actividad enzimática. Estos síntomas se pueden presentar a un mismo tiempo o de modo sucesivo. En 4 a 7 días se presenta la mayor mortalidad.

La palabra "muscardina" puede referirse a un tipo de enfermedades producido por ciertos hongos, o a los hongos en sí.

La infección del hospedante por el hongo se lleva a cabo a través de la pared del tubo digestivo o bien a través del integumento, ocurriendo a menudo por ambas vías. Estudios histopatológicos de la acción de la "muscardina verde" en larvas de elatéridos (coleóptera) revelan que la penetración ocurre directamente a través de la cutícula membranosa o esclerotizada, viéndose facilitada dicha penetración por mecanismos enzimáticos y presión mecánica. Ocasionalmente el hongo penetra en el hospedante a través de espiráculos Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24).

Los materiales no elaborados frecuentemente usados para el cultivo del tipo de hongos entomopatógenos son: el camote, la papa, harina de maíz, avena, amasijo de cerveza, aserrín, caldo de carne, carne de puerco, sangre, pez espada y arenque. Algunos técnicos han usado sabouraud-dextrosas-agar pero es muy caro Guagliumi et. al. citado por Marroquin (24).

3.1.7. MARCO REFERENCIAL:

3.1.7.1. Localización y descripción del área experimental:

La investigación se llevó a cabo en la empresa Pantaleón S.A., específicamente en los cañales Guatalón (ensayo de ninfas) y cañal Las Casas (ensayo de adultos) de la finca San Bonifacio (figura 2 y 3).

En base a los registros meteorológicos de la estación meteorológica tipo "B" llamada "El Mangalito" tomando el registro de los últimos 8 años, las condiciones climáticas promedio son las siguientes:

Humedad relativa promedio anual.....	70%
Precipitación pluvial media anual	3721 mm
Días de lluvia promedio anual	210
Temperatura mínima promedio anual.....	20.77° C.
Temperatura máxima promedio anual.....	31.54° C.
Temperatura promedio anual.....	26.15° C.
Evaporación promedio anual a la intemperie	1597.35 mm.

LAS CASAS
 FCA. SN BONIFACIO
 ESCALA: 1:8000

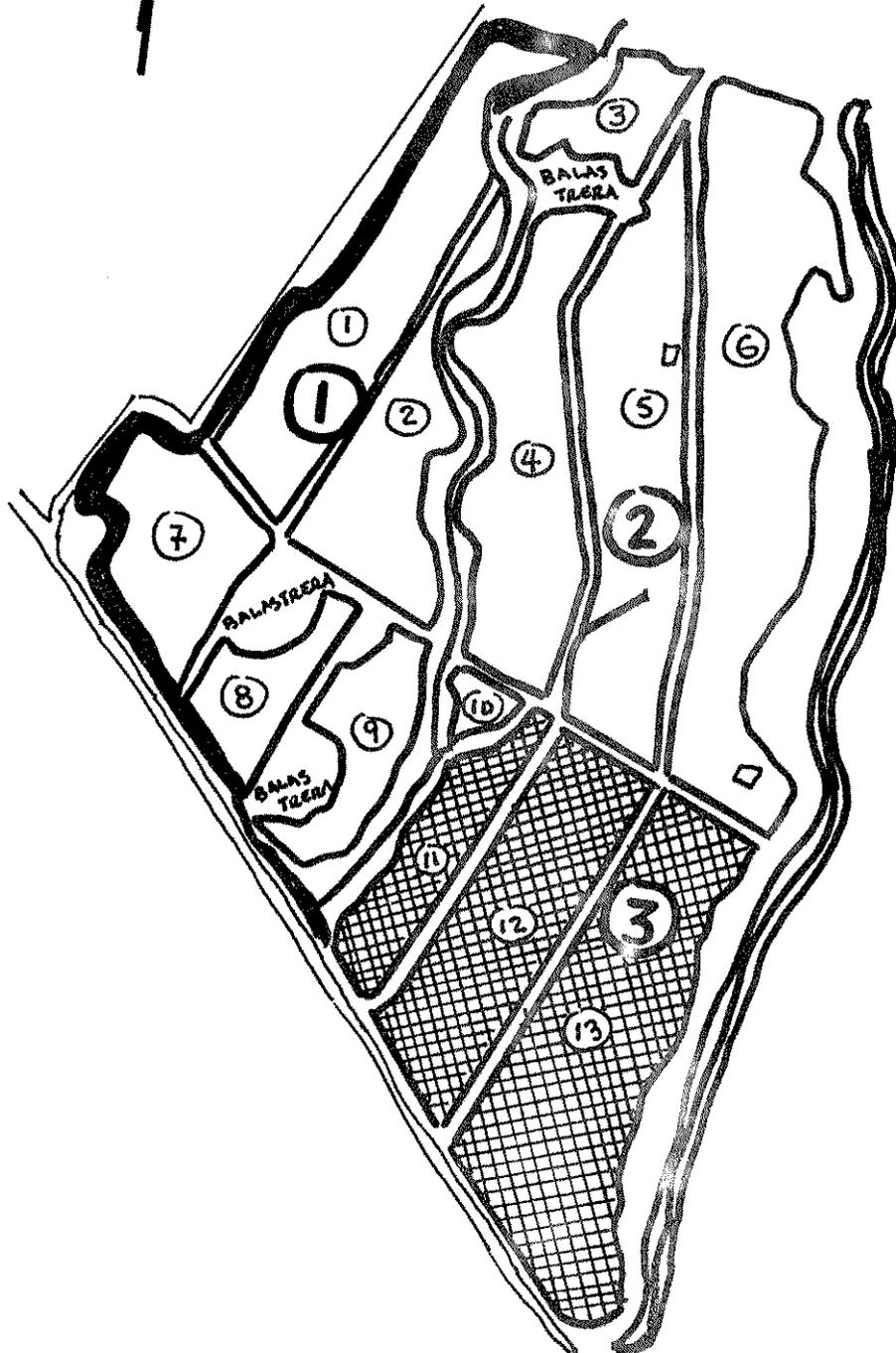


Figura 2. Localización área experimental. Evaluación aplicación aérea de *Metarrhizium anisopliae* contra adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.

FUENTE: Departamento de ingeniería agrícola. Ingenio Pantaleón.

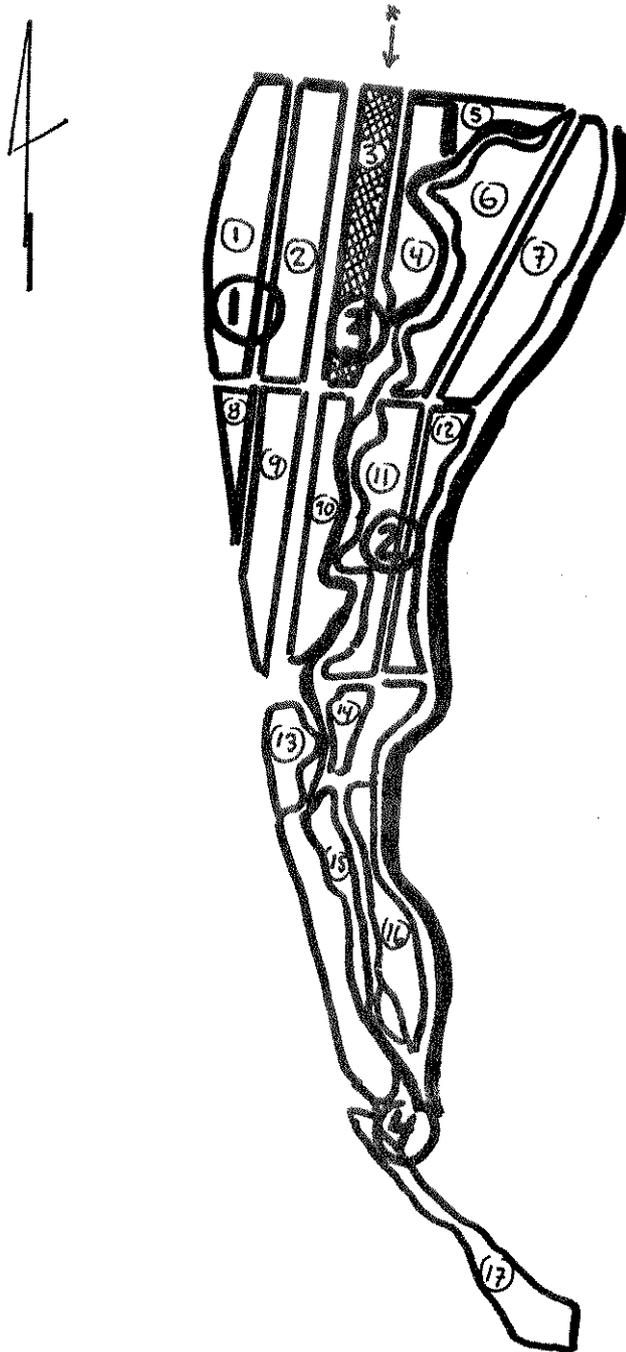
GUATALONFINCA: SN BONIFACIO
ESCALA: 1:18,000

Figura 3. Localización área experimental. Evaluación aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae contra ninfas de chinche salivosa. Sigüinalá, Escuintla, 1994.

FUENTE: Departamento de ingeniería agrícola. Ingenio Pantaleón.

3.1.7.2 Condiciones de Suelo:

Según Barahona (4), el tipo de suelo donde se llevaron a cabo los ensayos (Lote de 41003 y 43901 finca San Bonifacio) (figuras 2 y 3) son de tipo aluvial, formados a partir de bancos de arena y grava de donde se han originado los suelos actuales, pueden considerarse como medianamente profundos con un desarrollo morfogénico mediano manifestando únicamente dos horizontes formados a partir del material original cubriendo una profundidad entre 35 y 80 cms.

Los horizontes superficiales son de color oscuro a pardo claro, el horizonte C presenta una coloración pardo a pardo grisáceo a grisáceo. Los horizontes superficiales presentan una textura franco arenosa a arenoso franco, y el sustrato una textura arenoso gruesa (4).

Las características del perfil son buenas no presentando capas limitantes para el desarrollo radicular, presentando un buen drenaje tanto interno como externo. El pH varía de acuerdo a la ubicación del lugar, en la parte alta presenta un pH bajo (5.0 y 7.0) diferencia motivada por los cambios en la precipitación pluvial reflejándose esto mismo en la saturación de bases donde la parte alta presenta los valores más bajos (50%) en tanto en la parte baja los valores se encuentran entre 70 y 80%. En cuanto a la materia orgánica presentan valores mayores al 5% en el horizonte A, característica que les permite poseer una capacidad de intercambio catiónico entre 25 y 30 miliequivalentes por 100 gramos de suelo (4).

Dadas las características que presenta el perfil del suelo, fertilidad, materia orgánica, desarrollo, etc. permite un aprovechamiento intensivo (4).

3.1.7.3. Descripción de los materiales:

Los materiales experimentales usados fueron: Dosis (con concentración de 5×10^{12} conidias por hectárea por gramo) del hongo Metarrhizium anisopliae, y la variedad de caña de azúcar CP-722086 caña soca de cinco cortes y nueve meses de edad.

3.1.7.3.1. Variedad CP-72-2086:

Características agronómicas: Tiene un color amarillo verdoso (los hijuelos poseen un color rosado), buen vigor y cierre de calles. Su crecimiento es erecto y no posee afate; es una variedad muy floreada (hasta 99%), de fácil corte y desbarejado regular. Tiene buen retorno y se adapta a todo tipo de suelo, aunque su rendimiento merma en forma mínima en suelos poco profundos y arenosos (2).

Patología: Es una variedad resistente al carbón y altamente resistente a la roya; es susceptible al mosaico, con un porcentaje de incidencia de éste que oscila entre 10 y 50; sin embargo, dicha enfermedad no afecta su desarrollo y crecimiento (2).

Madurez: Esta variedad es de maduración temprana, por lo cual se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero ya que en caso de atrasarse estas actividades, debido a su alto porcentaje de floración se forma tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo, lo que implica un despunte más abajo y por lo consiguiente una reducción en la producción (2).

Rendimiento: Esta variedad tiene un buen tonelaje de caña por hectárea y un alto rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada tanto a nivel experimental como a nivel comercial (2).

A nivel comercial se han obtenido resultados promedio de 116.39

toneladas de caña por hectárea y 94.34 kilogramos de azúcar por tonelada (2).

Fibra: En estudios a nivel experimental se ha obtenido de 12.7 a un 14% de fibra en plantilla, a los 12 meses de edad, lo cual es un parámetro considerado como adecuado (2).

3.1.8. Aplicaciones de entomopatógenos en forma masiva a nivel de campo para el control de chinche salivosa Aeneolamia sp.

En el Brasil, la chinche salivosa (Aeneolamia sp), se combate asperjando aproximadamente 200 gramos de esporas por hectárea del hongo Metarrhizium anisopliae. Se aplica en forma aérea, como si se tratara de un insecticida cualquiera, adicionándole un agente que rompa la tensión superficial, que puede ser un detergente u otro producto comercial como el Tween 80. El hongo es reproducido en los laboratorios de los ingenios mediante frascos de vidrio de 1 litro conteniendo como sustrato arroz tratado en autoclave y humedecido. El hongo se deja crecer durante 12 días y luego se obtienen las esporas por tamizado, del total de arroz se obtienen 10% de esporas (10 gramos) (29).

Otra forma de combatir esta plaga en Brasil, es utilizando frascos esterilizados de 1 litro conteniendo como sustrato 100 grs. de arroz en los cuales se cultiva el hongo Metarrhizium anisopliae, posterior a la reproducción del hongo estos frascos son llevados directamente al campo, se les adiciona agua común, preparando así una suspensión fúngica (29).

Esta suspensión fúngica se aplica como si se tratara de una aspersión cualquiera, utilizando las siguientes dosis (29):

- Para aplicaciones terrestres = 40 frascos (1000cc) /400 litros de agua/hectárea.

- Para aplicaciones aéreas: = 30 frascos (1000cc) /80 litros de agua/hectárea.

Un frasco bajo condiciones normales de laboratorio (27 a 29° centígrados y 60-80% de humedad relativa) produce de 15 a 20 gramos de esporas (29).

4. OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar si existen cambios en el índice de infestación de la chinche salivosa Aeneolamia sp. (Homóptera:cercopidae) al aplicar el hongo entomopatógeno Metarrhizium anisopliae, en una plantación de caña de azúcar variedad CP 72-2086, en la finca Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

ESPECIFICOS:

Determinar el efecto de tres diferentes concentraciones del hongo entomopatógeno Metarrhizium anisopliae, en el estado de ninfa y adulto de la chinche salivosa.

Determinar la rentabilidad de los tratamientos en cuanto a las aplicaciones del hongo entomopatógeno Metarrhizium anisopliae.

5. HIPOTESIS.

Al menos una de las tres dosis del hongo Metarrhizium anisopliae es efectiva para el control de las poblaciones de chinche salivosa Aeneolamia sp. en estado de ninfa.

La aplicación de Metarrhizium anisopliae, no es ideal para causar epizootia en los adultos de la chinche salivosa.

Existen diferencias rentables en la aplicación de tres dosis de Metarrhizium anisopliae sobre la chinche salivosa, tanto en estado de ninfa como en adulto.

6. MATERIALES Y METODOS.

6.1. Diseño experimental:

En la investigación se utilizó el diseño de bloques al azar evaluándose un producto biológico, cuatro tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales.

6.1.1. Descripción de los tratamientos:

Los tratamientos evaluados en la investigación se presentan a continuación:

CUADRO 1. Dosis evaluadas en la aplicación del hongo entomopatógeno Metarrhizium anisopliae contra ninfas y adultos de la chinche salivosa. Sigüinalá, Escuintla. 1994

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	DOSIS
		gr/ha
1	Testigo absoluto	0.00
2	<u>Metarrhizium anisopliae</u>	31.25
3	<u>Metarrhizium anisopliae</u>	62.50
4	<u>Metarrhizium anisopliae</u>	125.00

NOTA: A todos los tratamientos se le agregó un surfactante (Extravon 50 cc/100 litros de agua), además, todos los tratamientos tuvieron una concentración de 5×10^{12} conidias por hectárea/gramo y, un 84% de germinación. (Material colectado por CENGICA 1994, en la región cañera Guatemalteca, revigorizado y cultivado en arroz, para luego ser utilizado en forma de polvo puro luego de que se tamizo)

6.1.2. Tamaño de la unidad experimental:

La unidad experimental para el caso de la aplicación contra ninfas fue rectangular, constituida por 13.5 metros de ancho por 15 metros de longitud para un total de 202.50 m².

Esta unidad experimental estuvo compuesta por 9 surcos distanciados a 1.5 metros por 15 metros de longitud. La parcela neta o útil estuvo constituida por los cinco surcos centrales de dicha parcela experimental, dejando dos surcos de cada lado de la parcela como borde y, en los cabeceras 2.5 metros. Esto dio como resultado que se dejara un área neta o útil de 7.5 metros (5 surcos distanciados a 1.5 metros = 7.5 metros) por 10 metros de longitud. (7.5 metros x 10 metros = 75m² de la parcela neta). Para separar un bloque del otro se dejaron 13.50 metros lineales, para separar un tratamiento del otro en el mismo bloque se dejaron 7.50 metros lineales. Los bloques fueron dispuestos en forma perpendicular a la gradiente de variabilidad (que para nuestro caso fue la humedad). figura 11A.

La unidad experimental para el caso de la aplicación contra adultos fue rectangular constituida por 32 metros de diámetro por 110 metros de longitud, para un total de 3,520 m² de parcela bruta, compuesta por 21 surcos distanciados a 1.5 metros por 110 metros de largo (32 metros * 110 metros). Las parcelas útiles estuvieron constituidas por los 5 surcos centrales (equivalente a 7.5 metros) distribuidas en dos subparcelas dentro de la parcela bruta. Estas dos subparcelas tuvieron 50m de longitud, debido a que se dejaron en las cabeceras de la parcela bruta 30 metros lineales, comprendiendo dicha subparcela 300 m². Se separaron los bloques dejando 20 metros lineales entre los mismos. Un tratamiento del otro dentro del mismo bloque, se separó dejando 13.50 metros lineales correspondientes a 9 surcos de caña. Los bloques fueron dispuestos en forma perpendicular a la

gradiente de variabilidad (al igual que para el caso de la aplicación contra ninfas, la gradiente fue la humedad). La parcela útil que estuvo constituida por los 5 surcos centrales de cada parcela bruta es por donde pasa la parte central del avión. (figura 12A)

6.1.3. Manejo del experimento:

6.1.3.1. Manejo de las plantaciones donde se hicieron los experimentos:

El sitio experimental donde se llevaron a cabo las evaluaciones, se les realizaron las mismas prácticas de manejo, que se detallan en el cuadro 2.

6.1.3.2.. Ubicación del área experimental:

El área experimental fue ubicada en la finca San Bonifacio, Siquinalá, Escuintla, utilizando la variedad de caña de azúcar CP-722086. Cuando la plantación presentó un grado de infestación de 0.80 ninfas/tallo ó 0.40 adultos/tallos, según como indica Badilla (3) y como se toma en la empresa para determinar el nivel crítico y decidir el control. Se procedió a realizar un muestreo con objeto de ir determinando el nivel crítico para decidir el control.

6.1.3.3. Variables de respuestas:

A.- Índice de infestación por tallo. (Indica el grado de ataque de la plaga).

Índice de infestación = $\frac{\text{Total de ninfas} + \text{adultos (vivos)}}{\text{Total de tallos muestreados.}}$

Total de tallos muestreados.

B.- Porcentaje de parasitismo. (Indica el grado de efectividad del hongo). Insectos muertos con presencia de Metarrhizium anisopliae.

$$\text{Porcentaje de parasitismo del hongo.} = \frac{\text{Total de insectos muertos} * 100}{\text{Total de insectos vivos + Muertos.}}$$

Esta variable de respuesta se evaluó al recolectar adultos en los diferentes tratamientos, y, posteriormente se analizó en el laboratorio a través de un microscopio observando presencia del hongo Metarrhizium o no.

Cuadro 2. Labores realizadas en los sitios experimentales, donde se hicieron las evaluaciones de Metarrhizium anisopliae contra ninfas y adultos de la chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla. 1994.

LABORES	SEMANA DESPUES DEL CORTE
Desbasurado manual.	5
Subsuelo o descarne.	6
Primer rondeo manual.	9
Primer cultivo (rastra).	11
Primer riego por gravedad.	11
Primera fertilización.	11
Primera aplicación herbicidas en soca.	12
Segundo riego por gravedad.	16
Segunda aplicación herbicidas en soca.	18
Tercer riego por gravedad.	23
Segunda fertilización.	23
Rondeo con chapeadora.	31
Primera limpia manual.	32
Primer control químico de rondas con mochila.	35
Segundo rondeo con chapeadora.	39

6.1.4. Fase de campo

6.1.4.1 Aplicación de los tratamientos:

Los tratamientos se aplicaron para la evaluación de ninfas en la última semana de agosto (día 28), que es la época en la que ya están establecidas las lluvias en la región, y la aplicación para adultos se realizó en la tercera semana de septiembre (día 19). Se realizó un muestreo previo con el objeto de delimitar las unidades experimentales, delimitándoles el área en donde existió un grado de ataque como se mencionó anteriormente inciso (6.1.3.2.)

6.1.4.2. Aplicación del hongo Metarrhizium anisopliae:

La aplicación para la evaluación de las ninfas se realizó con bombas de mochila con capacidad de 16 litros y a una presión constante de 20.45 kg/cm², el producto se aplicó entre las 5:00 y 8:00 a.m. con el motivo de favorecer las condiciones para el desarrollo del hongo.

La aplicación del hongo para la evaluación de los adultos se realizó con una avioneta tipo Cessna, la barra de aplicación tuvo 61 boquillas para una cobertura de 16 metros, a una altura de vuelo de 2 metros y un volumen de descarga por hectárea de 27.70 litros a una presión constante de 17.73 kg/cm².

Para cubrir el área de cada parcela experimental de la aplicación contra adultos (0.352 hectárea.) se necesitaron dos pasadas de avioneta. (figura 10A).

6.1.4.3. Levantamientos poblacionales de la chinche salivosa:

A los 15 días posteriores a la aplicación de los tratamientos se realizó un muestreo con el objeto de evaluar el efecto del hongo.

realizando un total de cuatro muestreos por cada aplicación del hongo (aplicación terrestre y aérea) en intervalos de quince días. Los muestreos se realizaron para el caso de la aplicación contra ninfas a partir del doce de septiembre para finalizar el 27 de octubre; para el caso de la aplicación contra adultos se realizaron los muestreos después de aplicado el producto el cuatro de octubre para terminar el 15 de noviembre, período que cubre los principales meses de lluvia, que es cuando la plaga tiene su mayor grado de ataque. A través de estos levantamientos poblacionales se obtuvieron las variables respuestas mencionadas anteriormente.

Para evaluar las variables respuestas se procedió con la metodología propuesta por Gaviria (20) que consistió en tomar al azar dos muestras por hectárea de insectos. La muestra consistió en tomar 10 metros lineales de surco y dentro de ellas seleccionando al azar 10 brotes y/ó tallos donde se contabilizaron ninfas (salivasos) y adultos. En esta forma se determina la densidad de cada estado por tallo. Se procedió con esta metodología, sólo que las diez muestras fueron tomadas en 10 brotes dispersos en toda la subparcela experimental. Se realizaron dos muestreos en cada subparcela como si fuera un área de una hectárea en cada subparcela neta (0.03 hectárea) de la parcela bruta esto, para lo que fue la aplicación aérea para los adultos debido a el tamaño de la parcela. La forma de como se muestreó en cada subparcela para adultos se puede apreciar en la figura 10A. Para la evaluación de las ninfas sólo se utilizó un muestreo en la parcela, debido a que el tamaño de la misma es mucho menor que la parcela para adultos y según el tamaño óptimo de parcela experimental es representativo. Al mismo tiempo que se contaron ninfas y adultos se efectuó el conteo para determinar si habían insectos parasitados por el hongo colectándolos en bolsas identificadas para su posterior análisis con

identificación de la presencia del hongo en las chinches a través de un microscopio, en el centro de investigación y capacitación de la caña de azúcar CENGICA.

Para hacer los conteos de los adultos parasitados por el hongo se procedió a colocar trampas amarillas en toda la periferia de todas las parcelas netas con el objeto de que no se perdieran por cualquier motivo. Se contabilizaron los que estaban dentro de la cepa de caña que correspondía a el muestreo que se estaba haciendo y, recolectando las de las distintas trampas amarillas, para que se analizaran en el laboratorio como se mencionó anteriormente verificando presencia del hongo o no.

De la misma manera, al hacer los muestreos se trato de contabilizar a las ninfas de la chinche salivosa (Homóptera:cercopidae), pero no fue posible encontrar la ninfas después de la aplicación, debido a factores no controlables en el campo como pueden ser la depredación por otros insectos, precipitación, etc.

Los muestreos se realizaron cada 15 días a partir de cuando se aplico el hongo, y luego cada 15 días después de cada muestreo.

6.1.5. Análisis de la información:

A los datos de campo se les realizo una transformación debido a que su distribución no es normal, a través de la fórmula $\sqrt{X + 0.50}$ según Little y Hills (23), esta transformación es la que más se adapta a los resultados obtenidos en el ensayo y, posteriormente se les realizó un análisis de varianza para la variable, índice de infestación de tallo que, fue la que se pudo obtener, para el efecto se utilizó el modelo:

$$Y_{ij} = m + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la i-jésima parcela neta de caña de azúcar.

m = Efecto de las media general.

t_i = Efecto del i-ésima dosis de Metarrhizium anisopliae.

b_j = Efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental de la ij-ésima parcela neta de caña de azúcar.

Al mismo tiempo a cada tratamiento se le efectuó un análisis de regresión determinando el índice de infestación en función de los días después de aplicado el hongo Metarrhizium anisopliae.

6.1.5.1. - Prueba de Tukey:

Para la aplicación terrestre contra ninfas de chinche salivosa que presento diferencias significativas en el análisis de varianza se efectuó una prueba de medias de Tukey.

6.1.5.2. Análisis económico:

Se realizó un análisis de económico determinando la rentabilidad en función de los tratamientos evaluados, mediante la fórmula:

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

Donde:

R = Rentabilidad en porcentaje.

IN = Ingreso neto.

CT = Costos totales

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae contra ninfas de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.

A continuación se presentan los resultados de campo obtenidos en la aplicación de Metarrhizium anisopliae, en la evaluación de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. A continuación se detallan los promedios por tratamiento de los cinco muestreos realizados:

Cuadro 3. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, promedio de los cinco muestreos por tratamientos. Evaluación aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae en ninfas de chinche salivosa, Siquinalá, Escuintla, 1994.

MUESTREO	TRATAMIENTO	I	II	III	IV	X
1		1.56	1.40	1.66	1.54	1.54
2		2.02	1.65	1.79	1.50	1.74
3		1.96	1.82	1.93	1.76	1.87
4		1.79	1.76	1.81	1.72	1.77
5		1.29	1.19	1.21	1.24	1.23
X		1.72	1.56	1.68	1.55	

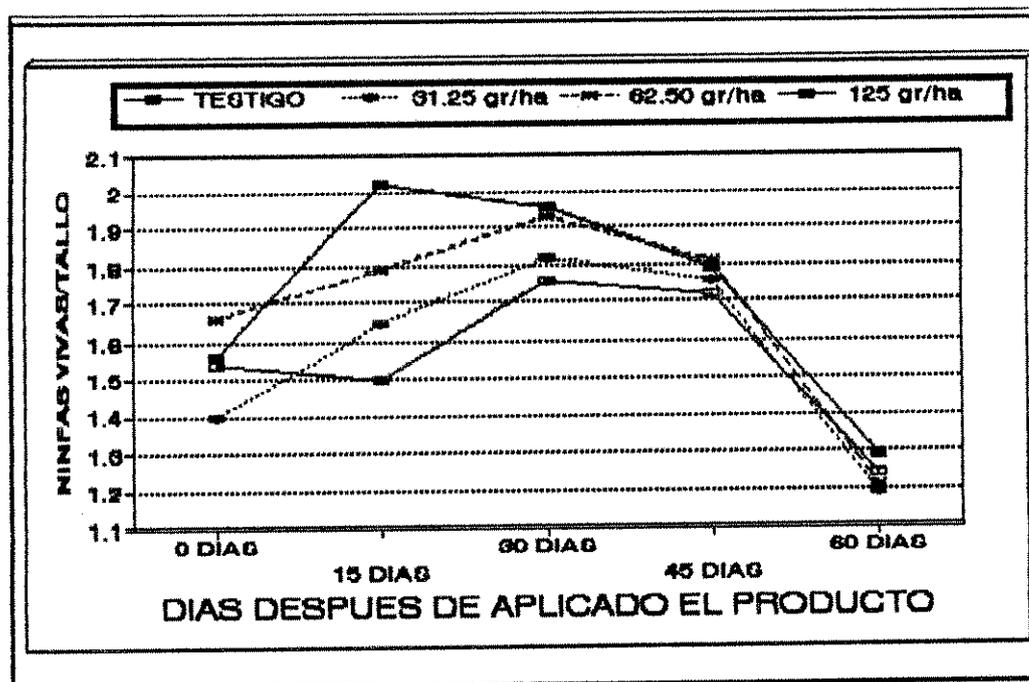


Figura 4. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, evaluación dosis de Metarrhizium anisopliae, promedio de los muestreos, Siquinalá, Escuintla, 1994.

Al hacer el análisis de varianza cuadro 4, tenemos que:

Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza para ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae, Siquinalá, Escuintla, 1994.

Factor Variación	G.L.	C.M.	F.c.	Ft.
Bloques	4	0.2542153	28.07	3.49 5.95 *
Tratamientos	3	0.0362943	4.01	
Error	12	9.055455E-03		
Total		1.234409		

$$C.V. = 5.838047 \%$$

Según el cuadro 4, si existen diferencias en el número de ninfas vivas tallo de chinche salivosa, para las dosis de Metarrhizium anisopliae evaluadas.

Para determinar que dosis tuvo el mejor efecto sobre las poblaciones de ninfas de chinche salivosa, se detalla en el cuadro 5, a continuación la prueba múltiple de medias de Tukey:

CUADRO. 5 Prueba múltiple de medias de Tukey de ninfas vivas por tallo, aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae, Siquinalá, Escuintla, 1994.

# DEL TRATAMIENTO	MEDIA Ninfas vivas por tallo	ORDENAMIENTO
1 Testigo absoluto	1.726	A
3 (62.50 gr/ha M.a.)	1.68	B
2 (31.25 gr/ha M.a.)	1.564	C
4 (125 gr/ha M.a.)	1.552	D

En el cuadro 5, se observa que el mejor tratamiento en el control de ninfas, es el tratamiento cuatro, que corresponde a la dosis de 125 gr/ha de Metarrhizium anisopliae pues arrojó menor cantidad de ninfas vivas por tallo, y el tratamiento que le siguió fue el dos con la dosis de 31.25 gr/ha de Metarrhizium anisopliae. Ello indica que existió una relación inversa entre el incremento de dosis con respecto al número de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, pues si hubiese sido directa, el segundo mejor tratamiento hubiera sido la dosis de 62.50 gr/ha de Metarrhizium anisopliae, pero como se mencionó el tratamiento que se siguió en orden fue el dos.

La media de 1.552 ninfas vivas por tallo, se considera según Badilla (3), como una población crítica, que amerita control.

Por lo tanto una sola dosis de 125 gramos/hectárea de Metarrhizium anisopliae quizás no sea apropiada, por lo que se requiera mayor estudio, elevando las dosis y aumentando la frecuencia y secuencias de aplicación.

Esta situación de relación inversa entre el aumento de las dosis entre los diferentes tratamientos, se puede observar en las figuras de la cinco la ocho que a continuación se detallan, en donde vemos que existe una correlación baja entre el índice de infestación de ninfas de chinche salivosa vivas por tallo a los 60 días después de aplicado el producto en los diferentes tratamientos.

El coeficiente de correlación bajo nos indica que la tendencia de las poblaciones era disminuir, mientras que un coeficiente de correlación alto nos indica que la poblaciones tendían a aumentar.

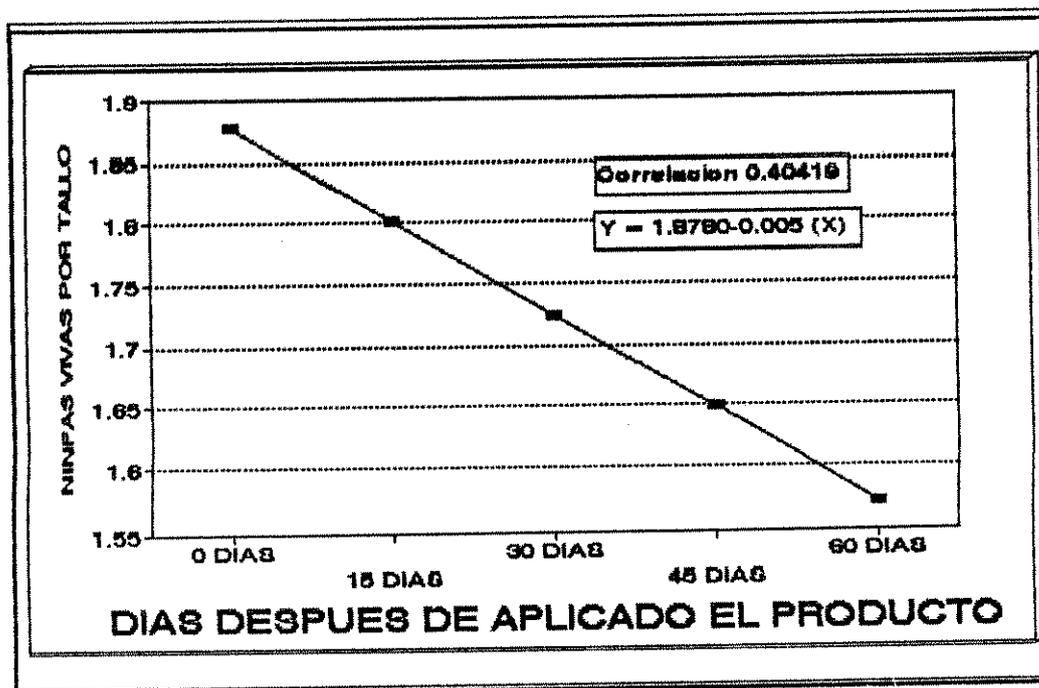


Figura 5. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Análisis de regresión. Tratamiento Testigo absoluto. 0 gramos/hectárea de Metarrhizium Siquinalá, Escuintla, 1994.

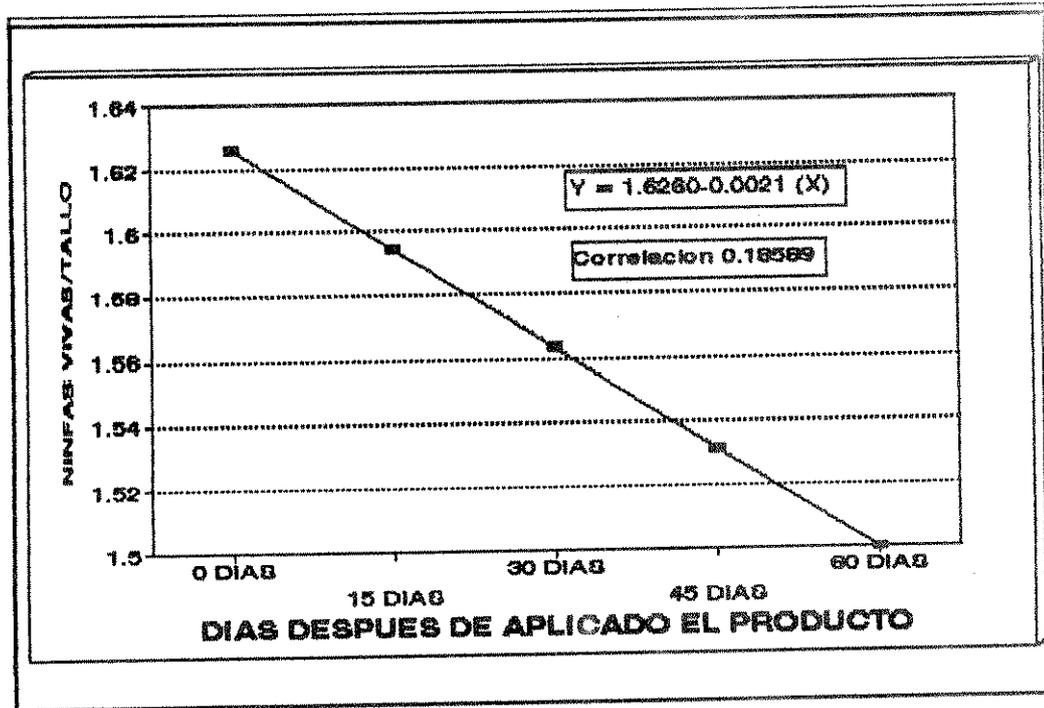


Figura 6. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Análisis de regresión. Trat. 31.25 gr/ha de *Metarrhizium*. Sigüinalá, Ecuintla, 1994.

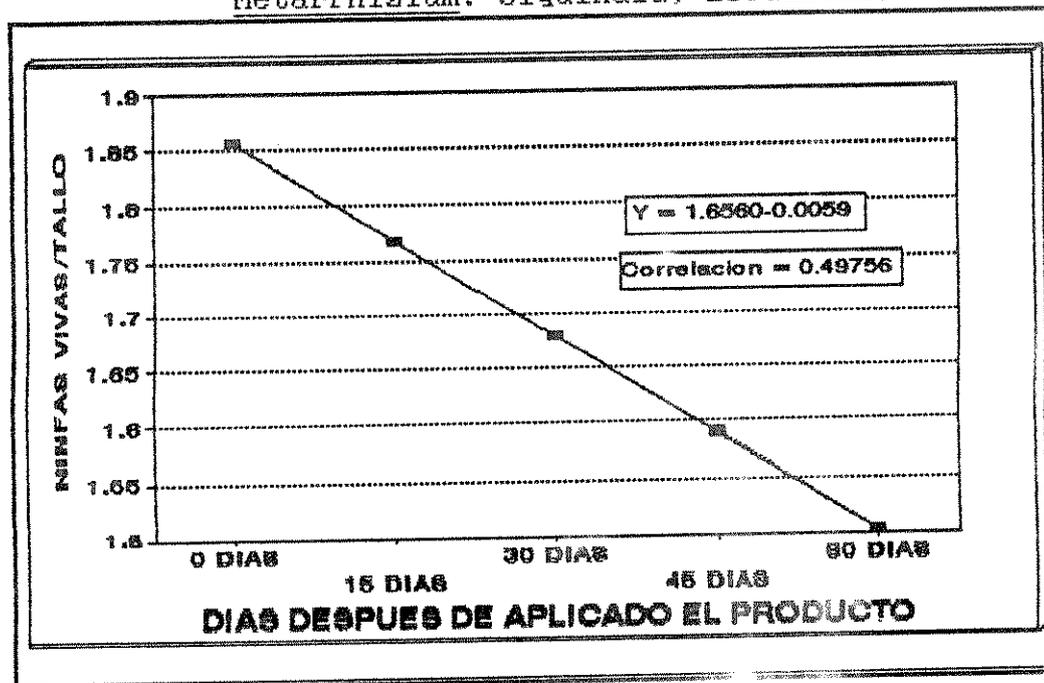


Figura 7. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Análisis de regresión. Trat. 62.50 gr/ha de *Metarrhizium*. Sigüinalá, Ecuintla, 1994.

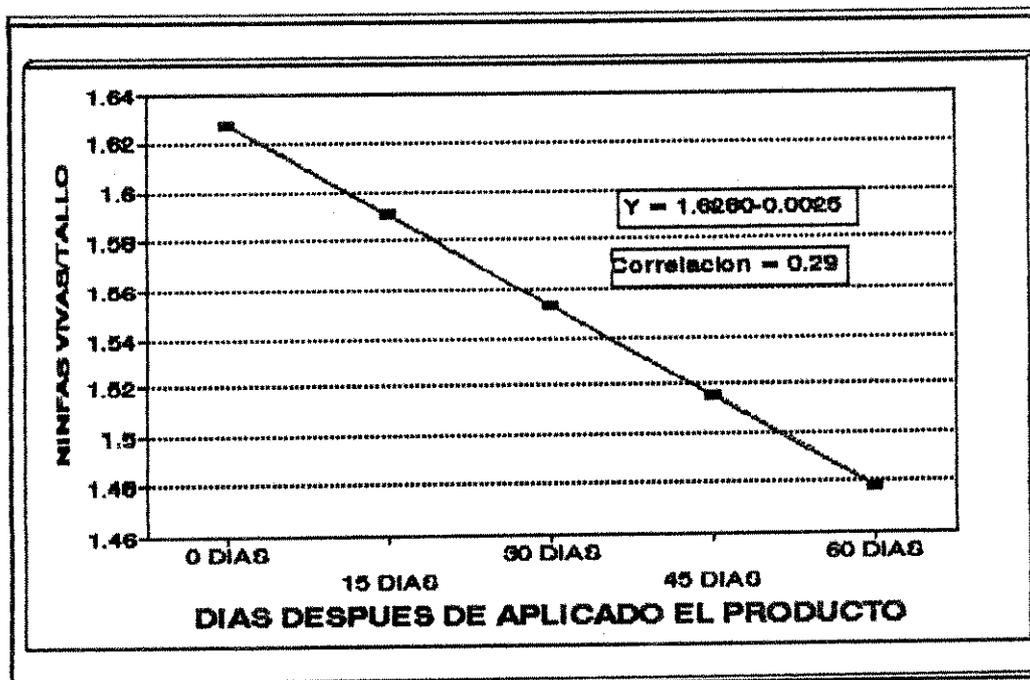


Figura 8. Ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. Análisis de regresión. Trat. 125 gr/ha de Metarrhizium. Siquinalá, Escuintla, 1994.

Para tener una mejor idea de esta situación, a continuación se detalla los rendimientos de campo y análisis de varianza para la variable de rendimiento: toneladas de caña por hectárea.

Cuadro 6 Rendimiento bruto y rendimiento en azúcar. Evaluación aplicación terrestre del hongo *Metarrhizium anisopliae* en ninfas de chinche salivosa. Sigüinalá, Ecuintla, 1994.

TRATAMIENTO	REPETICION	TCH	KGS/AZ/TC
1	1	70.21	97.82
2	1	65.77	95.05
3	1	72.88	97.84
4	1	75.10	98.50
1	2	65.77	97.00
2	2	66.66	98.26
3	2	79.99	98.71
4	2	67.99	95.74
1	3	63.54	99.13
2	3	59.10	99.92
3	3	63.55	96.15
4	3	74.66	99.40
1	4	75.55	95.98
2	4	63.55	96.81
3	4	59.55	95.45
4	4	69.33	99.00
1	5	66.66	9 .04
2	5	65.77	94.28
3	5	87.10	97.53
4	5	64.88	93.88

REFERENCIAS:

(TCH) = Toneladas de caña por hectárea.

(KG/AZ/TC/HA) = Kilogramos de azúcar por tonelada de caña por hectárea.

Cuadro 7 Resumen del análisis de varianza del rendimiento bruto de caña. Aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla, 1994.

Factor Variación	G.L.	C.M.	F.c.	Ft.
Bloques	4	27.8867	0.55	3.49 5.95 N.S.
Tratamientos	3	64.50	1.27	
Error	12	50.7168		
Total		913.656		

C.V. = 10.33903 %

N.S. = No significancia.

Al observar el cuadro 7 nos damos cuenta que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los rendimientos de los diferentes tratamientos, en lo que respecta a toneladas de caña por hectárea, estos datos relacionados con un análisis económico nos dará una mejor visión de la rentabilidad de las dosis.

Cuadro 8. Valor de las prácticas de cultivo, efectuadas en cada una de las evaluaciones, en ninfas y adultos de la chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.

TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4
ACTIVIDADES	Testigo	31.25gr/ha.	62.50gr/ha	125gr/ha
Rendimiento bruto (ton/ca/ha) Promedio	68.44	68.34	70.39	72.61
Rendimiento (Kg/az/tc/ha)	96.79	96.86	97.14	97.30
Rendimiento ajustado (5%) (kg/az/ton/ca/ha)	91.95	92.02	92.28	92.44
Costos/gramo de Metarrhizium. (Q/tc/ha)	0.00	13.00	25.30	51.80
Costo siembra Q/ha	2639.23	2639.23	2639.23	2639.23
Costo manejo de la plantación. Q/ha.	2153.61	2168.61	2193.91	2220.41
CAT (corte, alce y transporte). Q/ha (22.08 ton/caña)	1511.15	1508.94	1554.21	1603.23
Costo de producción ingenio Q. 0.16/kg	1006.88	1005.92	1039.29	1073.93
COSTOS TOTALES Q/hectárea	7310.87	7307.20	7451.94	7588.60
INGRESOS TOTALES \$0.47*5.8*kg/az/ha)	17154.87	17129.81	17706.98	17737.67
INGRESO NETO Q/ha	9844.00	9822.61	10255.04	10149.07

Cuadro 9. Rentabilidad en la aplicación terrestre de diferentes dosis de Metarrhizium anisopliae en ninfas de chinche salivosa Aeneolamia sp. (Homóptera:cercopidae). Siquinalá, Escuintla, 1994.

Tratamientos	Producción ton/ca/ha*	Kg. azúcar. por hectárea	Ingreso Total	Costos Totales	Ingreso Neto	REN.** (%)
1 (testigo)	68.44	91.95	17154.87	7310.87	9844.00	57.38
2 (31.25g/ha)	68.34	92.02	17129.81	7307.20	9822.61	57.34
3 (62.50g/ha)	70.39	92.28	17706.98	7454.94	10255.04	57.92
4 (125 gr/ha)	72.61	92.44	17737.67	7588.60	10149.07	57.23

* = Toneladas de caña por hectárea.

** = Rentabilidad en porcentaje donde:

R = Rentabilidad.

IN = Ingreso Neto.

CT = Costos totales.

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100.$$

En el análisis económico se procedió a obtener la rentabilidad de cada uno de los tratamientos en las aplicaciones de Metarrhizium anisopliae. Para obtener los costos de cada tratamiento, se hizo un registro de precios, además se hizo necesario considerar un rendimiento ajustado de cinco por ciento, debido a que los tratamientos presentaron rendimientos superiores al obtenido en la fábrica (ingenio).

El cuadro 8 se presenta el valor de las prácticas de cultivo efectuadas en la evaluaciones en ninfas vivas de chinche salivosa.

El cuadro 9 presenta el análisis de rentabilidad, el cual muestra que existen leves diferencias al aplicar las diferentes dosis de Metarrhizium

anisopliae en el estudio en Siquinalá, Escuintla.

Lo importante aquí sería seguir evaluando concentraciones mayores a 125 gr/ha de Metarrhizium, para determinar si se incrementa la efectividad del producto en el control de ninfas y por ende, en el rendimiento y su rentabilidad.

En lo que respecta a la variable parasitismo del hongo esta no fue observada en campo, pero se asume básicamente que esto se pudo haber debido a varios factores como la precipitación, predadores de ninfas de chinche salivosa (5).

7.3. Consideraciones generales:

De los resultados obtenidos y su discusión, se puede ir definiendo preliminarmente que el efecto del Metarrhizium anisopliae se da en la fase de ninfas de la chinche salivosa y no en la de adultos, aunque se debe seguir considerando y evaluando los factores determinantes (aparte de Humedad relativa y temperatura) en el control de adultos e incrementar la dosis de Metarrhizium para el control de ninfas y, observar si el rendimiento aumenta en forma proporcional en el aumento de las mismas.

7.2. Aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae contra adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.

El comportamiento de la población de los cuatro tratamientos al final de los cinco muestreos, tomando como base el promedio de adultos vivos por tallo, se puede observar en el siguiente cuadro.

CUADRO 10. Adultos vivos por tallo de chinche salivosa, promedio de los cinco muestreos por tratamiento. Aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla. 1994

MUESTREO	TRATAMIENTO	I	II	III	IV	X
1		1.18	1.10	1.18	1.18	1.16
2		1.04	1.01	1.02	1.02	1.02
3		0.93	0.84	0.82	0.93	0.88
4		0.81	0.78	0.73	0.72	0.76
5		0.73	0.72	0.71	0.72	0.72
X		0.94	0.89	0.89	0.91	

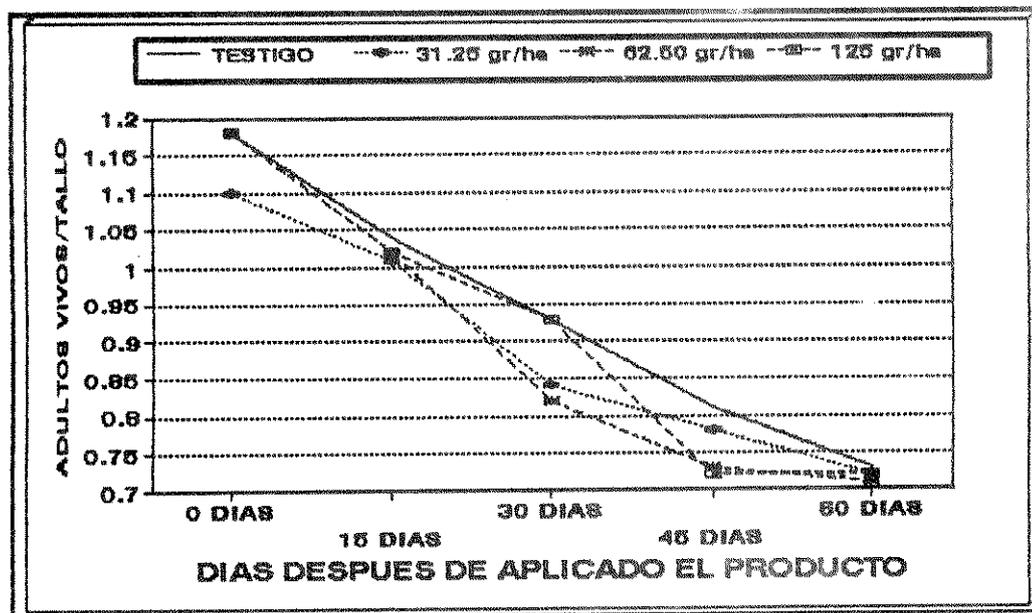


Figura 9. Adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Evaluación dosis de *Metarrhizium anisopliae*, promedio de muestreos. Siquinalá, Escuintla, 1994.

De los anteriores resultados (adultos vivos por tallo) se obtuvo el correspondiente análisis de varianza, en el cual tenemos lo siguiente:

Cuadro 11 Resumen del análisis de varianza para adultos vivos por tallo de chinche salivosa. Aplicación aérea de *Metarrhizium anisopliae*. Siquinalá, Escuintla, 1994.

Factor Variación	G.L.	C.M.	F.c.	Ft.
Bloques	4	0.1346455	119.67	5.49 5.95 N.S.
Tratamientos	3	2.524694E-03	2.24	
Error	12	1.125177E-03		
Total		0.5596581		

C.V. = 3.692202 %

N.S. = No significancia.

RECIBIDO EN EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 15 DE ABRIL DE 1995
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

Según el cuadro 11 estadísticamente no existieron diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto no hubo diferencias entre dosis del hongo Metarrhizium anisopliae en el control de adultos vivos/tallo de chinche salivosa durante los 60 días que duró la prueba. Los factores que en este estudio incidieron en la no efectividad del producto no se pueden establecer, aunque si se toma en cuenta lo que dice Alves (1), Badilla (3), Bennett (5) en lo referente a factores determinantes en la efectividad del hongo, mencionan que, entre estos están básicamente la temperatura y la humedad relativa.

Los parámetros promedio que fueron determinados en este estudio son: 27 grados centígrados de temperatura y 83% de humedad relativa. Al hacer comparaciones con lo que recomienda Mendoca (25) donde indica que la zona favorable para una alta producción de conidios esta entre 60-90% de humedad relativa y 23-29 grados centígrados de temperatura, se puede decir que las condiciones climáticas fueron favorables por lo que no pudo haber incidido esto, de manera determinante en la no efectividad del Metarrhizium anisopliae en el control de las poblaciones de adultos vivos de la chinche salivosa.

Otro factor importante que señala Bennett (5) es la viabilidad del hongo Metarrhizium anisopliae para que pueda causar esporulación el hongo. En el laboratorio del centro de investigación y capacitación de la caña de azúcar (CENGICA), a través de un hematocímetro se determinó que el hongo que se utilizó tenía 84% de germinación. Ello indica que el material si estaba viable para causar epizootia y, para causar parasitismo en los adultos de la chinche salivosa.

La no efectividad del hongo también se puede analizar en los datos de rendimiento en toneladas de caña por hectárea y kilogramos de azúcar por

tonelada de caña por hectárea que se muestran continuación en el cuadro 5, en donde al hacer su análisis de varianza respectivo para toneladas de caña por hectárea, cuadro 13, este muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 12 Rendimiento bruto y rendimiento de azúcar obtenido en la aplicación aérea del hongo Metarrhizium anisopliae en adultos de chinche salivosa, Siquinalá, Escuintla. 1994.

TRATAMIENTO	REPETICION	TCH	KGS/AZ/TC/HA
1	1	63.63	97.71
2	1	64.24	97.80
3	1	53.53	95.72
4	1	58.98	95.92
1	2	36.56	95.10
2	2	46.46	97.39
3	2	56.56	96.55
4	2	39.59	96.43
1	3	62.85	95.45
2	3	57.18	91.46
3	3	59.65	100.25
4	3	63.59	101.91
1	4	63.10	94.63
2	4	54.96	96.00
3	4	22.93	103.95
4	4	53.24	99.02
1	5	52.99	98.18
2	5	53.57	98.66
3	5	43.51	99.97
4	5	41.74	100.37

REFERENCIA:

(TCH) = Toneladas de caña por hectárea.

(KGS/AZ/TC/HA) = Kilogramos de azúcar por tonelada de caña por hectárea.

Cuadro 13. Resumen del análisis de varianza de rendimiento en bruto de Aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla, 1994.

Factor Variación	G.L.	C.M.	F.c.	Ft.
Bloques	4	222.4736	2.33	3.49 5.95 N.S.
Tratamientos	3	79.41016	0.53	
Error	12	95.39453		
Total		2272.86		

$$C.V. = 18.62405 \%$$

N.S. = No significancia.

La consecuencia por la cual las poblaciones de adultos de chinche salivosa hayan disminuido en forma similar, se puede deber a la variación en la precipitación, pues como lo menciona Alves (1), es una determinante que correlaciona la temperatura en °C y humedad relativa con las épocas de mayor incidencia de la plaga, y como se muestra en la figura 13A, hubo periodos de descenso de lluvias durante la época que se llevó a cabo el experimento.

Por lo anteriormente expuesto, se puede decir en forma preliminar, que hay dos situaciones por la cuales se tuvieron los anteriores resultados:

1.- El Metarrhizium anisopliae en las dosis utilizadas no es efectivo contra las poblaciones de adultos de chinche salivosa. Ello se sustenta que su uso se ha dado sólo en Brasil, Venezuela, Colombia, Costa Rica, etc. Pero, en nuestro país no se tienen resultados que verifiquen tal efectividad o la nieguen, tal es el caso de la investigación realizada en Siquinalá, Escuintla.

2.- Existen condiciones climáticas aparte de la temperatura y humedad relativa que pueden contrarrestar y afectar la eficiencia del Metarrhizium anisopliae, lo cual no está comprobado, pero posiblemente la precipitación y la luz solar pueda incidir en tal efectividad, pues a nivel de laboratorio como lo indica Marroquin (24), la luz solar es un factor que afecta la longevidad del hongo.

B. CONCLUSIONES.

- 1.- La mejor efectividad de Metarrhizium anisopliae en el control de ninfas de chinche salivosa Aeneolamia sp. se obtuvo con la dosis de 125 gr/ha.
- 2.- El uso de Metarrhizium anisopliae en el control de adultos de chinche salivosa Aeneolamia sp. no fue funcional a ninguna de las dosis evaluadas, en el cultivo de la caña de azúcar, variedad CP 72-2086.
- 3.- Existen diferencias rentables en las dosis de Metarrhizium anisopliae evaluadas, para la variedad CP 72-2086, en Siquinalá, Escuintla.
- 4.- La dosis de 125 gr/ha de Metarrhizium anisopliae para el control de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, proporcionó una rentabilidad de 57.23%, ahunado a evitar, el impacto por el uso de los plaguicidas químicos.

9. RECOMENDACIONES.

- 1.- Evaluar específicamente la acción de la luz solar sobre el efecto del hongo.

- 2.- Tomar muy en cuenta lo que se refiere a la hora de aplicación del hongo, pues, la hora que le favorece más, corresponde a las últimas horas de la tarde y, por la noche.

- 3.- Evaluar el control biológico de Metarrhizium anisopliae de cepas nativas, aisladas y seleccionadas de los ecosistemas locales, apropiadas para el control de las especies y subespecies propias de la región.

10. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ALVES, R.Z. 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. Venezuela. FAO. p. 49-64.
- 2.- AMAYA ESTEVEZ, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. In El cultivo de la caña de azúcar. (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 13-26.
- 3.- BADILLA, F. 1990. Estrategias seguidas en el control biológico de salivaso. San José, Costa Rica, Dirección y Extensión de la Caña de Azúcar. 3 p.
- 4.- BARAHONA, R. et al. 1982. Estudio detallado de suelos, Escuintla, Guatemala. Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 30-36, 58-59.
- 5.- BENNETT, F. 1984. Discusiones sobre las posibilidades de control biológico de la candelilla. In Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 39-48.
- 6.- BERNAL, N.; ZAMBRANO, C. DE 1984. El uso de Metarrhizium en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 91-103.
- 7.- BIESSESAR, S. 1981. Estudio y combate de la mosca pinta en la caña de azúcar. In Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 252 p.
- 8.- BUENAVENTURA, O. 1991. Diagnóstico tecnológico de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 1-10.
- 9.- CALDERON, M. 1982. Cercópidos, plagas de los pastos en América tropical, biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 47 p.
- 10.- CASTRO, R. 1981. Estudio y combate de la mosca pinta en la caña de azúcar. In Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 229-235.

- 11.- CAWICK, A. 1981. Dinámica de población y pronóstico de brotes de mosca de la caña de azúcar. In Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (Z., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 221-227.
- 12.- CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1994. Estudio de la chinche salivosa en la zona cañera del sur de Guatemala. Centro Boletín técnico (Gua) no 2:1-3.
- 13.- CONTRERAS, G. DE 1984. Consideraciones sobre el control de candelilla (Aeneolamia sp.) en caña de azúcar. In Seminario barquisimeto (Z., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 193-219.
- 14.- 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. Diagnostico -EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 44 p.
- 15.- CORDOVA CALVILLO, S.G. 1977. Evaluación de cuatro insecticidas para el control de la chinche salivosa. (Aeneolamia sp.) en caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 30 p.
- 16.- CORONADO, R; MARQUEZ, A. 1980. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de insectos. México D.F. Limusa 282 p.
- 17.- ESQUIVEL, C. 1984. Algunas plagas de la caña de azúcar. Guía del participante. México D.F., GEPLACEA 15 p.
- 18.- FERRER, F; TORRES, M. DE 1984. Sinopsis histórica sobre el control de la candelilla (Aeneolamia sp.) en Venezuela. In Seminario barquisimeto (Z., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 105-140.
- 19.- FLORES, S. s.f. Manual de la caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
- 20.- GAVIRIA M., J.M. 1990. Informe sobre la visita realizada a las plantaciones de caña de azúcar de los ingenios azucareros Pantaleón y Concepción. Guatemala, Pantaleón. 25 p.
- 21.- GOMEZ, L.A. 1986. El cultivo de la caña de azúcar. In Congreso de la sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Cali, Colombia, Técnicaña. p. 184-185.

- 22.- 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.
- 23.- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México D.F., Trillas. p. 270.
- 24.- MARROQUIN VARELA, C.A. 1984. Evaluación del rango de hospedantes, medios de cultivo, luz y temperatura para la reproducción masiva del hongo entomopatógeno (Metarrhizium spp.) in vitro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
- 25.- MENDOCA, C. 1986. Manejo integrado de plagas de caña de azúcar y tecnología de producción de parasitoides y entomopatógenos. Brasil, FAO. 62 p.
- 26.- NAKANO, O. et al. 1981. Entomología económica. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil, Departamento de entomología. 314 p.
- 27.- RAMÍREZ, C. 1981. Daño producido por la mosca pinta o salivazo. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 4.
- 28.- REANO, A. 1984. Situación actual de la presencia de la candelilla en el área de influencia del central Matilde. In Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 39-48.
- 29.- TOLEDO MARTINEZ, J.A. 1987. Informe de la comisión realizada a Venezuela y Brasil. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de la Caña de Azúcar. p. 11-21.
- 30.- VREUGDENHIL, A. 1981. La "candelilla" Aeneolamia varia (cercopidae) en caña de azúcar en la zona centro-occidental de Venezuela. In Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores: memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 242-251.

Va. Bo. Rolando Barrios.



11. A P E N D I C E.

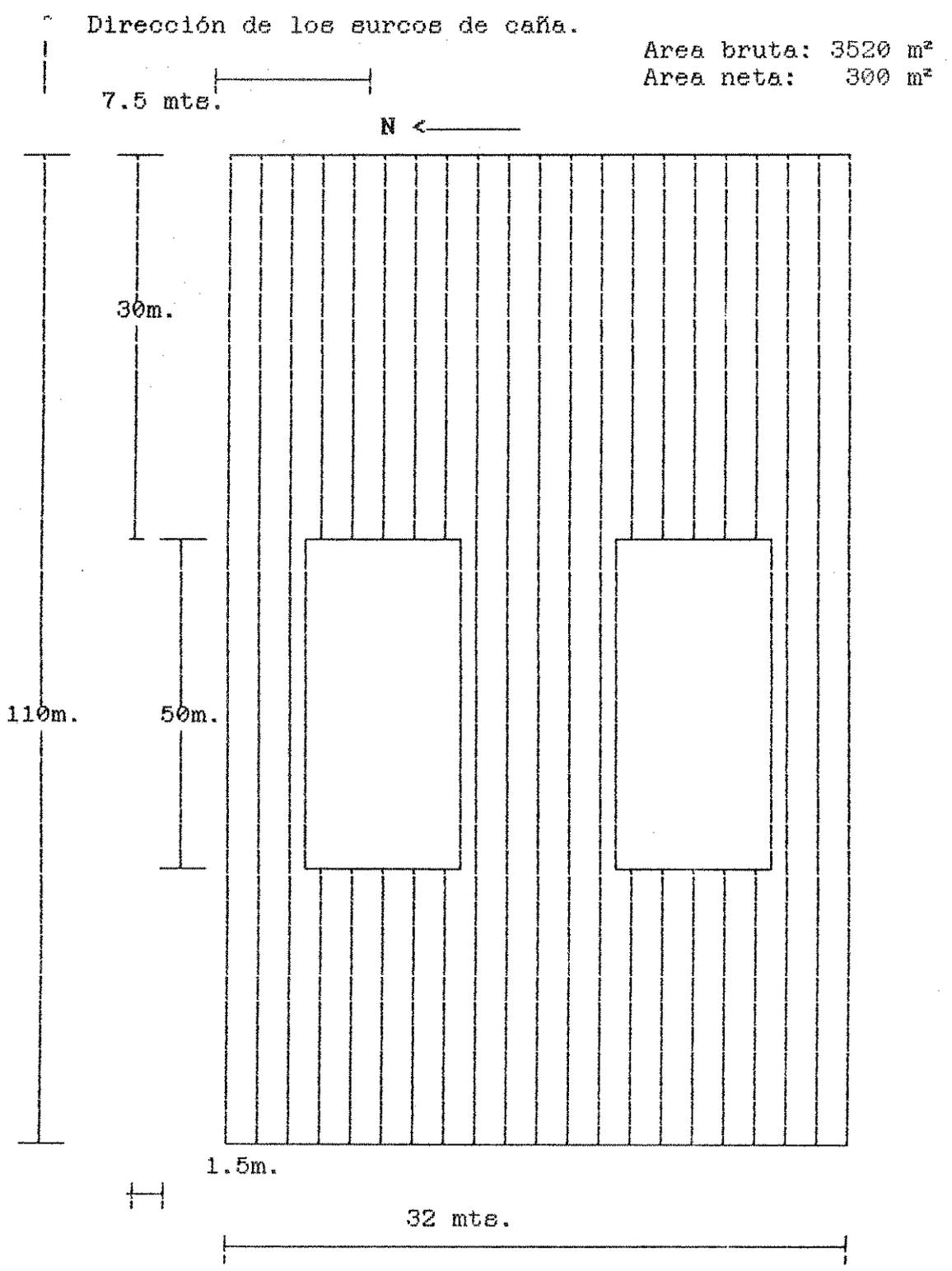


FIGURA 10A: Tamaño de la unidad experimental aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae Siquinalá, Escuintla, 1994.

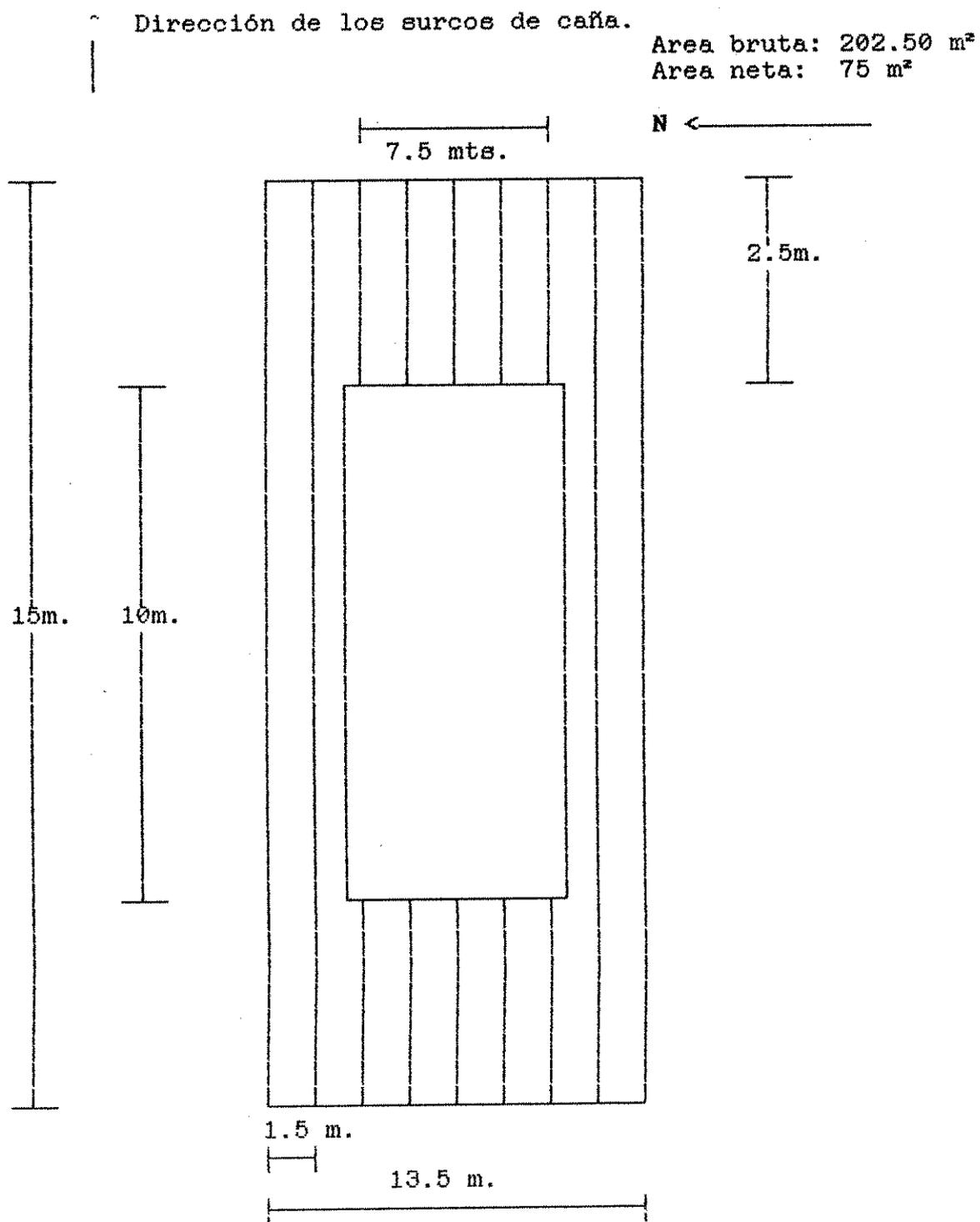


FIGURA 11A: Tamaño de la unidad experimental aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae, Siquinalá, Escuintla, 1994.

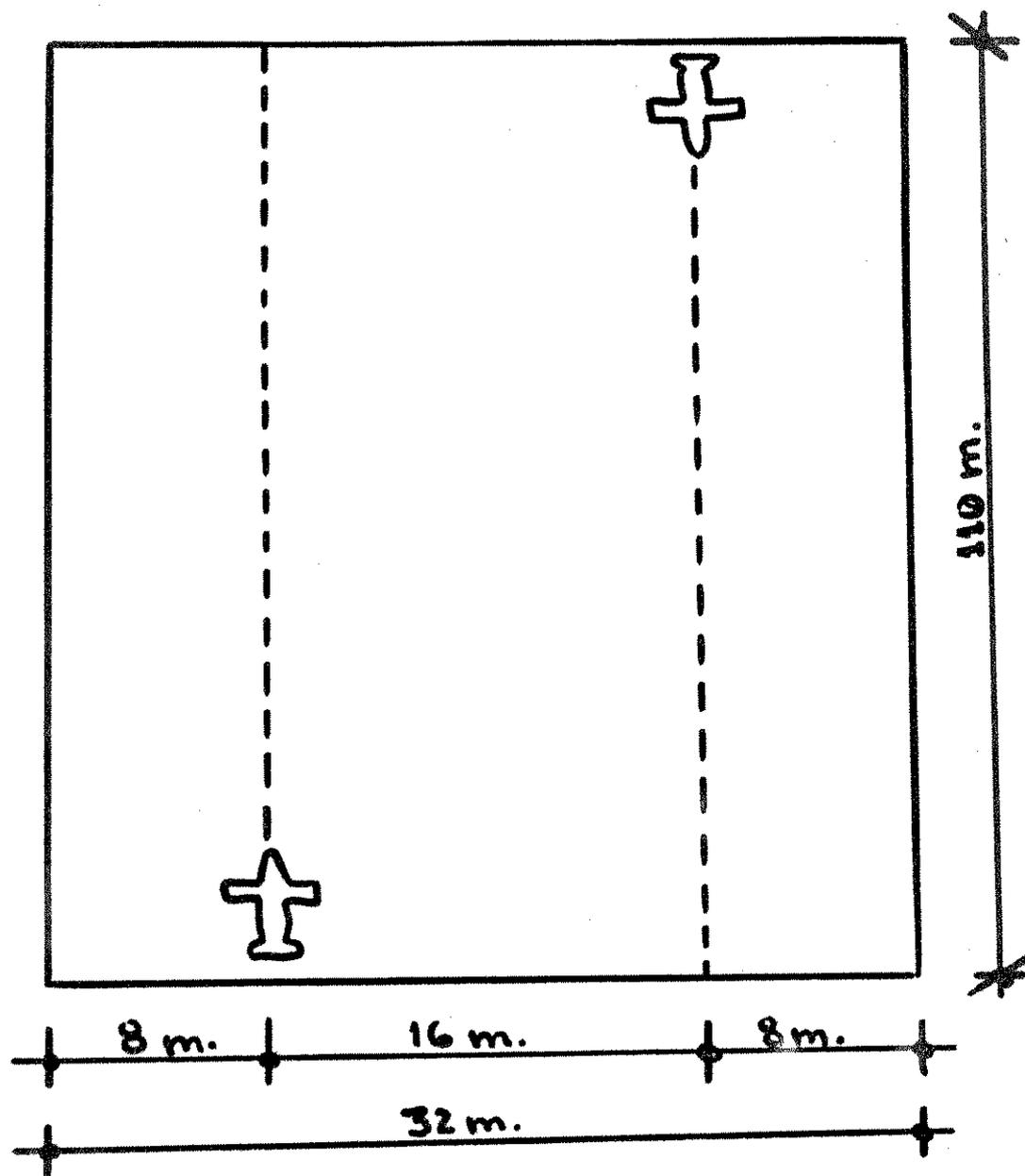


FIGURA 12A: Forma de como el avión distribuye el producto en el área de estudio. Aplicación aérea, Siquinalá, Ecuintla, 1994.

CUADRO 14A: Datos de humedad relativa y temperatura. Aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla 1994.

FECHA	T. GRA. C.	H.R. %		FECHA	T. GRA. C.	H.R. %
19 Sept.	28	74		12 Oct	26	88
20 Sept.	27	70		13 Oct	27	88
21 Sept.	28	72		14 Oct	28	86
22 Sept.	27	74		15 Oct	27	86
23 Sept.	28	76		16 Oct	26	84
24 Sept.	27	76		17 Oct	29	87
25 Sept.	29	74		18 Oct	29	88
26 Sept.	26	78		19 Oct	29	88
27 Sept.	25	76		20 Oct	28	86
28 Sept.	27	79		21 Oct	28	86
29 Sept.	28	74		22 Oct	28	84
30 Sept.	28	78		23 Oct	27	86
01 Oct.	26	83		24 Oct	28	86
02 Oct.	28	85		25 Oct	27	84
03 Oct.	29	81		26 Oct	27	86
04 Oct.	27	83		27 Oct	29	86
05 Oct.	28	85		28 Oct	29	86
06 Oct.	27	85		29 Oct	29	88
07 Oct.	27	87		30 Oct	30	84
08 Oct.	25	88		31 Oct	29	84
09 Oct.	27	85		01 Nov	29	88
10 Oct.	26	90		02 Nov	27	93
11 Oct.	26	86		03 Nov	28	88

FECHA	T. GRAD. C.	H.R. %
04 Nov.	26	89
05 Nov.	25	87
06 Nov.	27	88
07 Nov.	28	86
08 Nov.	27	87
09 Nov.	28	85
10 Nov.	28	88
11 Nov.	27	90
12 Nov.	28	88
13 Nov.	28	90
14 Nov.	28	84
15 Nov.	28	86

FUENTE: Estación meteorológica Tipo "B" El Mangalito. Pantaleón S.A.

CUADRO 15A. Datos de humedad relativa y temperatura. Aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla, 1994.

FECHA	T. GRA. C.	H.R. %		FECHA	T.GRA. C.	H.R. %
28 Agosto.	29	68		20 Sept	27	70
29 Agosto.	29	72		21 Sept	28	72
30 Agosto.	29	71		22 Sept	27	74
31 Agosto	28	68		23 Sept	28	76
01 Sept.	27	80		24 Sept	27	76
02 Sept.	29	84		25 Sept	29	74
03 Sept.	29	78		26 Sept	26	78
04 Sept.	28	78		27 Sept	25	76
05 Sept.	28	81		28 Sept	27	79
06 Sept.	30	78		29 Sept	28	74
07 Sept.	29	72		30 Sept	28	78
08 Sept.	30	74		01 Oct	26	83
09 Sept.	28	78		02 Oct	28	85
10 Sept.	28	72		03 Oct	29	81
11 Sept.	29	73		04 Oct	27	83
12 Sept.	28	72		05 Oct	28	85
13 Sept.	28	76		06 Oct	27	85
14 Sept.	26	72		07 Oct	27	87
15 Sept.	30	74		08 Oct	25	88
16 Sept.	28	72		09 Oct	29	85
17 Sept.	29	73		10 Oct	26	90
18 Sept.	30	77		11 Oct	26	86
19 Sept.	28	74		12 Oct	26	88

FECHA	T. GRAD. C.	H.R. %
13 Oct.	27	88
14 Oct.	28	86
15 Oct.	27	86
16 Oct.	26	84
17 Oct.	29	87
18 Oct.	29	88
19 Oct.	29	88
20 Oct.	28	86
21 Oct.	28	86
22 Oct.	28	84
23 Oct.	27	86
24 Oct.	28	86
25 Oct.	27	84
26 Oct.	27	86
27 Oct.	29	86

FUENTE: Estación meteorológica Tipo "B" El Mangalito. Pantaleón S.A.

CUADRO 16A. Datos de precipitación en milímetros (mm). Ensayo aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae. Siguinalá, Escuintla, 1994.

FECHA	PP (mm)		FECHA	PP (mm)		FECHA	PP (mm)
19 Sept.	0		12 Oct.	6.00		04 Nov.	71.00
20 Sept.	44.50		13 Oct.	12.00		05 Nov.	13.00
21 Sept.	0		14 Oct.	7.00		06 Nov.	0
22 Sept.	93.00		15 Oct.	0		07 Nov.	10.00
23 Sept.	20.00		16 Oct.	3.00		08 Nov.	3.50
24 Sept.	13.00		17 Oct.	24.00		09 Nov.	34.00
25 Sept.	6.00		18 Oct.	25.00		10 Nov.	2.50
26 Sept.	107.00		19 Oct.	4.00		11 Nov.	7.00
27 Sept.	21.00		20 Oct.	17.00		12 Nov.	24.00
28 Sept.	13.00		21 Oct.	2.50		13 Nov.	0
29 Sept.	0		22 Oct.	14.00		14 Nov.	0
30 Sept.	0		23 Oct.	30.00		15 Nov.	18.50
01 Oct.	9.00		24 Oct.	31.00			
02 Oct.	3.00		25 Oct.	54.50			
03 Oct.	6.00		26 Oct.	11.00			
04 Oct.	25.00		27 Oct.	0			
05 Oct.	22.00		28 Oct.	2.00			
06 Oct.	21.00		29 Oct.	0			
07 Oct.	63.00		30 Oct.	0			
08 Oct.	11.00		31 Oct.	0			
09 Oct.	11.00		01 Nov.	3.50			
10 Oct.	18.00		02 Nov.	12.00			
11 Oct.	47.00		03 Nov.	56.00			

FUENTE:

Pluviómetro eventual al ensayo.

CUADRO 17A: Datos de precipitación en milímetros (mm). Ensayo aplicación terrestre de Metarrhizium anisopliae. Sigüinalá, Escuintla, 1994.

FECHA	PP (mm)		FECHA	PP (mm)		FECHA	PP (mm)
28 Agust	7.00		20 Sept.	56.00		13 Oct.	1.00
29 Agust	0		21 Sept.	0		14 Oct.	2.00
30 Agust	4.00		22 Sept.	43.00		15 Oct.	0
31 Agust	4.00		23 Sept.	0		16 Oct.	11.00
01 Sept.	4.00		24 Sept.	13.00		17 Oct.	25.00
02 Sept.	0		25 Sept.	7.00		18 Oct.	22.00
03 Sept.	12.00		26 Sept.	147.00		19 Oct.	0
04 Sept.	2.00		27 Sept	15.00		20 Oct.	6.00
05 Sept.	14.00		28 Sept	10.00		21 Oct.	0
06 Sept.	3.00		29 Sept.	0		22 Oct.	2.00
07 Sept.	25.00		30 Sept.	0		23 Oct.	29.00
08 Sept.	4.00		01 Oct.	10.00		24 Oct.	62.00
09 Sept.	8.00		02 Oct.	0		25 Oct.	12.00
10 Sept.	0		03 Oct.	0		26 Oct.	2.00
11 Sept.	0		04 Oct.	28.00		27 Oct.	19.00
12 Sept.	0		05 Oct.	10.00			
13 Sept.	0		06 Oct.	8.00			
14 Sept.	2.00		07 Oct.	25.00			
15 Sept.	0		08 Oct.	67.00			
16 Sept.	3.00		09 Oct.	26.00			
17 Sept.	0		10 Oct.	58.00			
18 Sept.	20.00		11 Oct.	18.00			
19 Sept.	6.00		12 Oct.	3.00			

FUENTE:

Pluviómetro eventual al ensayo.

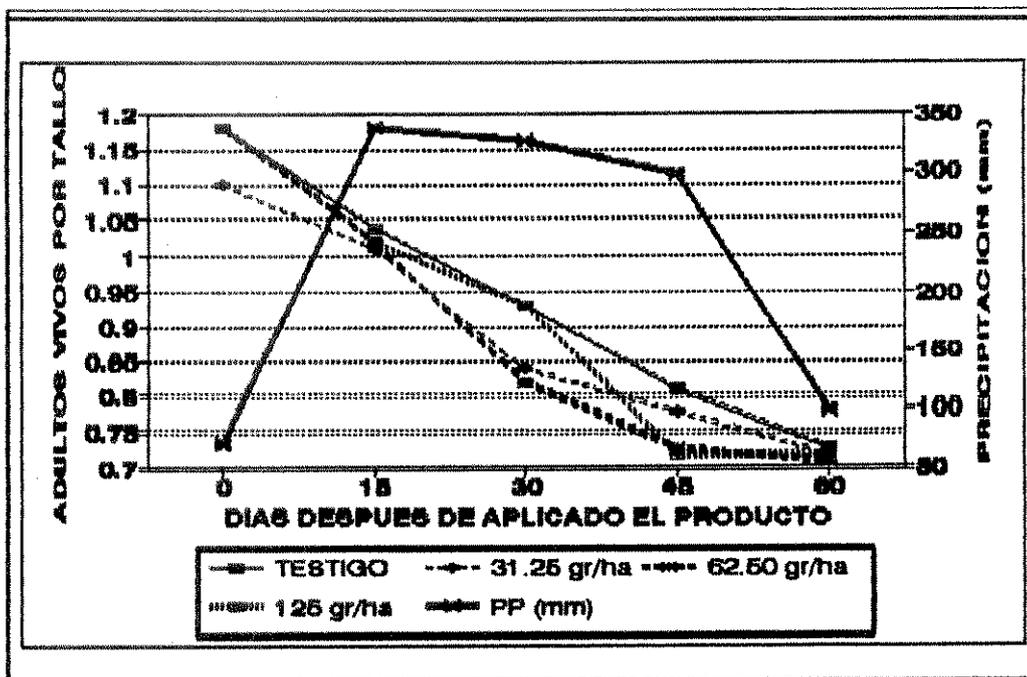


Figura 13A. Promedio de infestación de adultos vivos por tallo de chinche salivosa versus la precipitación. Evaluación aplicación aérea de Metarrhizium anisopliae. Siquinalá, Escuintla, 1994.

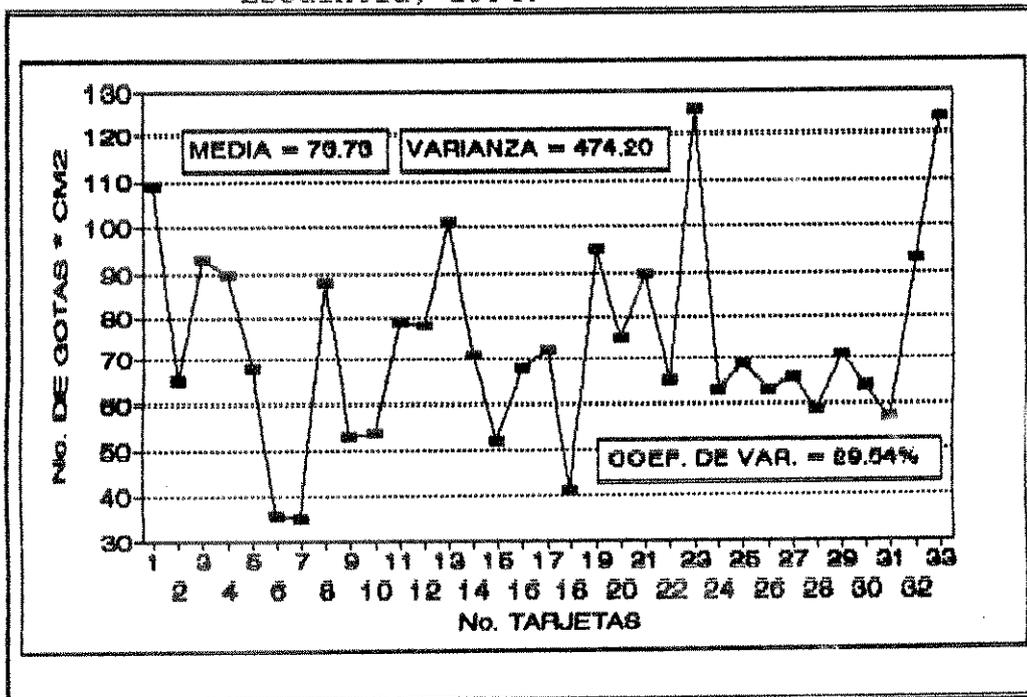
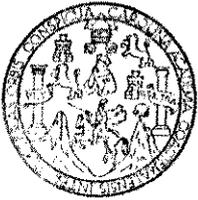


Figura 14A. Calibración aérea de aplicación de Metarrhizium anisopliae en adultos de chinche salivosa. Siquinalá, Escuintla, 1994.



LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES DOSIS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO Metarrhizium anisopliae PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (Aeneolamia sp) EN CAÑA DE AZUCAR Saccharum officinarum L. EN SIQUINALA, ESCUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS OTONIEL NUÑEZ ALVARADO

CARNET No: 8813117

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Salvador Sánchez
 Ing. Agr. Rolando Lara
 Ing. Agr. Edil Rodríguez
 Ing. Agr. Filadelfo Guevara

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 Hernández
 ASESOR

Ing. Agr. Rogelio Gómez
 ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



.Control Académico
 Archivo
 RL/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770