

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

EVALUACION DE NUEVE CEPAS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO

***Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE**

SALIVOSA (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.

TESIS

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

POR

MARIO ANIBAL ALEMAN GALINDO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1,997.

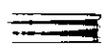
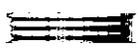
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Br. Estuardo Enrique Lira Prera
VOCAL QUINTO	P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta



Guatemala, octubre de 1997

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

Distinguidos miembros:

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

EVALUACION DE NUEVE CEPAS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.

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

Atentamente,



Mario Anibal Ateman Calindo

ACTO QUE DEDICO

**A mi familia en general, especialmente a mi esposa Ana María,
mi hijo Camillo José y mis padres José Francisco y Victoria**

CONTENIDO GENERAL:

PAG.

1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	2
3. Marco teórico	3
3.1 Marco conceptual	3
3.1.1 Importancia de la caña de azúcar	3
3.1.2 Importancia de la chinche salivosa	4
3.1.3 Control químico de la chinche salivosa	5
3.1.4 El manejo integrado de plagas	6
3.1.5 El control biológico	7
3.1.6 Características generales del entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i>	9
3.1.6.A Historia	9
3.1.6.B Clasificación sistemática	9
3.1.6.C Principales características físicas	9
3.1.6.D Diseminación y dispersión del inóculo	10
3.1.6.E Parasitismo del hongo sobre la chinche salivosa	10
3.1.6.F Cepa nativa	10
3.1.6.G Compatibilidad con surfactantes e insecticidas	11
3.1.6.H Efecto de las condiciones climáticas sobre el comportamiento del hongo	11
3.1.6.I Estudios previos sobre utilización de <i>Metarhizium anisopliae</i>	12
3.1.7 Los surfactantes: Propiedades y características	12
3.1.7.A Propiedades de los surfactantes	13
3.1.7.B Dosis	14
3.2 Marco referencial	14
3.2.1 Ubicación del estudio	14
3.2.2 Cepas de <i>Metarhizium anisopliae</i> en estudio	14
3.2.3 Características de los surfactantes	15
3.2.3.A Extravon	15
3.2.3.B Carrier	15
3.2.3.C ACT-92	15
3.2.3.D Tween-20	16
3.2.4 Características de los insecticidas	16
3.2.4.A Thiodiazinon	16
3.2.4.B Malathion	16
3.2.4.C Endosulfan	16
3.2.4.D Carbaryl	17
3.2.4.E Propoxur	17
4. Objetivos	18
5. Hipótesis	19
6. Metodología	20
6.1 Fase de laboratorio	20
6.1.1 Ubicación del laboratorio	20
6.1.2 Producción	21
6.1.3 Prueba de almacenamiento	23
6.1.4 Resistencia a luz ultravioleta	24
6.1.5 Compatibilidad con agroquímicos	25
6.1.5.A Compatibilidad con surfactantes	25
6.1.5.B Compatibilidad con insecticidas	27

6.3 Fase de invernadero	28
6.3.1 Ubicación del ensayo	28
6.3.2 Prueba de parasitismo de las cepas	28
6.3.3 Parasitismo con la aplicación del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> mezclado con insecticidas	30
7. Resultados y Discusión	31
7.1 Producción	32
7.2 Almacenamiento	33
7.3 Resistencia a luz ultravioleta	33
7.4 Compatibilidad con agroquímicos	34
7.4.1 Compatibilidad con surfactantes	34
7.4.2 Compatibilidad con insecticidas	35
7.5 Parasitismo de las cepas	37
7.6 Parasitismo de las cepas en combinación con insecticidas	37
8. Conclusiones	38
9. Recomendaciones	39
10. Bibliografía	40
11. Apéndices	43
1. Producción de los ingenieros azucareros durante la zafra 92-93	43
2. Medios de cultivo	44
3. Resumen análisis estadístico prueba de producción	45
4. Resumen análisis estadístico prueba de almacenamiento	46
5. Resumen análisis estadístico prueba de resistencia a la luz ultravioleta	48
6. Resumen análisis estadístico prueba de compatibilidad con surfactantes	50
7. Resumen análisis estadístico prueba de compatibilidad con insecticidas	53
8. Resumen análisis estadístico prueba de parasitismo	57
9. Resumen análisis estadístico prueba de parasitismo cepas con insecticidas	58
10. Datos de campo de las diferentes pruebas realizadas	59

INDICE DE CUADROS

No	DESCRIPCION	PAG.
1	Origen de las cepas nativas evaluadas	15
2	Resumen de la metodología empleada en cada prueba de la evaluación de cepas	21
3	Concentraciones de insecticidas usados en la prueba de compatibilidad	28
4	Resumen estadístico de resultados	31
5	Rendimiento de esporas de ocho cepas del hongo entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> bajo condiciones experimentales	33
6	Ecuaciones de regresión de cada cepa en la prueba de resistencia al almacenamiento bajo condiciones de cuarto frío	34
7A	Producción de los ingenios azucareros durante la zafra 92-93	43
8A	Análisis de varianza para la prueba de producción de esporas del hongo entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> (gramos)	45
9A	Prueba de media de Tukey (significancia del 5%) para los valores de producción de esporas del hongo entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> (gramos)	45
10A	Modelos de regresión de las diferentes cepas del hongo entomopatógeno <u>Metarhizium anisopliae</u> en la prueba de almacenamiento	46
11A	Análisis de varianza para la prueba de resistencia a la luz ultravioleta de las esporas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> (porcentaje)	48
12A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de <u>Metarhizium anisopliae</u> expuestas a diferentes tiempos de luz ultravioleta	48
13A	Análisis de varianza para la prueba de compatibilidad de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> con diferentes concentraciones de surfactantes (porcentaje de esporas germinadas)	50
14A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de surfactantes, factor cepas del hongo	50
15A	Análisis de varianza para la prueba de compatibilidad de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> con diferentes concentraciones de insecticidas (porcentaje de esporas germinadas)	53
16A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor cepas del hongo	53
17A	Prueba de medias de Duncan (significancia de (5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor concentración de insecticidas	54
18A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor insecticidas	54
19A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, interacción cepas-insecticidas	55
20A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, interacción concentración-insecticidas	56
21A	Análisis de varianza para la prueba de parasitismo de las cepas del hongo <u>Metarhizium anisopliae</u> seleccionadas en la fase de laboratorio sobre ninfas de la chinche salivosa (<u>Aeneolamia</u> sp.) a nivel de bioensayo	57

INDICE DE CUADROS

No	DESCRIPCION	PAG.
22A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de parasitismo de las cepas del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> seleccionadas en la fase de laboratorio sobre ninfas de la chinche salivosa (<i>Aeneolamia</i> sp.) a nivel de bioensayo	57
23A	Análisis de varianza para la prueba de parasitismo de las cepas del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> en combinación con subdosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa (<i>Aeneolamia</i> sp.) a nivel de bioensayo	58
24A	Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de parasitismo de las cepas del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> en combinación con subdosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa (<i>Aeneolamia</i> sp.) a nivel de bioensayo. Factor cepas del hongo	58
25A	Datos de la prueba de producción (Peso de esporas expresado en gramos)	59
26A	Datos de la prueba de resistencia a luz ultravioleta (viabilidad expresada en porcentaje)	59
27A	Datos de la prueba de almacenamiento (viabilidad expresada en porcentaje)	60
28A	Efecto de la luz ultravioleta sobre las esporas del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> al adisionar surfactantes	60
29A	Datos de la prueba de compatibilidad del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> con surfactantes (viabilidad expresada en porcentaje)	61
30A	Datos de la prueba de compatibilidad del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> con insecticidas (viabilidad expresada en porcentaje)	62
31A	Datos sobre parasitismo por efecto del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre ninfas de la chinche salivosa	64
32A	Datos sobre parasitismo por efecto del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> asociado con media dosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa	64

INDICE DE FIGURAS

No	DESCRIPCION	PAG.
1	Modelo esquemático de las macetas utilizadas en las pruebas de parasitismo	29
2A	Comportamiento de ocho cepas del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> bajo condiciones de almacenamiento	47
3A	Efecto de la luz ultravioleta sobre la germinación de conidios del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> a diferentes tiempos de exposición	49
4A	Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Extravón (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta	51
5A	Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Carrier (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta	51
6A	Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante ACT-92 (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta	52
7A	Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Tween-20 (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta	52

EVALUACION DE NUEVE CEPAS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.

EVALUATION OF NINE ISOLATES OF THE ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. TO CONTROL OF THE FROGHOPPERS (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) UNDER CONTROLLED CONDITIONS

RESUMEN

La utilización de agentes entomopatógenos es importante en cultivos extensivos en donde es necesario llevar a cabo un eficiente control fitosanitario, para evitar catástrofes como la ocurrida en el cultivo del algodón en Guatemala. La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es un cultivo extensivo que actualmente es de importancia para nuestro país, y donde la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) es la principal plaga. Para este insecto (Homoptera, Cercopidae) se está ensayando la utilización del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. como agente de control. Dada la relativa ineficiencia observada con la utilización de la cepa brasileña PL-43, actualmente se están localizando cepas nativas con el fin de sustituirla. En la presente investigación se evaluaron ocho cepas nativas en comparación con la PL-43. Esta evaluación se desarrolló en dos fases. La fase de laboratorio permitió encontrar aquellas cepas con capacidad de ser producidas en laboratorio. Los parámetros evaluados fueron la capacidad de producción de conidios, la capacidad de permanecer viables bajo condiciones de almacenamiento, la resistencia a luz ultravioleta y la compatibilidad con agentes agroquímicos (surfactantes e insecticidas). En esta fase se utilizó como variable de respuesta la viabilidad de los conidios, o sea la germinación de estos sobre medio de Papa-Dextrosa-Agar (a excepción de la prueba de producción en donde la variable de respuesta fue el peso de los conidios). La segunda fase (fase de invernadero) permitió evaluar la capacidad de las cepas de parasitar a la chinche salivosa. Los parámetros evaluados fueron el parasitismo de las cepas y parasitismo de las cepas en combinación con subdosis de insecticidas compatibles. Los resultados indican que las cepas CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y CG 94-2 presentaron mayor producción de conidios, siendo las cepas CG 95-2St y CG 95-1St las que soportaron de mejor manera las condiciones de almacenamiento. Además, se determinó que para las cepas evaluadas no existen diferencias en su resistencia a la luz ultravioleta, observándose un descenso en la viabilidad de los conidios al exponerlos directamente durante

un tiempo mayor de 50 segundos. En cuanto a la compatibilidad del hongo se encontró que los conidios son compatibles con los surfactantes evaluados (Extravón, Carrier, ACT-92 y Tween-20) no importando la concentración utilizada. Además, se determinó que los conidios son compatibles con los insecticidas Thiocyclam, Propoxur y Carbaryl; siendo incompatibles con el Endosulfan y Malathión. En la siguiente fase se evaluaron en casa de malla las cepas CG 94-2, CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y PL-43. Las cepas CG 94-4, PL-43 y CG 94-2 presentaron mayor parasitismo sobre ninfas de la chinche salivosa; no observándose diferencias en el parasitismo de las cepas en combinación con subdosis de insecticidas. En base a los resultados se recomienda evaluar a nivel de campo la eficiencia de parasitismo de las cepas CG 94-4 y CG 94-2 para verificar la conveniencia de su producción a nivel comercial. Además, se recomienda evaluar a nivel de bioensayo y de campo la eficiencia del parasitismo de mezclas del hongo con subdosis de otros insecticidas compatibles.

I. INTRODUCCION

La caña de azúcar se ha constituido en uno de los principales cultivos de exportación de Guatemala, ocupando actualmente el segundo lugar en volumen exportado, después del café oro y antes del banano (24). Para poder mantener y/o incrementar los niveles de producción y exportación, se deben proporcionar al cultivo todos los cuidados y suplir todos sus requerimientos. En función de lo anterior, la fitoprotección juega un papel de suma importancia en el manejo del cultivo a través de la implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Como un componente del MIP, en los últimos años ha cobrado importancia el control biológico y específicamente el control microbiano de plagas. Dentro de éste último, se están iniciando estudios sobre la utilización del hongo entomopatógeno Metarhizium anisopliae para el control y/o manejo de la chinche salivosa (Aeneolamia spp. y Prosapia sp.), plaga importante del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.

La presente investigación se enfocó en la utilización de cepas nativas del entomopatógeno Metarhizium anisopliae para el control de la chinche salivosa. Para el efecto, se realizaron pruebas de laboratorio en las cuales se evaluaron las principales características de ocho cepas nativas, relacionadas con la cepa importada PL-43. Las principales características incluyeron la cantidad de esporas producidas por unidad de sustrato, la resistencia a luz ultravioleta, la capacidad de permanecer almacenadas en frío y la compatibilidad con agentes surfactantes e insecticidas. El objetivo de esta fase fue determinar las mejores cepas del hongo, las cuales se evaluaron a nivel de invernadero. Las pruebas en invernadero constituyeron la segunda fase de la investigación. En esta fase se determinó el nivel de parasitismo de las mejores cepas sobre la chinche salivosa (Aeneolamia spp.). La investigación constituye parte del proyecto de Manejo Integrado de la chinche salivosa, trabajo desarrollado por el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA- y servirá para su implementación a través de los ingenios azucareros en las áreas cañeras de Guatemala que presenten el problema de infestación con chinche salivosa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo integrado de plagas se ha constituido en los últimos años como el mecanismo bajo el cual se mantiene un control sanitario en los cultivos agrícolas. Uno de los componentes del manejo integrado de plagas que se ensaya en la actualidad para el cultivo de la caña de azúcar es el control microbiano. Como parte de dicho control, se ha iniciado el manejo de la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) a través de la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. Para ello fue necesario importar la cepa PL-43 que es utilizada ampliamente en el Brasil. Las primeras aplicaciones de la cepa PL-43 no brindaron los resultados esperados, ya que los porcentajes de parasitismo de las chinches resultaron relativamente bajos, por lo que fue necesario iniciar la recolección de cepas nativas.

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar (CENGICANÑA) ha iniciado la recolección y evaluación de dichas cepas, ensayos en los cuales se han encontrado algunas cepas nativas con resultados prometedores, principalmente en cuanto a la capacidad de parasitar a la chinche salivosa, no así en su reproducción masiva, etapa en la cual muestran serias deficiencias, por lo que actualmente no pueden considerarse como sustitutas de la cepa PL-43. Además, se considera necesario evaluar la compatibilidad de las cepas con agentes agroquímicos, principalmente con surfactantes, necesarios para la dispersión del hongo en agua; e insecticidas, los cuales pueden utilizarse para debilitar a la población de insectos y facilitar la infección con *Metarhizium anisopliae* o ser aplicados cuando los niveles de la plaga sean tales que se haga necesaria una reducción rápida de individuos.

Lo anterior es importante ya que con la utilización del control biológico como un componente del Manejo Integrado de Plagas se evitan mayores alteraciones al medio. Este tipo de control es altamente específico por lo que las poblaciones de enemigos naturales no son dañadas, guardando un equilibrio en el agroecosistema.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1 Importancia de la caña de azúcar:

El cultivo de la caña de azúcar se ha constituido en uno de los más importantes a nivel nacional. Para el año azucarero 90-91 el área sembrada se estima que sobrepasó las 150 000 hectáreas (5,26). En 1996 el rendimiento promedio fue de 91 toneladas de caña por hectárea y 202 libras de azúcar por tonelada de caña molida (5).

Con ello se logra abastecer de materia prima a la agroindustria azucarera conformada por 16 ingenios localizados principalmente en el litoral del pacífico. El cultivo de la caña de azúcar representa el 19.4% de la producción agrícola de Guatemala; el 3% del Producto Interno Bruto y un 23% del total de divisas generadas por los productos tradicionales de exportación. Genera alrededor de 50 000 empleos directos (5).

Los ingenios azucareros poseen una capacidad instalada de procesamiento de caña de 95 000 toneladas diarias; observándose un crecimiento de esta agroindustria a partir del año 1960. La producción durante la zafra 92-93 se resume en el cuadro 5A (apéndice 1). De esta producción, el 68% se exporta y el 32% restante se ocupa para el consumo local(6). El Banco de Guatemala (24) informa que el valor de la producción procedente de la caña de azúcar en el año 92-93 fue de Q. 121 661 200.00¹, exportando un volumen de 15 835 000 quintales a un valor de US\$ 153.1 millones. En 1995 se generaron US\$ 235 millones en divisas (5). El volumen de exportación corresponde a un 11.7% de las exportaciones totales de Guatemala. Con ello, el azúcar ocupa el segundo renglón en importancia en la economía nacional por concepto de exportaciones, precedida del café (20.4%) y superior al banano (7.1%) (6,24). Guatemala ocupa el sexto lugar en volumen de producción y el tercero en exportaciones a nivel de países de América latina y el Caribe, estando ubicada entre los diez países exportadores más importantes del mundo según estadísticas publicadas por GEPLACEA (Grupo

¹ Azúcar natural, azúcar miel virgen y azúcar panela a precios de productor en quetzales de 1958.

de países latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar), citadas en la revista ATALAC (Asociación de Técnicos Azucareros de América Latina) (6).

Los países importadores del azúcar guatemalteco son China Comunista, Venezuela, Filipinas, Perú, México y USA (26).

3.1.2 Importancia de la chinche salivosa:

La chinche salivosa (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) es considerada por la Cámara del Agro (36) como una de las principales plagas en el cultivo de la caña de azúcar. Para el caso de Guatemala, Buenaventura (11) reporta que es plaga en todos los ingenios azucareros. En México se reportan pérdidas de 5 a 10 toneladas de caña por hectárea (23). Para Guatemala, se reportan pérdidas de 4-6 toneladas de caña por manzana (5.7-8.6 ton/ha) (29,36). Carrillo (13) reporta que para el año 1,993 la chinche salivosa afectó a 9521 hectáreas de caña de azúcar en Guatemala.

La chinche salivosa aparece al inicio de las lluvias (29,36), observándose las ninfas en la base de la cepas en forma de saliva espumosa (36). Dos a tres semanas después el insecto se convierte en adulto (36), provocando los daños más graves a la caña de azúcar (23), ya que se alimenta de la savia de las hojas inyectando con la saliva una toxina (líquido cáustico) que produce rayas (manchas) cloróticas y muerte de los tejidos, deteniendo el crecimiento normal de la planta y dando la impresión de que los cañales estuviesen quemados por sequía (13,23,29,36).

El insecto es de color negro, con hábito alimenticio succionador-chupador (36). Se reproduce por millones, teniendo un ciclo de vida de 40 días (23,36). En Guatemala, el insecto aparece en julio, ocurriendo cuatro generaciones durante el año(23,36). Para el control de la chinche salivosa se recomienda combatir las primeras dos generaciones(23).

La clasificación taxonómica de la chinche salivosa es la siguiente (12):

REINO:	Animal
PHYLUM:	Artropoda
CLASE:	Insecta
SUBCLASE:	Pterygota
DIVISION:	Exopterygota
ORDEN:	Homoptera
FAMILIA:	Cercopidae
GENERO:	<u>Aeneolamia</u>
ESPECIES:	A. <u>postica</u>
	A. <u>albofasciata</u>
	A. <u>varia</u>
	otras

3.1.3 Control químico de la chinche salivosa:

Carrillo (13) indica que para el caso de Guatemala, durante 1993 fue necesario realizar hasta cinco aplicaciones de insecticidas en los casos más severos de infestación con chinche salivosa. El mismo autor indica que el control químico deberá ser la última alternativa a utilizar, recomendando la utilización del insecticida Carbaril, que presenta buena compatibilidad con el hongo Metarhizium anisopliae, a una dosis de 1.5 kg de producto comercial al 80% por hectárea.

Para el control químico se recomienda iniciar las aplicaciones al observar 10 salivazos por cepa, aplicando 14 kg/ha de Malathión al 4% dirigido a la base de la cepa (control de ninfas) y/o 1 kg/ha de sevin 80% (Carbaril) polvo humectable o 1 lt/mz de Malathión 50 para el control de adultos(29,36).

Flores (23) indica que no existe un método económico y efectivo para el control de la chinche salivosa, salvo el químico. Nuñez (35) informa que en el ingenio Pantaleón los insecticidas comúnmente utilizados para el control de la chinche salivosa son Evisect (Thiocyclam) a razón de 700 gr/ha para el control de ninfas y Malathion 57 (3 lts/ha) o Malathion 900 (2 lts/ha) para el control de adultos. Además reporta la utilización de otros insecticidas tales como Endosulfan, Carbaryl, Carbofurán, Isoprocarb, Diazinon y Fosfamidón.

Bernal y Zambrano (8) recomiendan aplicaciones de insecticidas previas a la aplicación de hongo para debilitar a la población de insectos. Mencionan que Correia et al. aplicaron *Metarhizium* y malathion logrando altos niveles de control.

3.1.4 El manejo integrado de plagas:

Los conceptos sobre Manejo Integrado de Plagas como un mecanismo para mantener los niveles poblacionales abajo del nivel de daño económico (NDE) cobraron importancia en Guatemala a raíz del descalabro sufrido por el algodón en las décadas de los sesenta y setenta (37).

Bottrel (1979), citado por Quezada (37) indica que el manejo integrado de plagas constituye la "...selección, integración e implementación del control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas predecibles". Luckmann W. H. y Metcalf R. L. (30) indican que el manejo integrado de plagas es la selección inteligente y la aplicación de controles para las plagas para obtener consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas favorables.

Quezada (37) indica que las tácticas usadas en el manejo integrado de plagas incluyen a la manipulación de enemigos naturales, la importación y establecimiento de enemigos naturales, la utilización de agentes microbiológicos, el control fitogenético, las prácticas culturales, el uso de controles mecánicos y físicos, el uso de medidas legales, el control autocida, el control etológico y el uso de insecticidas.

3.1.5 El control biológico:

El control biológico es definido por Buenaventura y Gómez (11) como la utilización racional de los organismos parásitos, depredadores y patógenos enemigos naturales de las plagas a fin de mantenerlos a niveles de población inferiores al nivel de daño económico. Se basa ecológicamente en mantener niveles inferiores del patógeno del que pudiera ocurrir en la ausencia de los organismos parásitos, depredadores o enemigos naturales de la plaga (10).

El control biológico es uno de los métodos más antiguos de control de insectos (34), aunque Buenaventura y Gómez (10) consideran al control biológico como una ciencia aplicada dentro del control de plagas de reciente creación. La National Academy of Sciences (34) informa que los primeros reportes sobre control biológico indican que encontraron al hongo *Beauveria bassiana* parasitando al gusano de seda de la uva. Además informa que la idea de utilizar agentes microbianos para el control de insectos se concibió en el siglo XVIII, al producir masivamente el hongo *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. para el control del gorgojo de la remolacha azucarera *Cleonus punctiventur* Ger. Los primeros intentos para utilizar el control microbiano en los Estados Unidos en el siglo XIX fracasaron debido a la poca habilidad de los investigadores para controlar el medio y el poco conocimiento sobre los hongos utilizados (10). En la década de los años 20's se realizaron otros intentos fallidos en Canadá, Francia y Hungría.

La National Academy of Sciences (34) indica que actualmente se han encontrado 1165 microorganismos relacionados con los insectos, casi todos patógenos. De estos, 90 especies y variedades corresponden a bacterias, 260 especies de virus y rickettsias, 460 especies de hongos, 255 especies de protozoarios y 100 especies de nemátodos. Las ventajas del control biológico son (3,34):

- Permanencia: Existe perpetuación entre ellos mismos
- Seguridad: La mayoría no tienen efectos secundarios sobre el hombre y otros animales
- Economía: Se reducen las aplicaciones de productos plaguicidas.
- Especificidad: Conservan los enemigos naturales presentes en el campo

- Control asociado: Pueden usarse con insecticidas selectivos en dosis bajas para un control más rápido y eficiente de la plaga
- Aplicación: Puede usarse el mismo equipo de aplicación de productos químicos
- Resistencia: Los insectos difícilmente pueden desarrollar resistencia a estos productos
- Efectos secundarios: Pueden afectar generaciones siguientes al disminuir la oviposición y la viabilidad de los huevos.

Las principales vías de infección de los agentes entomopatógenos son (34):

- Oral: ingerido con el alimento. Principalmente virus, rickettsias, bacterias, nemátodos, protozoarios y algunos hongos.
- A través del integumento íntegro o tráquea. Principalmente hongos y algunos nemátodos.
- Parenteral. Invasión por mordedura o lesión al integumento del insecto.
- A través del huevo. Ya sea adentro o por encima. Principalmente virus, rickettsias, espiroquetas y protozoarios.

Rodríguez (40), enumera las siguientes estrategias para el uso de entomopatógenos:

- Considerar la interacción entre el patógeno, huésped y ambiente (incluido el cultivo principal).
- Los patógenos en control biológico son de alta especificidad (no dañan insectos benéficos y/o al hombre ni a otros invertebrados).
- La virulencia del patógeno determina la concentración requerida para infectar al huésped y el tiempo para producir mortalidad.

En general, se considera el control natural como el mantenimiento de las fluctuaciones de la densidad de un organismo dentro de un tiempo mayor o menor en un período, por la acción de los factores bióticos y/o abióticos del medio (40). Huffaker y Messenger (1964) citados por Buenaventura y Gómez (10) consideran que el control natural es permanente.

3.1.6 Características generales del entomopatógeno Metarhizium anisopliae

3.1.6.A Historia: Metchnikov (1879) señaló al hongo por primera vez, siendo Sorokin (1879) quien instituyó el género Metarhizium. Fue Hart el primer investigador que encontró Metarhizium anisopliae parasitando Aeneolamia sp (42). Las primeras técnicas de cultivo de Metarhizium anisopliae a gran escala fueron desarrolladas en el instituto Ucraniano de protección de plantas, Kiev, URSS (8). Fue el primer hongo utilizado en la lucha biológica contra insectos dafinos (8). En COPFCAPE (Brasil) se inicio la multiplicación comercial del hongo (42). Aquino *et al.* citado por Rodríguez (40) indica que la información generada en Brasil sobre la producción masiva del hongo ha servido para que diversos países tengan producciones a nivel semicomercial.

3.1.6.B Clasificación sistemática: la clasificación del hongo es la siguiente (2,40):

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: Metarhizium

Especie: Metarhizium anisopliae

3.1.6.C Principales características físicas: Bernal *et al.* (9) indican que el hongo se caracteriza por presentar conidióforos que forman capas de esporas, las cuales se producen en cadenas basipétalas compactas en columnas, de forma ovoide a cilíndrica y unicelulares. Los conidios son uninucleados, alargados, de color verde, formando usualmente un solo tubo germinativo en el área polar (8,40). Presentan una pigmentación verde y su tamaño diferencia a las especies (40). El micelio es hialino y los conidióforos sencillos o ramificados (8). Se ha observado buen crecimiento del hongo en medios artificiales orgánicos e inorgánicos; principalmente en PDA (papa-dextrosa-agar) y medios de arroz (8). La rapidez de reproducción del hongo (mayor a la del insecto)

imposibilita que la candelilla (chinche salivosa) desarrolle resistencia al hongo (8). El hongo se encuentra en forma saprofítica en el suelo y como parásito en insectos (9).

3.1.6.D Diseminación y dispersión del inóculo: Las esporas de algunos hongos como el *Metarhizium anisopliae* son comúnmente diseminadas por algunos agentes físicos tales como el viento (3).

3.1.6.E Parasitismo del hongo sobre la chinche salivosa: El hongo se transmite de hospedero a hospedero por medio de esporas, infectando al insecto a través de la pared del cuerpo o cutícula (algunas veces a través de los espiráculos y el intestino). Al ingresar el hongo al hemocele, este crece hasta que el insecto se satura de micelio. En este punto, el insecto regularmente muere mientras el hongo continua creciendo hasta producir estructuras que sobresalen a través de la cutícula (30).

Castro (14) reporta que en Papaloapán, Veracruz, México se está recolectando y cuantificando el porcentaje de parasitismo por el hongo, alcanzando valores de hasta 30% de control durante la segunda quincena de agosto y mediados de septiembre.

Molina (32) recomienda aplicaciones de 125 gramos de esporas viables por hectárea mezcladas con agua durante la tarde. Agregar 0.5 cc de surfactante por 100 litros de agua. Carrillo (13) indica que las aplicaciones del hongo para el control de la chinche salivosa se deberán realizar cuando la plaga alcance un nivel de 0.15 ninfas por tallo.

3.1.6.F Cepa nativa: Se considera como cepa nativa a aquellas provenientes de campos sin historial de aplicación de *Metarhizium anisopliae* (14).

3.1.6.G Compatibilidad con surfactantes e insecticidas: La utilización de agroquímicos en áreas donde se utilice el hongo entomopatógeno Metarhizium anisopliae debe basarse en el principio de la compatibilidad a manera de no reducir la cantidad de inóculo en el campo. La utilización de patógenos con insecticidas a bajas dosis es una práctica usada experimentalmente para el control de la chinche. Alves (3) indica que experimentalmente se han utilizado patógenos asociados con insecticidas químicos en subdosificaciones con el objetivo de provocar estrés en el insecto y con ello tomarlos más sensibles al patógeno. Para el caso de Metarhizium anisopliae indica que los insecticidas con mayor compatibilidad son Carbaryl a dosis mínima y media recomendada, Dimethoato, Mevinphos, Omethoato y Permetrina en dosis media recomendada. Además, Permetrina y Trichlorphon a dosis máxima recomendada. En relación a los surfactantes, Alves (3) evaluó la compatibilidad de diferentes productos con los conidios del hongo Metarhizium anisopliae reportando que el Extravon S es moderadamente compatible con el hongo.

3.1.6.H Efecto de las condiciones climáticas sobre el comportamiento del hongo: La temperatura es un factor importante en el comportamiento del hongo. Alves (3) indica que la temperatura óptima de desarrollo de los hongos es de 20 a 30 °C. La temperatura ideal para el desarrollo de Metarhizium anisopliae en condiciones artificiales es de 27±1 °C. El hongo almacenado a 2-3 °C puede permanecer viable por más de 180 días (dependiendo de la cepa) (3). La humedad relativa es otro factor muy importante. Observaciones de laboratorio indican que el hongo requiere secamiento antes de someterse a bajas temperaturas (almacenamiento). Para la formación de esporas, el hongo necesita de alta humedad relativa (3).

La radiación solar puede afectar la germinación de las esporas y los estados iniciales de crecimiento del tubo germinativo. Una exposición de 120 segundos a la luz ultravioleta puede provocar una inhibición del 90% en la germinación de las esporas de varias cepas. El Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA) (28) reporta influencia negativa de la radiación solar sobre las conidiosporas del hongo que se encuentran sobre las hojas de caña de azúcar. Rodríguez (40) menciona que para condiciones controladas, el hongo se desarrolla bien incubándolo a 22-36 °C, esporulando bien sobre arroz a los 15-20 días.

3.1.6.I Estudios previos sobre utilización de Metarhizium anisopliae:

Existen varios estudios sobre la utilización del hongo, aunque estos se han realizado en otros países. A continuación se presenta un resumen de los trabajos que más estrecha relación tienen con la presente investigación.

3.1.6.I.a Bernal *et al.* (9) estudió la virulencia de aislamientos del hongo sobre la broca del café, siendo importante tomar en cuenta la metodología del ensayo. La temperatura fue de 25 ± 3 °C y la humedad relativa de 90%. Se aplicó una concentración de esporas de 1×10^7 por cc en una suspensión acuosa agregando el surfactante Tween-80 al 1%. La aplicación del hongo fue por inmersión de los insectos por un tiempo de dos minutos.

3.1.6.I.b Rodríguez (40) indica que Guagliumi *et al.* (1977) trabajaron en la producción comercial del hongo, sembrándolo en arroz e incubándolo a una temperatura de 22-36 °C. El arroz fue esterilizado con lo cual se obtuvieron colonias fácilmente esporuladas a los 15-20 días.

3.1.6.c El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (16) inició durante 1994 un ensayo para la evaluación de nueve cepas nativas colectadas en el año 1993, utilizando un diseño experimental en bloques al azar para los siguientes factores:

- Producción (esporas/gramo)
- Resistencia a luz ultravioleta (porcentaje de germinación)
- Almacenamiento (porcentaje de germinación)
- Patogenicidad (porcentaje de infestación en cuatro plagas insectiles de la caña de azúcar)

3.1.7 Los surfactantes: Propiedades y características

Los surfactantes constituyen una categoría especial de coadyuvantes utilizados para acrecentar o mejorar las características físicas y químicas de los plaguicidas, ya que modifican la relación entre dos superficies (19). Estos productos ligan en contacto más estrecho dos o más fases incompatibles, modificando las fuerzas

interfaciales entre dichas partes (33). Todos los surfactantes presentan en algún grado cierta acción emulsificante, dispersante, humectante, de adherencia y de extensión (19). Las propiedades de los surfactantes se deben a que estos poseen un grupo soluble en agua (hidrofilico) unido a un grupo soluble en aceite (lipofílico). La mayoría de los surfactantes son líquidos viscosos, suspensiones o soluciones, y algunos sólidos en forma de cristales, hojuelas y de ceras.

3.1.7.A Propiedades de los surfactantes: Todos los surfactantes poseen en algún grado la mayor parte de las propiedades que a continuación se describen. Todos ellos son hipotensores (tensoactivos). Los surfactantes se clasifican según su propiedad preponderante (19):

- Humectadores: Esta propiedad consiste en aumentar la capacidad de un líquido para humedecer un sólido, por lo que permiten un mejor cubrimiento y por ende humectación de las paredes en donde actúa. Lo anterior se debe a que se disminuye la tensión superficial de las gotas del líquido asperjado, extendiéndola sobre la superficie (20,33).

- Extensores: Estos surfactantes evitan la formación de gotas o "ampollas" en los líquidos aplicados. Son usados comúnmente en pinturas (19).

- Adherentes: Los adherentes ejercen una acción pegante, ya que adhieren el plaguicida al fruto, follaje y/o insecto en donde se aplica, aumentando el tiempo de acción del producto, evitando además el problema de que el producto sea lavado por la lluvia (19).

- Estabilizadores:

- Emulsificantes:

Son productos que hacen posible la mezcla de compuestos inmiscibles. Las moléculas emulsificadoras están formadas por una parte lipofílica y una parte hidrofílica que permiten el equilibrio y evitan la coalescencia de moléculas afines(19,33).

- Dispersantes:

Los dispersantes son sustancias que reducen la cohesión entre partículas semejantes. Sirven para mantener la estabilidad de las suspensiones del plaguicida; principalmente en polvos mojables y gránulos dispersables en agua (19,33).

- Detergentes: Son productos utilizados para quitar la mugre, como los jabones (19).

Comercialmente existen tres grupos principales de surfactantes para uso agrícola; los humectadores-adherentes, los humectadores-detergentes y los dispersantes-emulsificantes (19).

3.1.7.B Dosis: Por lo general, la dosis recomendada para los surfactantes es de un 0.1% a 0.5% de volumen del plaguicida. No son necesarias concentraciones mayores ya que no se obtienen mejores respuestas; por el contrario puede causar fitotoxicidad. Sin embargo, debe utilizarse la concentración recomendada por el laboratorio y/o las casas comerciales (19).

3.2 MARCO REFERENCIAL:

3.2.1 Ubicación del estudio:

El estudio se realizó en las instalaciones de CENGICAÑA, ubicadas primeramente en la cabecera departamental de Escuintla y posteriormente en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa. La cabecera del departamento de Escuintla se encuentra ubicada a 14° 18' de Latitud Norte y 90° 47' de Longitud Oeste; y una altitud de 346.91 metros sobre el nivel del mar (25). Las condiciones del ensayo se describen en cada prueba.

3.2.2 Cepas de Metarhizium anisopliae en estudio:

Las cepas del hongo estudiadas son en su mayoría nativas. El origen de cada una de ellas es el siguiente:

CUADRO 1: Origen de las cepas nativas evaluadas.

CEPA	LOCALIDAD		FECHA DE RECOLECCION
	FINCA	INGENIO	
CG 94-1	Barranquilla	Tierra Buena	16/agosto/1994
CG 94-2	Puyumate	Tierra Buena	22/septiembre/1994
CG 94-3	California II	Concepción	6/octubre/1994
CG 94-4	Atikipake	Concepción	8/octubre/1994
CG 94-5	Limonas S.A.	Pantaleón	12/octubre/1994
CG 95-1St	El Baúl	El Baúl	
CG 95-2St	El Baúl	El Baúl	

La cepa PL-43 se utilizó como testigo relativo ya que es una cepa importada de amplia utilización en diversos países. La cepa CG 93-10 se utilizó también como testigo relativo al resultar como una cepa promisorio en evaluaciones previas realizadas por CENGICANA (16).

3.2.3 Características de los Surfactantes:

3.2.3.A Extravón: Es un tensoactivo dispersante de tipo aniónico (41) que aumenta el poder humectante de los plaguicidas, mejorando su distribución sobre la superficie de las plantas. Reduce la tensión superficial (22). El ingrediente activo es una Sal de dietanolamina del ácido dodecilbenceno sulfónico al 33% (41) que tiene propiedades de adherencia (20). Es totalmente compatible con productos fitosanitarios de uso corriente. Se utilizan dosis de 40-80 cc por 100 litros de mezcla (20).

3.2.3.B Carrier: Es una mezcla de ácidos carboxílicos y gliceridos no saturados más emulsificantes. Rompe la tensión superficial del agua, cubre completamente y se adhiere al objetivo. Tiene efecto antievaporante, antiderivante y penetrante. Se logra un encapsulamiento del agroquímico al hacer una premezcla, protegiéndolo de cualquier factor que pueda incidir en su efectividad. Se utilizan dosis de 1-2 l/ha (38).

3.2.3.C ACT-92: Es un surfactante con propiedades dispersantes, tensoactivas y de adherente activador. El ingrediente activo es Carbonato de Sodio (46 gr de ingrediente activo por litro de solución). No presenta fitotoxicidad y no debe mezclarse con productos muy alcalinos (pH superiores a 8.0) (1).

3.2.3.D Tween 20: Es un surfactante con ingrediente activo Polioxietilensorbitano monolaurato. Posee una densidad de 1.11 kg/l (31).

3.2.4 Características de los Insecticidas:

3.2.4.A Thiocyclam: El producto comercial Evisect presenta un 50% del ingrediente activo. Su presentación es en polvo soluble, actuando por contacto y en la vía estomacal. Puede mezclarse con aguas con pH ácido (5.5) a medianamente alcalino (8.5-9) (41). Nuñez (35) informa que en el ingenio Pantaleón utilizan dosis de 700 gr/ha.

3.2.4.B Malathion: Insecticida organofosforado que actúa como tóxico de contacto e ingestión. El ingrediente activo es malathión al 83.70%. Es compatible con insecticidas clorados y fosforados, excepto con productos de reacción alcalina. Se utiliza en dosis de 1-1.5 l/ha (41). En el ingenio Pantaleón utilizan dosis de 2-3 l/ha (35).

3.2.4.C Endosulfan: Es un insecticida de amplio espectro clasificado como un Ester cíclico del ácido sulfuroso que actúa por contacto, ingestión e inhalación en forma gaseosa cuando existe altas temperaturas y baja humedad relativa, actuando principalmente contra insectos masticadores y chupadores. El producto comercial (thiodan) puede mezclarse con la mayoría de productos agroquímicos de uso agrícola, salvo aquellas soluciones acuosas y alcohólicas, alcalinas y ácidas. Para el control de la chinche salivosa en caña de azúcar se recomiendan aplicaciones de 1.0 a 2.5 l/ha. Se encuentra en diferentes formulaciones, concentrado emulsionable, polvo mojable, polvo, granulados, formulaciones ultrabajo volumen, suspensiones concentradas y thiodan cebo (27).

3.2.4.D Carbaryl: Se le agrupa dentro de los carbamatos. Contiene 800 gr de ingrediente activo por kilo de producto comercial. Actúa por contacto y estomacalmente. Se encuentra formulado en polvo mojable. Es compatible con la mayoría de insecticidas y fungicidas de uso común, aunque no debe mezclarse con productos de reacción alcalina. El producto comercial (Sevin) tiene baja presión de vapor y es estable a la luz ultravioleta. Se recomiendan aplicaciones foliares de 1.5 a 3 libras por manzana disueltas en 200 a 400 litros de agua (39).

3.2.4.E Propoxur: Insecticida que actúa por contacto e ingestión presentándose en forma de polvo humectable. Su nombre comercial es Uden. Controla insectos masticadores, minadores y chupadores. Puede mezclarse con los insecticidas y fungicidas de uso común en la agricultura. Para el control de la chinche salivosa se recomienda aplicar 1/2 kg de Uden 50 WP en 5 a 8 galones de agua por manzana en aplicaciones aéreas (9). Cordova(21) informa que la dosis adecuada de Uden para el control de la chinche salivosa en caña de azúcar es de 1.43 kg de ingrediente activo por hectárea.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL:

- 4.2.1. Evaluar nueve cepas del entomopatógeno Metarhizium anisopliae para el control microbiano de la chinche salivosa bajo condiciones controladas.

4.2 ESPECIFICOS:

- 4.2.1. Comparar la producción de esporas de las diferentes cepas del entomopatógeno Metarhizium anisopliae
- 4.2.2. Evaluar el tiempo en que es viable almacenar las diferentes cepas del hongo.
- 4.2.3. Determinar la resistencia a la luz ultravioleta de las cepas del entomopatógeno en estudio.
- 4.2.4. Determinar la compatibilidad de surfactantes e insecticidas con las cepas de Metarhizium anisopliae
- 4.2.5. Cuantificar los niveles de parasitismo de las cepas sobre la chinche salivosa.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos una cepa nativa presentará mayor producción de conidios que la cepa importada PL-43.
- 5.2 Las cepas evaluadas mantendrán una viabilidad mayor al 70% después de permanecer cuatro meses bajo condiciones de almacenamiento.
- 5.3 Las cepas evaluadas presentarán igual o mayor resistencia que la cepa importada PL-43 al someterla a irradiación con luz ultravioleta.
- 5.4 Las cepas serán compatibles con cualquier concentración de los surfactantes e insecticidas comúnmente utilizados en el control de la chinche salivosa.
- 5.5 Al menos una de las cepas evaluadas presentará mayor parasitismo sobre ninfas de la chinche salivosa que la cepa importada PL-43.
- 5.6 Subdosis de los insecticidas compatibles con el hongo *Metarhizium anisopliae* inducirán mayor parasitismo sobre ninfas de la chinche salivosa al aplicarlos en combinación.

6. METODOLOGIA

El estudio consistió en la evaluación de nueve cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* para el control de la chinche salivosa. Las cepas evaluadas fueron:

CG 94-1

CG 94-2

CG 94-3

CG 94-4

CG 94-5

CG 95-1St

CG 95-2St

CG 93-10 (Testigo relativo)

PL-43 (Testigo relativo)

Para ello, el estudio se dividió en dos fases; fase de laboratorio y fase de invernadero.

Un resumen de las evaluaciones se presenta en el cuadro 2.

6.1 FASE DE LABORATORIO:

6.1.1 Ubicación del laboratorio:

El ensayo se realizó en el laboratorio de producción comercial de *Metarhizium* localizado en las instalaciones del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar (CENGICANA) ubicado en el municipio de Escuintla.

Cuadro 2: Resumen de la metodología empleada en cada prueba de la evaluación de cepas.

PRUEBA	METODO	VARIABLE RESPUESTA	DISEÑO EXPERIMENTAL	ANALISIS
1. Producción	Producción sobre arroz	Peso de esporas	Bloques al azar	ANDEVA Tukey
2. Almacenamiento	Almacenamiento en cuarto frío	Viabilidad (%)	Regresión	Gráfico
3. Resistencia a luz U.V.	Exposición esporas a 253.5 nm	Viabilidad (%)	Bloques al azar en parcelas divididas	ANDEVA Duncan
4. Compatibilidad con -Surfactantes -Insecticidas	Mezcla directa del producto con el agroquímico	Viabilidad (%)	Bloques al azar en arreglo combinatorio de tres factores	ANDEVA Duncan
5. Parasitismo del Metarhizium	Inoculación de conidios sobre ninfas	Parasitismo (%)	Bloques al azar	ANDEVA Duncan
6. Parasitismo del hongo + Insecticida	Inoculación de conidios+ insect. sobre ninfas	Parasitismo (%)	Bloques al azar en arreglo combinatorio de tres factores	ANDEVA Duncan

En el laboratorio se realizaron pruebas que permitieron evaluar las principales características de las cepas, eliminando con ello aquellas cepas que no reunieran los requisitos de calidad. Con lo anterior, en la fase de invernadero se evaluaron las cepas de mejor calidad en cuanto a su efectividad para el control de la plaga.

6.1.2 Producción:

Primeramente se evaluó el peso de las esporas producidas por cada cepa. Para ello se realizó un ensayo en bloques al azar con 9 tratamientos (9 cepas) y 5 repeticiones, para tener un total de 45 unidades experimentales.

- Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en una bolsa de polipropileno en la cual se agregaron 300 gramos de arroz cocido (180 gramos de arroz crudo).

-Manejo de la Unidad Experimental:

Las unidades experimentales se esterilizaron en autoclave por 25 minutos a 121 °C y 15 l/pg² de presión; manteniéndose en un lugar aséptico. Posteriormente se inocularon 10 cc/bolsa de una suspensión con una concentración de 1.5×10^7 esporas de cada cepa en las unidades experimentales correspondientes. Los primeros dos días después de la inoculación, las bolsas permanecieron en oscuridad total a una temperatura de 26 °C con el propósito de permitir desarrollo de micelio. Las unidades experimentales recibieron dos rupturas del micelio, a los 2 y 12 días después de la inoculación, acción manual en la cual se separaron los granos de arroz a manera de incrementar el área de contacto entre el hongo y el arroz, estimulado de esta manera la producción de un mayor número de esporas. Luego de la primera ruptura, las unidades experimentales recibieron 5 horas de oscuridad alternando con 19 horas de luz artificial blanca (neón) a una temperatura promedio de 26 °C, condición en la que permanecieron hasta el final del proceso. Transcurridos 16 días después de la inoculación, las unidades experimentales se drenaron, acción con la cual se eliminó el exceso de agua a través de un corte en una esquina inferior de la bolsa. Dos días después (18 días después de la inoculación), se cortó la parte superior de las bolsas para que el hongo se secara, cosechándolo 7 días después. La cosecha (separación de los granos de arroz y las esporas del hongo), se realizó manualmente utilizando un tamiz de 60 mesh. La determinación de los niveles de producción se realizó pesando la cantidad de esporas colectadas en cada unidad experimental.

-Variable respuesta:

La variable de respuesta es el peso de esporas expresado en gramos.

-Análisis de la Información:

La producción se analizó a través de un análisis de varianza y las diferencias entre tratamientos a través de una prueba múltiple de medias de Tukey.

6.1.3 Prueba de almacenamiento:

Se realizó una prueba en la cual se evaluó la capacidad de ocho cepas de ser almacenadas, excepto la cepa CG 94-1 ya que no produjo esporas. La importancia de esta prueba radica en la necesidad de contar con cepas con capacidad de soportar al menos seis meses de almacenamiento sin perder considerablemente su viabilidad.

-Manejo de las cepas:

Las esporas de las cepas colectadas en la fase de producción se almacenaron en bolsas plásticas las cuales se mantuvieron en un cuarto frío con una temperatura de 2-4 °C y en oscuridad. Se preparó una bolsa de cada cepa para cada una de las fechas de muestreo, lo cual evitó la apertura de la misma bolsa en diferentes fechas.

-Toma de datos:

Los datos de cada tratamiento se tomaron con una periodicidad de ocho días. Para el efecto se tomó una muestra de cada cepa a la cual se le realizó una prueba de germinación. Para realizar la prueba de germinación se preparó una suspensión con una concentración de 0.6 mg de hongo por centímetro cúbico de agua y Tween 80 al 0.01%. Para ello, se utilizó un tubo de ensayo de 10 cc, en el cual se realizó la suspensión. Esta suspensión se agitó manualmente. Posteriormente con una pipeta Pasteur se aplicó una gota de la suspensión de cada tratamiento en una caja de petrí, dentro de la cual previamente se aplicó 15 cc de medio de papa-dextrosa-agar (PDA) DIFCO 0013-01-4 (ver preparación del medio en la parte de apéndices), distribuyéndola gota con una varilla de vidrio doblada. Se dejó incubar durante 16 horas, manteniendo las cajas a una temperatura de 26 °C y en oscuridad.

-Análisis de la información:

A la información generada se le efectuó un análisis de regresión el cual sirvió de base para elaborar una figura que mostrara la tendencia de las cepas durante el almacenamiento. Los muestreos finalizaron cuando todas las cepas presentaron porcentajes de germinación inferiores al 70%.

6.1.4 Resistencia a luz ultravioleta:

Las cepas con mayor producción de esporas del entomopatógeno se evaluaron por su resistencia a la luz ultravioleta. Para el efecto, se utilizaron cajas de petri como unidades experimentales, dentro de las cuales se aplicaron 15 cc de medio de papa-dextrosa-agar (PDA) DIFCO 0013-01-4.

-Materiales experimentales:

Se evaluaron las cepas CG 94-2, CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y la cepa PL-43. Los tiempos de exposición (sin la cubierta de la caja de petri) a los cuales se sometieron las unidades experimentales fueron 0 segundos (testigo), 25, 50, 75, 100 y 200 segundos.

-Diseño Experimental:

Para la implementación de la prueba se utilizó un diseño experimental en bloques al azar en parcelas divididas, siendo el factor A (parcela grande) los tiempos de exposición a la luz ultravioleta y el factor B (parcela pequeña) las cepas del hongo. Para esta prueba se realizaron cuatro repeticiones.

-Manejo de la Unidad Experimental:

De cada una de las cepas se preparó una suspensión la que fue depositada en la unidad experimental respectiva (igual que para la prueba de almacenamiento). Las unidades experimentales se sometieron a exposición directa de luz ultravioleta. La luz ultravioleta se encuentra a 253.5 nanómetros en el espectro de absorción y una distancia de 0.4 m de las unidades experimentales. Posteriormente, cada unidad experimental se dejó incubar 16 horas en las mismas condiciones que las descritas para la prueba de almacenamiento. Pasado este tiempo, se procedió a la toma de datos.

-Variable Respuesta:

La variable cuantificada en esta prueba fue la viabilidad (porcentaje de germinación) de las cepas. Para ello, en cada unidad experimental se tomaron lecturas de la siguiente manera: con la ayuda de un

microscopio de contraste de fases, utilizando un aumento de 400X, se enfocaron dos campos contando la cantidad de esporas germinadas y totales en cada uno de ellos. Con lo anterior se calculó el porcentaje de germinación de cada campo con la siguiente fórmula:

$$G = \frac{C_g}{C_t} \times 100$$

Donde:

G= Porcentaje de germinación

C_g= Número de esporas germinadas

C_t= Número de esporas totales.

Las dos lecturas (correspondientes a dos campos) se promediaron, teniendo con ello el porcentaje de germinación de cada unidad experimental.

-Análisis de la Información:

La información se sometió a un análisis de varianza y las diferencias entre tratamientos a una prueba múltiple de medias de Duncan.

6.1.5 Compatibilidad con agroquímicos:

Se determinó la compatibilidad de las cepas del hongo Metarhizium anisopliae con surfactantes e insecticidas.

6.1.5.A **Surfactantes:** Las cepas del hongo CG 94-2, CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y la cepa PL-43 se evaluaron con cuatro surfactantes a cuatro concentraciones. Los surfactantes fueron:

1. Extravon
2. Carrier
3. ACT-92
4. Tween-20

Las concentraciones fueron:

1. 0 cc de surfactante (testigo absoluto)
2. 15 cc de surfactante en 100 lts de agua (0.015%)
3. 30 cc de surfactante en 100 lts de agua (0.030%)
4. 45 cc de surfactante en 100 lts de agua (0.045%)
5. 60 cc de surfactante en 100 lts de agua (0.060%)

- Manejo de la Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en una caja de petri en la que se aplicaron 15 cc de medio de papa-dextrosa-agar (PDA) DIFCO 0013-01-4. El ensayo se manejó con un diseño experimental en bloques al azar con arreglo combinatorio de tres factores, utilizando 3 repeticiones.

La preparación de la suspensión de cada cepa fue similar al descrito en la prueba de almacenamiento. A la suspensión preparada se le agregó la concentración adecuada del surfactante respectivo para tener la concentración final deseada. El manejo posterior y la toma de datos es el descrito en la prueba de almacenamiento.

Además, se evaluó el posible efecto protector por cubrimiento del surfactante sobre la espora del hongo. Para ello, teniendo la solución-suspensión del hongo más el surfactante, se le aplicó un tratamiento con luz ultravioleta bajo las mismas condiciones descritas en la prueba específica de luz ultravioleta.

-Análisis de la Información:

La información se sometió a un análisis de varianza y prueba múltiple de medias de Duncan. La protección proporcionada por los surfactantes a las esporas del hongo se observó gráficamente para el caso de la cepa CG 94-2.

6.1.5.B Insecticidas: En esta prueba se evaluó la compatibilidad de cinco insecticidas a tres concentraciones con las cepas del hongo.

Los insecticidas evaluados fueron:

1. Tiocyclam (Evisect)
2. Malathion (Malathion 57 EC)
3. Endosulfan (Thiodan)
4. Carbaryl (Sevin)
5. Propoxur (Unden)

Las concentraciones de cada insecticida fueron:

1. Sin insecticida (testigo absoluto) (Dosis A)
2. Media dosis recomendada (Dosis B) (La mitad de la dosis D)
3. Dosis mínima recomendada (Dosis C) (Valor menor del rango recomendado)
4. Dosis media recomendada (Dosis D) (Promedio del rango recomendado)

- Manejo de la Unidad Experimental:

La unidad experimental fue una caja de petri en la que se agregaron 15 cc de medio de papa-dextrosa-agar (PDA) DIFCO 0013-01-4. El ensayo se manejó con un diseño experimental en bloques al azar jerarquizado con arreglo combinatorio de tres factores, realizando tres repeticiones. La preparación de la suspensión de cada cepa se describió en la prueba almacenamiento. A dicha suspensión se le agregó la concentración adecuada del insecticida respectivo para obtener la concentración final deseada. El manejo posterior y la toma de datos es el descrito en la prueba de almacenamiento.

-Análisis de la Información:

La información se sometió al análisis de varianza y prueba múltiple de medias de Duncan.

Cuadro 3. Concentraciones de insecticidas usados en la prueba de compatibilidad.

INSECTICIDA	CONCENTRACION ²	CANTIDAD ³ /ha
Thiocyclam (Evisect)	Dosis B Dosis C Dosis D	0.25 kg 0.50 kg 0.75 kg
Malathion (Malation 57%)	Dosis B Dosis C Dosis D	0.70 lt 1.40 lt 2.80 lt
Endosulfan (Thiodan 35 EC)	Dosis B Dosis C Dosis D	1.07 lt 2.15 lt 2.80 lt
Carbaryl (Sevin 80 WP)	Dosis B Dosis C Dosis D	0.65 kg 1.30 kg 1.50 kg
Propoxur (Unden 50 WP)	Dosis B Dosis C Dosis D	0.36 kg 0.50 kg 0.72 kg

6.2 FASE DE INVERNADERO:

6.2.1 Ubicación del ensayo:

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

6.2.2 Prueba de parasitismo de las cepas:

Con las mejores cepas del hongo seleccionadas en la fase de laboratorio (CG 94-2, CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y PL-43) se evaluó el nivel de parasitismo sobre las ninfas de chinche salivosa. Para el efecto se utilizaron insectos recolectados en campos sin historial de aplicaciones con *Metarhizium anisopliae*.

² Ver la descripción de los incisos en el párrafo correspondiente a la concentración de los insecticidas.

³ Producto comercial.

- Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en un recipiente en el que previamente se colocó un piloncito de caña de azúcar con el objetivo de que enraizara y creara el medio adecuado para el desarrollo del insecto. El ensayo se manejó con un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones. En cada unidad experimental se colocaron cinco ninfas de chinche salivosa en las raíces de la caña.

- Manejo de la Unidad Experimental:

Para cada cepa del hongo, el paso inicial fue preparar la fuente de inóculo. Para el efecto, la concentración de esporas aplicada de cada cepa fue de $1 \cdot 10^7$ /cc, nivelando las concentraciones a través de conteos con la cámara de Neubauer y dilución. El inóculo se preparó y aplicó el mismo día de la recolección de los insectos. A cada recipiente se le aplicaron 3.3 cc de la suspensión preparada. El inóculo se aplicó con un atomizador, utilizando uno diferente para cada cepa. Luego de aplicar la suspensión de hongo, la unidad experimental se cubrió con un cedazo a manera de evitar fuga de insectos.

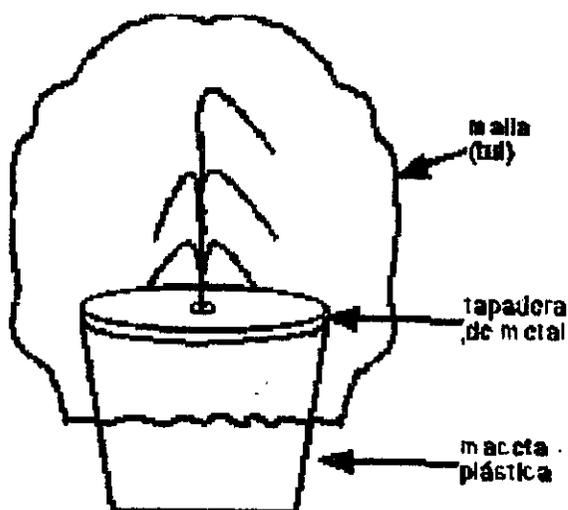


Figura 1: Modelo esquemático de las macetas utilizadas en las pruebas de parasitismo.

- Variable respuesta:

La variable de respuesta es el porcentaje de parasitismo observado. Para ello, ocho días después de aplicadas las cepas del hongo, se contaron los insectos muertos que presentaron infección por Metarhizium

anisopliae (observada en cámaras húmedas) y el número total de insectos para cada maceta, teniendo el porcentaje de parasitismo a través de la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{Ip}{It} \times 100$$

Donde:

PP= Poncentaje de parasitismo

Ip= Número de insectos parasitados

It= Número de insectos totales.

- Análisis de la información:

A la información se le realizó un análisis de varianza y una prueba múltiple de Duncan.

6.2.3 Parasitismo presente con la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae* mezclado con insecticidas:

En esta prueba se evaluaron las mejores cepas del hongo mezclados con los insecticidas a las dosis idóneas. El procedimiento es el descrito en la prueba de parasitismo, a excepción de que el inóculo contenía la dosis media de los insecticidas seleccionados en la prueba de compatibilidad (Thiocyclam, Carbaryl y Propoxur).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la evaluación se analizaron en función de las diferentes pruebas que la conforman. Un resumen estadístico de los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4: Resumen estadístico de resultados.

PRUEBA	FACTOR	SIGNIF.	MEJORES MEDIAS
1. Producción	Tratamientos	Alta	CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St, CG 94-2
2. Resistencia a la luz ultravioleta	Tiempo exposición	Alta	0 Segndos
	Cepas del hongo	NS	
	Interacción	NS	
3. Compatibilidad con surfactantes	Cepas del hongo	Alta	PL-43
	Concentración surfac.	NS	
	Surfactante	NS	
	Interacciones	NS	
4. Compatibilidad con insecticidas	Cepas	Alta	PL-43
	Concentración Insect.	Alta	0 Insecticida
	Insecticida	Alta	Thiocyclam, Propoxur, Carbaryl
	Interac. cepa-insect.	Alta	Ver cuadro medias
	Interac. concent.-insect.	Alta	Ver cuadro medias
5. Parasitismo	Tratamiento	Alta	CG 94-4, PL-43, CG 94-2
6. Parasitismo cepas + Insecticidas	Cepas	Alta	CG 94-4
	Insecticidas	NS	
	Interacción	NS	

7.1 Producción:

En el cuadro 8A (apéndice 3) se puede observar un resumen del análisis de varianza efectuado a los datos de producción (gramos de esporas puras). En éste cuadro podemos observar que no existen diferencias significativas entre los bloques por lo que la prueba pudo realizarse utilizando el diseño experimental completamente al azar. En cuanto a los tratamientos (producción en gramos de esporas puras de las diferentes cepas), existieron diferencias altamente significativas. Los datos tuvieron distribución normal ($Pr < W = 0.2557$) y un coeficiente de variación de 40.99%. Al analizar las medias a través de la prueba estadística de Tukey con un 5% de significancia (cuadro 9A, apéndice 3), observamos que las cepas CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y CG 94-2 son superiores a las medias de las restantes cepas. Sin embargo, en las restantes pruebas se incluyó la cepa PL-43 por ser uno de los testigos.

La cepa CG 94-1 fue eliminada del análisis estadístico (y del ensayo) ya que no se obtuvo producción de esporas en ninguna de las repeticiones. Es importante conocer el rendimiento de esporas de cada cepa, datos que pueden observarse en el cuadro 5.

En el cuadro 5 pueden observarse grandes diferencias entre los rendimientos de las diferentes cepas. Lo anterior viene a apoyar los resultados del análisis estadístico, ya que las cepas CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St, CG 94-2 y PL-43 superan notablemente los rendimientos de las cepas CG 93-10, CG 94-5 y CG 94-3; siendo además superiores a los rendimientos observados en la producción comercial del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Cafía de Azúcar (17,18) que durante 1994 fue de 5.5% y en 1995 de 5.75%. Los datos de producción y el rendimiento son características importantes a tomar en cuenta ya que inciden directamente en los costos de producción del hongo, por lo que deben considerarse los valores brutos independientemente de su reflejo estadístico.

Cuadro 5: Rendimiento de esporas de ocho cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones experimentales.

CEPA	MEDIA (gramos)	RENDIMIENTO (%) ⁴
CG 94-4	17.150	9.53
CG 95-1St	16.936	9.41
CG 95-2St	12.976	7.21
CG 94-2	10.224	5.71
PL-43	8.482	4.71
CG 93-10	2.450	1.36
CG 94-5	0.714	0.40
CG 94-3	0.246	0.14

7.2 Almacenamiento:

La prueba de almacenamiento duró seis meses y con los valores obtenidos se elaboró una figura en la cual se muestra la tendencia de las cepas en cuanto a su viabilidad bajo condiciones de almacenamiento, con una temperatura de 3 °C y humedad relativa de 70% (figura 2A, apéndice 4). La tendencia de cada cepa fue sometida a una evaluación con los diferentes modelos de regresión para seleccionar el que más se adecuara a cada una. Un resumen de los parámetros seleccionados en cada modelo se presenta en el cuadro 10A (apéndice 4). Con el modelo seleccionado para cada cepa se construyeron las ecuaciones de regresión (cuadro 6), las cuales sirvieron para graficar el comportamiento de cada cepa (figura 2A, apéndice 4).

7.3 Resistencia a luz ultravioleta:

Para la prueba de resistencia de las esporas del hongo a la exposición directa a la luz ultravioleta se realizó un análisis de varianza para la variable viabilidad (apéndice 5, cuadro 11A), en el cual se observa que existen diferencias altamente significativas para el factor tiempo de exposición, no existiendo diferencias estadísticas para el factor cepas o la interacción de éstas con la exposición a la luz ultravioleta. Lo anterior nos indica que la luz ultravioleta va a afectar la viabilidad de las cepas en estudio, por lo que no se cuenta actualmente con alguna

⁴ Peso de esporas del hongo/Peso de arroz utilizado en su producción (180 g)

Cuadro 6: Ecuaciones de regresión de cada cepa en la prueba de resistencia al almacenamiento bajo condiciones de cuarto frío.

CEPA	ECUACION
CG 94-2	$Y = 85.1876 + 3.8797X - 0.25X^2$
CG 94-3	$Y = 103.5827 - 1.9642X$
CG 94-4	$Y = 85.9517 + 4.5962X - 0.3232X^2$
CG 94-5	$Y = 89.9830 - 9.8337X + 0.2521X^2$
CG 95-1St	$Y = 106.5570 - 7.0021X + 0.6533X^2 - 0.0174X^3$
CG 95-2St	$Y = 84.7059 + 2.5572X - 0.1237X^2$
CG 93-10	$Y = 78.5720 + 9.9863X - 1.0749X^2 + 0.0220X^3$
PL-43	$Y = 71.5876 + 14.8923X - 1.7403X^2 + 0.0409X^3$

cepa con mayor resistencia a la luz ultravioleta. Los datos se transformaron por $\text{arc. sen } \sqrt{\%}$ para normalizar su distribución, observando un coeficiente de variación de 19.62%. Para el caso del factor tiempo de exposición, en el apéndice 5, cuadro 12A se presenta un resumen de la prueba de medias de Duncan. En el cuadro 12A se puede apreciar el efecto directo del tiempo de exposición de los rayos ultravioleta sobre la viabilidad de las esporas del hongo *Metarhizium anisopliae*, existiendo diferencias estadísticas entre cada uno de ellos (no existen dos tratamientos estadísticamente iguales). En este caso, se puede observar que al prolongar el tiempo de exposición de las esporas a la luz ultravioleta, la viabilidad de éstas se reducirá provocando diferencias estadísticas (observar figura 3A, apéndice 5).

7.4 Compatibilidad con agroquímicos:

7.4.1 Compatibilidad con Surfactantes:

Al realizar las pruebas de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con los principales surfactantes que se utilizan en la industria azucarera se encontró que estadísticamente existen diferencias altamente significativas para el factor cepas del hongo, no así para los factores concentración y clase de surfactante o sus

interacciones (apéndice 6, cuadro 13A). El modelo se seleccionó correctamente, observando un comportamiento normal de los datos ($Pr < W = 0.1600$), con un coeficiente de variación de 5.57%. Lo anterior nos indica que para la preparación de la suspensión de *Metarhizium*, el surfactante (entre los evaluados) y la concentración de éste utilizada, dependerá de otros factores, ya que la viabilidad de las esporas no es una limitante.

Para el caso del factor cepas del hongo, se realizó una prueba de medias de Duncan (apéndice 6, cuadro 14A) en la cual se observa que estadísticamente la cepa PL-43 es superior a las restantes, seguida de las cepas CG 94-2 y CG 95-2St. Además, se realizó una prueba para observar la protección que los surfactantes en las concentraciones evaluadas anteriormente puedan proporcionar a las esporas del hongo contra la irradiación con luz ultravioleta. Las figuras 4A, 5A, 6A y 7A, apéndice 6 ilustran lo anterior para el caso de la cepa CG 94-2.

En la figura 4A se observa el efecto protectante de diferentes concentraciones de Extravón sobre las esporas del hongo *Metarhizium anisopliae* de la cepa CG 94-2 contra diferentes tiempos de exposición a la luz ultravioleta. En ésta figura puede observarse una relación inversa entre concentración de Extravón y germinación de las esporas del hongo para los diferentes tiempos. La misma tendencia se observa para los surfactantes Carrier (figura 5A), ACT-92 (figura 6A) y un poco menos acentuada en el Tween-20 (figura 7A). Lo anterior contradice los resultados esperados, ya que los surfactantes no proporcionaron protección alguna a las esporas, sino que éstas presentaron menor viabilidad posiblemente porque la película del surfactante permitió de alguna manera una mayor penetración de los rayos ultravioleta.

7.4.2 Compatibilidad con insecticidas:

En la evaluación de la compatibilidad de insecticidas con el hongo entomopatopatógeno *Metarhizium anisopliae* puede observarse en el cuadro 15A, apéndice 7 un resumen del análisis de varianza. Se encontraron diferencias altamente significativas para los factores cepas del hongo, concentración de los insecticidas, tipo de insecticida, la interacción cepas-insecticidas y la interacción concentración y tipo de insecticidas. No se encontraron diferencias significativas para la interacción cepas del hongo-concentración de insecticidas y la interacción de los tres factores. Lo anterior nos indica que la concentración de determinado insecticida no afectará la viabilidad de las esporas del hongo, sino que es el tipo de insecticida el que incidirá sobre dicha variable. Los

datos obtenidos durante el ensayo tuvieron un comportamiento normal ($Pr < W = 0.5377$) con un coeficiente de variación (8.35%) que garantiza la uniformidad en el manejo de las unidades experimentales.

Para determinar los mejores tratamientos se realizaron pruebas de medias de Duncan a todos los factores e interacciones de éstos que presentaron diferencias significativas (ver apéndice 7). En el cuadro 16A se observan las diferencias en el factor cepas del hongo, determinando que todas las cepas son diferentes en su reacción a los insecticidas; sin embargo, al comparar las medias de las cepas con la de los testigos (cepas sin insecticidas), se observa (cuadro 16A) que el descenso en la viabilidad se debe más a las cepas en particular y no a su interacción con los insecticidas. En el cuadro 17A se visualizan las diferencias para el factor concentración de insecticidas, manteniendo una relación inversa entre viabilidad de las esporas y los incrementos en concentración (el testigo sin insecticidas es el mejor). Para el factor insecticidas, en el cuadro 18A se observan dos grupos de insecticidas. El grupo de insecticidas que afectó en menor grado las esporas del hongo lo conforman en orden el Thiocyclam, Propoxur y el Carbaryl; y los que afectaron en mayor proporción a las esporas son el Endosulfan y Malathion. Para la interacción cepas del hongo y tipo de insecticida, en el cuadro 19A se observa que la combinación de la cepa PL-43 con los insecticidas Propoxur, Carbaryl y Thiocyclam presentó un mayor porcentaje de viabilidad, seguido de la cepa CG 94-4 en combinación con los mismos insecticidas; aunque no se debe perder de vista la viabilidad inherente a cada cepa. En el cuadro 20A se presenta la interacción de los insecticidas en diferentes concentraciones. Se observan dos grupos; el primero compuesto por los insecticidas Thiocyclam, Propoxur y Carbaryl en sus diferentes concentraciones, los cuales afectan en forma mínima la viabilidad de las esporas, incrementándose el daño conforme aumenta la concentración del insecticida. El segundo grupo está compuesto por los insecticidas Malathion y Endosulfan en sus diferentes concentraciones (excepto los testigos de éstos insecticidas), los cuales provocan mayor daño a las esporas del hongo, incrementándose el daño al aumentar la concentración del insecticida. Esta información es importante dentro del programa de manejo integrado de la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp, *Prosapia* sp.) ya que nos indica que los insecticidas Thiocyclam, Propoxur y Carbaryl pueden usarse como parte del control químico, aún en aquellas áreas donde se ubiese aplicado el hongo con anterioridad sin correr el riesgo de causar mortalidad o daño a los conidios.

7.5 Parasitismo de las cepas:

Al realizar un análisis de varianza a los datos de parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* seleccionadas en la fase de laboratorio sobre ninfas de la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp., *Prosapia* sp.) se observó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 21A, apéndice 8). Los datos mostraron una distribución normal, con un coeficiente de variación de 60.42%. Las medias de parasitismo se analizaron a través de la prueba de Duncan (cuadro 22A, apéndice 8) observándose que la mejor cepa fue la CG 94-4 (26.67% mayor que PL-43), aunque estadísticamente es igual a las cepas PL-43 y CG 94-2. Por lo anterior, no es posible recomendar el uso exclusivo de la mejor cepa, sino por el contrario, realizar pruebas de campo para confirmar la efectividad de las cepas para el control de ninfas de la chinche salivosa, y si se confirmase el efecto sobre los insectos, se puede utilizar las cepas en función de las condiciones del lugar de origen de las mismas.

7.6 Parasitismo de las cepas en combinación con insecticidas

Al planificar la prueba de mezclar insecticidas con el hongo *Metarhizium anisopliae* se pretendía que a subdosis de insecticidas éste provocara un estrés en el insecto, sin llegar a matarlo, con lo cual se facilitaría la penetración del hongo, aumentando el porcentaje de insectos parasitados. Sin embargo, los resultados obtenidos en la prueba respectiva no comprobaron dicha hipótesis. En el cuadro 23A, apéndice 9 se observa que no existen diferencias significativas para la interacción insecticidas-cepas, sino que únicamente para el factor cepas. Lo anterior con un coeficiente de variación de 32.05. Los datos no tuvieron un comportamiento normal por lo que fue necesario hacer una transformación, auxiliándonos de estadística no paramétrica a través del análisis de varianza para rangos de dos clasificaciones. Para el caso del factor cepas del hongo, las medias se analizaron a través de una prueba de medias de Duncan (cuadro 24A, apéndice 9), la tendencia de parasitismo es similar a la observada en la prueba específica de parasitismo, teniendo a la cepa CG 94-4 como la mejor cepa, seguida de la PL-43.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Para producción de conidios las cepas CG 94-4, CG 95-1St, CG 95-2St y CG 94-2 fueron superiores a la cepa importada PL-43.
- 8.2 El tiempo máximo de almacenamiento de las cepas a 3 °C oscila entre 18 y 19 semanas; siendo las cepas CG95-2St y CG 95-1St las que más soportan estas condiciones y la cepa CG 94-5 la más susceptible al almacenamiento.
- 8.3 No existen diferencias estadísticamente significativas entre cepas para resistencia a la luz ultravioleta, observándose un descenso considerable en la viabilidad de los conidios cuando se expusieron durante más de 50 segundos.
- 8.4 Los surfactantes evaluados son compatibles con las cepas del hongo entomopatógeno Metarhizium anisopliae; la concentración a utilizar no causará efecto significativo sobre los conidios.
- 8.5 Los surfactantes evaluados no proporcionaron protección alguna a los conidios del hongo Metarhizium anisopliae al exponerlos a la irradiación ultravioleta.
- 8.6 Los conidios del hongo Metarhizium anisopliae fueron compatibles con los insecticidas Thiocyclam, Propoxur y Carbaryl. Los insecticidas incompatibles fueron Endosulfan y Malathion.
- 8.7 Las cepas CG 94-4, PL-43 y CG 94-2 presentan mayores porcentajes de parasitismo sobre ninfas de la chinche salivosa (Aeneolamia spp. Prosapia sp.).
- 8.8 No se observó el efecto de incremento en el parasitismo de ninfas de chinche salivosa al aplicarles una suspensión del hongo Metarhizium anisopliae con subdosificaciones de los insecticidas compatibles.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Evaluar a nivel de campo la eficiencia de parasitismo de las cepas CG 94-4 y CG 94-2.
- 9.2 Evaluar a nivel de bioensayo y de campo la eficiencia del parasitismo al mezclar subdosis de insecticidas compatibles con los aislamientos del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*

10. BIBLIOGRAFIA

- 1) AGRICOLA EL SOL, (Gua). s.f. ACT-92. Guatemala. 1 p.
- 2) AGRIOS, G.N. 1991. Fitopatología. 5 ed. México, Limusa. 756 p.
- 3) ALVES, S.B. 1986. Controle microbiano de insetos. Brasil, Manole. 407 p.
- 4) ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1994. Informe anual zafra 93-94. Guatemala. 29 p.
- 5) ASOCIACION DE TECNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1994. Aspectos generales de la agroindustria azucarera de Guatemala. In Congreso ATALAC (3., 1994, Gua), Guatemala, ATAGUA. p. 10-21
- 6) _____. 1996. Indicadores estadísticos de la agroindustria en Guatemala. ATAGUA (Gua): 35.
- 7) BAYER (Gua). s.f. Uden 50 WP. Guatemala, Bayer. Folleto Técnico. 6 p.
- 8) BERNAL, N. H. DE; ZAMBRANO P., C. 1984. El uso de Metarhizium en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario Barquisimeto (2., 1984, Barquisimeto, Venezuela). Barquisimeto, Venezuela, s.n. p. 91-103
- 9) BERNAL U., M.G. et al. 1994. Virulencia de aislamientos de Metarhizium spp. y su eficacia en campo sobre Hypothenemus hampei. Revista Colombiana de Entomología (Col) 20 (4): 225-228
- 10) BUENAVENTURA, C.E.; GOMEZ G., A. s.f. Control biológico de plagas. In: Curso de Entomología Económica; programa para graduados en ciencias agrarias. Venezuela. 35 p.
- 11) BUENAVENTURA O., C.E. 1992. Estudio para la conformación del Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar de Guatemala. Guatemala, CENGICA. Documento Técnico 1. 52 p.
- 12) CALDERO N, M. 1982. Cercópidos, plaga de los pastos en América Tropical; biología y control. Colombia; Centro Interamericano de Agricultura Tropical. 47 p.
- 13) CARRILLO, E. 1994. Plagas insectiles de la caña de azúcar en Guatemala. In Curso del cultivo de la caña de azúcar (1994, Escuintla, Guatemala). Guatemala, CENGICA. 9 p.
- 14) CASTRO, R. 1981. Estudio y combate de la mosca pinta en la caña de azúcar en México. In Interamerican Sugar Cane Seminar (1981, USA). Florida, USA, s.n. p. 229-235.
- 15) CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1993. Producción y evaluación de Metarhizium. Boletín Técnico CENGICA (Gua) 2(1): 4-5.
- 16) _____. 1994. Evaluación de cepas de Metarhizium. Boletín Técnico CENGICA (Gua) 2(2): 8.

- 17) _____, 1995. Producción del hongo Metarhizium. Boletín Técnico CENGICA (Gua) 2(3): 4.
- 18) _____, 1996. Producción del hongo Metarhizium. Boletín Técnico CENGICA (Gua) 2(4): 6.
- 19) CENTRO INTERAMERICANO DE AGRICULTURA TROPICAL (Col). 1980. Los surfactantes: clases, propiedades y uso con herbicidas. Colombia. 48 p.
- 20) CIBA-GEIGY (Gua). s.f. Extravón. Guatemala. Folleto Técnico. s.p.
- 21) 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. p. 19
- 22) CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 23) FLORES CACERES, S. 1983. Historia sobre las plagas y enfermedades de la caña de azúcar en México. Chapingo (Mex). 4(41): 11-19.
- 24) GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1994. Estudio económico y memorias de labores del Banco de Guatemala año 1993. Guatemala. 205 p.
- 25) _____, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 70-72.
- 26) GUATEMALA SUBIO al sexto lugar en producción mundial azucarera. 1996. Prensa Libre, (Gua); enero, 18: 97-100
- 27) HOECHST (Gua). s.f. Thiodan; el insecticida acreditado para la protección de numerosos cultivos. Guatemala. Hoechst. Folleto Técnico. s.p.
- 28) INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR (Cuba). 1992. Informe anual 1992. Cuba. 35 p.
- 29) INTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD (Gua). 1976. Producción rentable y futuro de la caña de azúcar. Guatemala. p. 4-34.
- 30) LUCKMANN, W.H.; METCALF, R.L. 1992. Introducción al manejo de plagas de insectos. México, Limusa. 710 p.
- 31) MERCK (Gua). sf. Tween-20. Guatemala. 1 p.
- 32) MOLINA, N. 1990. Aspectos prácticos en el manejo del hongo Metarhizium anisopliae en Venezuela. Revista Venezuela Azucarera. (Ven.) no. 34: 7-9
- 33) NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Méx.). 1987. Control de plagas de plantas y animales; plantas nocivas y como combatirlos. México, Limusa. v. 2, 574 p.

- 34) _____ (Méx.). 1987. Control de plagas de plantas y animales; manejo y control de plagas de insectos. México, Limusa. v. 3, 522 p.
- 35) NUÑEZ ALVARADO, C.O. 1994. Chinche salivosa, mosca pinta o candelilla. Guatemala, Departamento de Investigación Ingenio Pantaleón. 60 p.
- 36) PLAGAS Y enfermedades de la caña de azúcar en Guatemala. 1992. Revista Cámara del Agro. (Gua) 4(5): 6-9.
- 37) QUEZADA, J.R. 1987. Principios, fundamentos y tácticas del manejo integrado de plagas. In Cursillo Internacional de Manejo Integrado de Plagas. (1987, Gua). Guatemala, AGMIP. p. 1-23.
- 38) QUIMICAS STOLLER (Gua). 1989. Carrier. Guatemala. Folleto técnico. 8 p.
- 39) RHONE-POULENC (Gua). s.f. Sevin 80 PW. Guatemala. Rhone Poulenc Agroquímica de Guatemala. Folleto Técnico. s.p.
- 40) RODRIGUEZ SIERRA, D. 1993. Hongos entomopatógenos. In Control biológico en Colombia; Historia, avance y proyecciones. Colombia, Universidad Nacional de Colombia-Palmira. p. 30-42
- 41) ROSENSTEIN STER, E. 1993. Diccionario de especialidades agroquímicas. 4 ed. México, s.n. 679 p.
- 42) SAENZ A., C.E. 1989. Aplicación de *Metharizium* spp PL-43 en Filadelfia, Guanacaste; para el control de *Saccharosydne saccharivora* en *Aeneolamia* y *Prosapia*, 1988. In: Congreso DIECA (2., 1989, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, Dirección de Investigación y Extensión de la caña de azúcar. p. 88-81



Vº. Bº.
 Miriam De La Rosa

11. APENDICES

APENDICE 1:

CUADRO 7A: Producción de los ingenios azucareros durante la zafra 92-93

INGENIO	CAÑA MOLIDA (t)	RENDIMIENTO (lb azúcar/t)	AZUCAR PRODUCIDO (qq)
Pantaleón	1688119.16	210	3537748.52
Santa Ana	1257855.68	204	2568490.95
Concepción	1160868.55	206	2390007.11
La Unión	1124090.57	208	2337911.72
El Pilar	1123219.26	204	2286626.00
Madre Tierra	916005.64	215	1966610.91
Magdalena	798088.62	184	1469700.14
Tierra Buena	713967.53	199	1421805.00
Palo Gordo	606523.51	182	1103810.00
El Baúl	549809.15	194	1066823.00
San Diego	387405.21	204	791836.10
Los Tarros	321244.56	219	702490.00
Guadalupe	344443.03	168	578869.38
Tululá	257662.45	205	527836.10
Trinidad	98688.28	189	186662.08
Santa Teresa	62917.18	166	104687.75
La Sonrisa	22448.26	178	40052.00
TOTAL	11434156.64	202	23081346.98

Fuente: Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala.

APENDICE 2:

MEDIOS DE CULTIVO:

A) PDA:

Medio de cultivo utilizado para la realización de pruebas de germinación en la fase de laboratorio del ensayo. Para el efecto se utiliza 39 gr de medio de papa-dextrosa-agar DIFCO 0013-01-4 más 3 gr de agar granulado DIFCO 0140-01 en un litro de agua. El medio se calienta hasta 70 °C para disolver el agar y se esteriliza en autoclave a una temperatura de 121 °C y una presión de 15 PSI durante 25 minutos. Posteriormente se vierte el medio en las cajas de petri y se deja solidificar durante un mínimo de 6 horas.

B) MEDIO DE HABA:

Medio utilizado para aislar el hongo recolectado en el campo (etapa no evaluada en el ensayo). Su composición es de 75 gr de habas secas cocidas a las cuales se les agrega 20 gr de agar granulado y 10 gr de sacarosa en un litro de agua. El medio se esteriliza igual que el PDA.

C) ARROZ:

En la fase de producción se utiliza arroz precocido como sustrato de cultivo. Para cocer este arroz se deja llegar agua a ebullición, agregando el arroz el cual permanece 6 minutos 30 segundos bajo tales condiciones (en agitación). Posteriormente se separa de agua, enfriando manualmente por agitación. Posteriormente se esteriliza bajo las condiciones descritas para los medios anteriores.

APENDICE 3:

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBA DE PRODUCCION.

Cuadro 8A: Análisis de varianza para la prueba de producción de esporas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (gramos)

FUENTE VARIACION	G.L.	F calc.	PROB.	Signif
Tratamiento	7	18.97	0.0001	**
Repeticion	4	2.35	0.0784	
Error	28			
Total	39			

** Altamente significativa

NS No existe significancia

C.V. = 40.99%

Pr<w = 0.2557

Cuadro 9A: Prueba de media de Tukey (significancia del 5%) para los valores de producción de esporas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (gramos)

CEPA	MEDIA	GRUPO TUKEY
CG 94-4	17.150	A
CG 95-1St	16.936	A
CG 95-2St	12.976	A B
CG 94-2	10.284	A B
PL-43	8.482	B C
CG 93-10	2.450	C D
CG 94-5	0.714	D
CG 94-3	0.246	D

APENDICE 4

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBA DE ALMACENAMIENTO

Cuadro 10A: Modelos de regresión de las diferentes cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en la prueba de almacenamiento

CEPA	MODELO	PROB.>F	PROB.>T	R ²	C.V.
CG 94-2	Cuadrático	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0001 X ² =0.0001	0.9328	10.95
CG 94-3	Lineal	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0001	0.8480	9.04
CG 94-4	Cuadrático	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0031 X ² =0.0001	0.9014	19.72
CG 94-5	Cuadrático	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0001 X ² =0.0001	0.9153	47.99
CG 95-1St	Cúbico	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0005 X ² =0.0001 X ³ =0.0001	0.7626	7.44
CG 95-2St	Cuadrático	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0068 X ² =0.0004	0.6154	9.29
CG 93-10	Cúbico	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0002 X ² =0.0001 X ³ =0.0001	0.9665	13.84
PL-43	Cúbico	0.0001	b ₀ =0.0001 X=0.0004 X ² =0.0001 X ³ =0.0001	0.9347	26.25

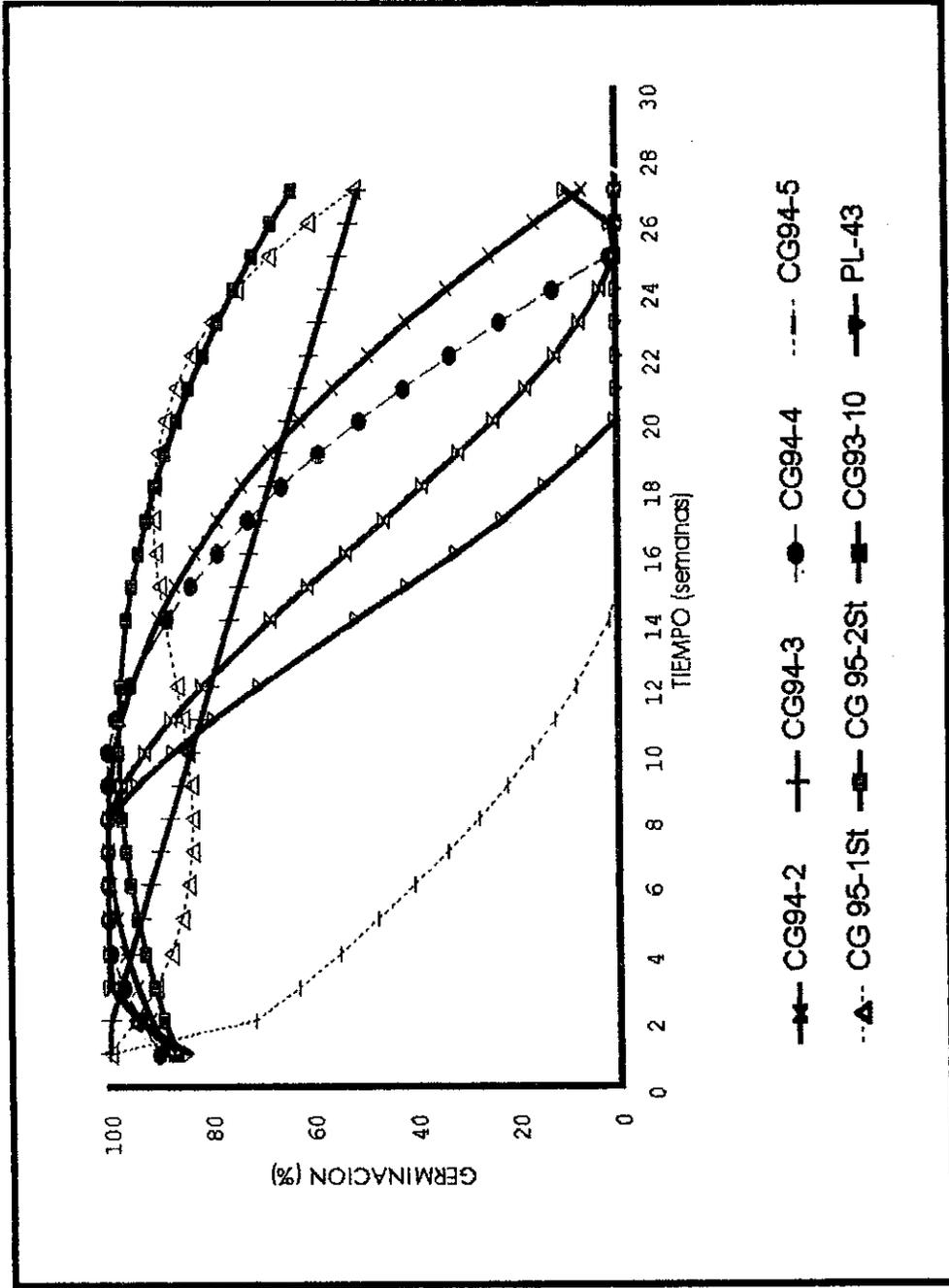


Figura 2A: Comportamiento de ocho cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de almacenamiento.

APENDICE 5

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA LUZ ULTRAVIOLETA

Cuadro 11A: Análisis de varianza para la prueba de resistencia a la luz ultravioleta de las esporas del hongo *Metarhizium anisopliae* (porcentaje)

FUENTE VARIACION	G.L.	F calc.	PROB.	Signif
Repetición	3	1.01	0.3950	
Tiempo exp.	4	311.65	0.0001	**
Cepas hongo	4	2.24	0.0756	NS
Interacción cepa-tiempo	16	1.14	0.3388	NS
Rep.*tiempo	12	0.50	0.9046	
Error	60			
Total	97			

** Altamente significava

NS No existe significancia

C.V. = 19.6228%

Pr<W = 0.0710

Cuadro 12A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de *Metarhizium anisopliae* expuestas a diferentes tiempos de luz ultravioleta

TIEMPO	MEDIA	GRUPO DUNCAN
0 Segundos	95.40	A
25 Segundos	84.00	B
50 Segundos	38.63	C
75 Segundos	8.29	D
100 Segundos	0.00	E

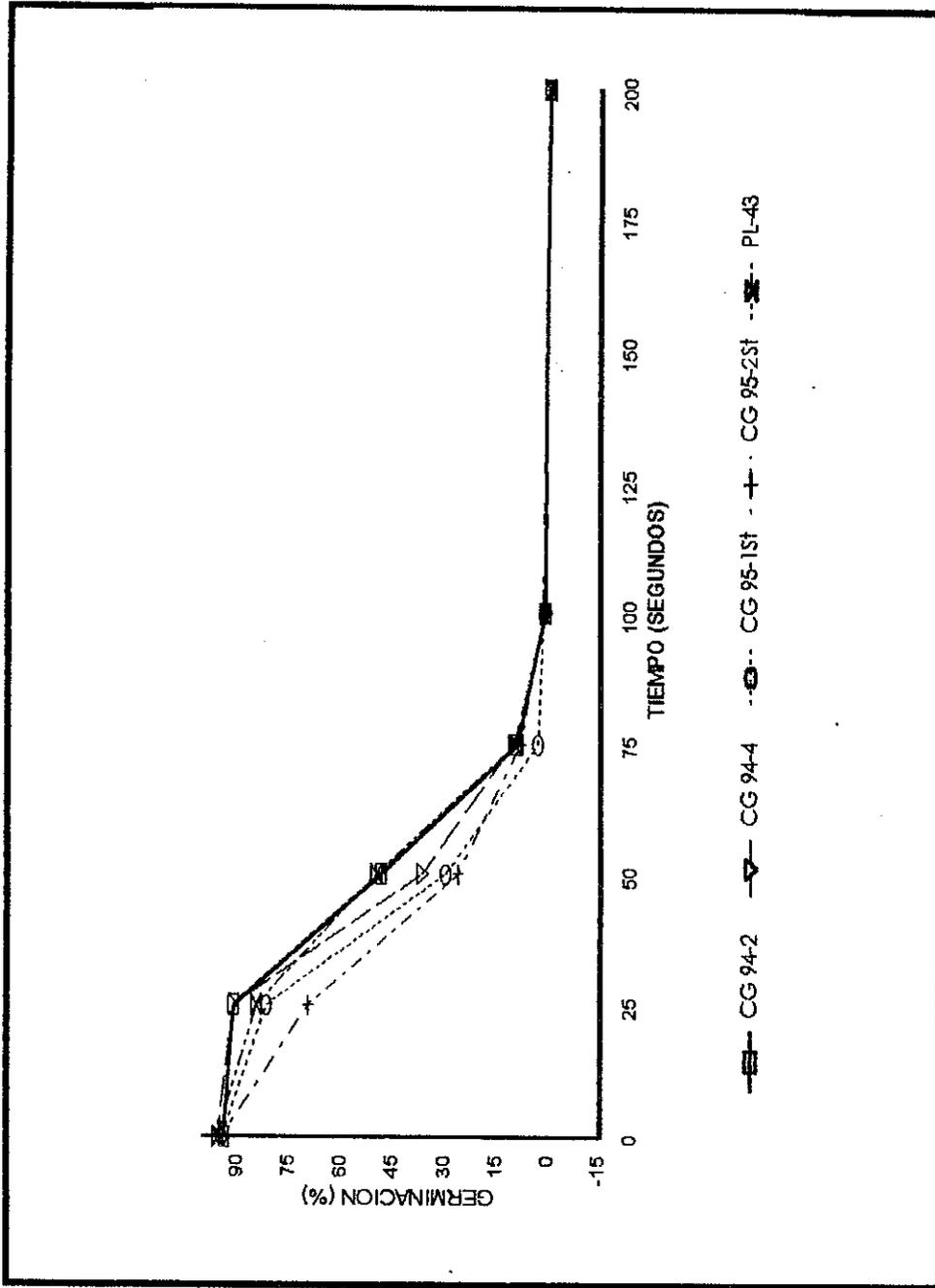


Figura 3A Efecto de la luz ultravioleta sobre la germinación de conidios del hongo *Metarhizium anisopliae* a diferentes tiempos de exposición.

APENDICE 6

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO
COMPATIBILIDAD CON SURFACTANTES

Cuadro 13A: Análisis de varianza para la prueba de compatibilidad de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* con diferentes concentraciones de surfactantes (porcentaje de esporas germinadas)

FUENTE DE VARIACION	GL	Fc	Pr>F	SIGNIFIC.
Repeticiones	2	14.39	0.0001	**
Cepas	4	12.08	0.0001	**
Concentración	4	1.03	0.3917	NS
Interacción cepas- concentración	16	1.1	0.3594	NS
Surfactantes	3	0.26	0.8563	NS
Interacción cepas-surfactante	12	0.51	0.9054	NS
Interacción concen. - surfactante	12	1.36	0.1893	NS
Interacción cepas-concen. - surfactante	48	0.66	0.9571	NS
Error	198			
Total	299			

** Altamente significava

NS No existe significancia

C.V . = 5.5661%

Pr<W = 0.1600

Cuadro14A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en combinación con diferentes concentraciones de surfactantes, factor cepas del hongo.

CEPA	MEDIA	GRUPO DUNCAN
PL-43	95.73	A
CG 94-2	93.36	B
CG 95-2St	91.91	B C
CG 94-4	90.67	C D
CG 95-1St	89.94	D

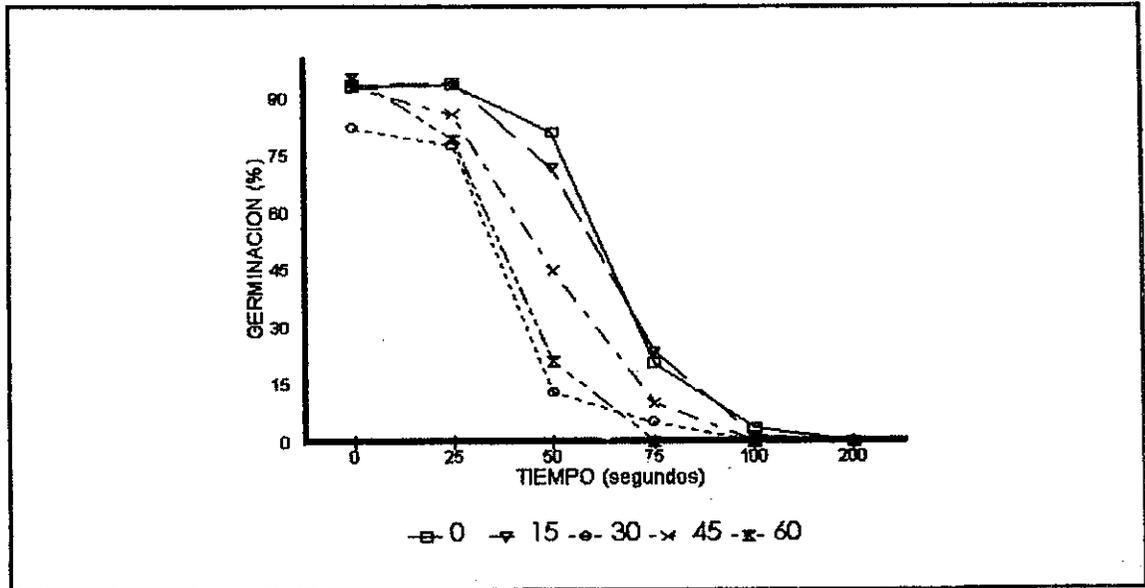


Figura 4A: Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Extravón (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta.

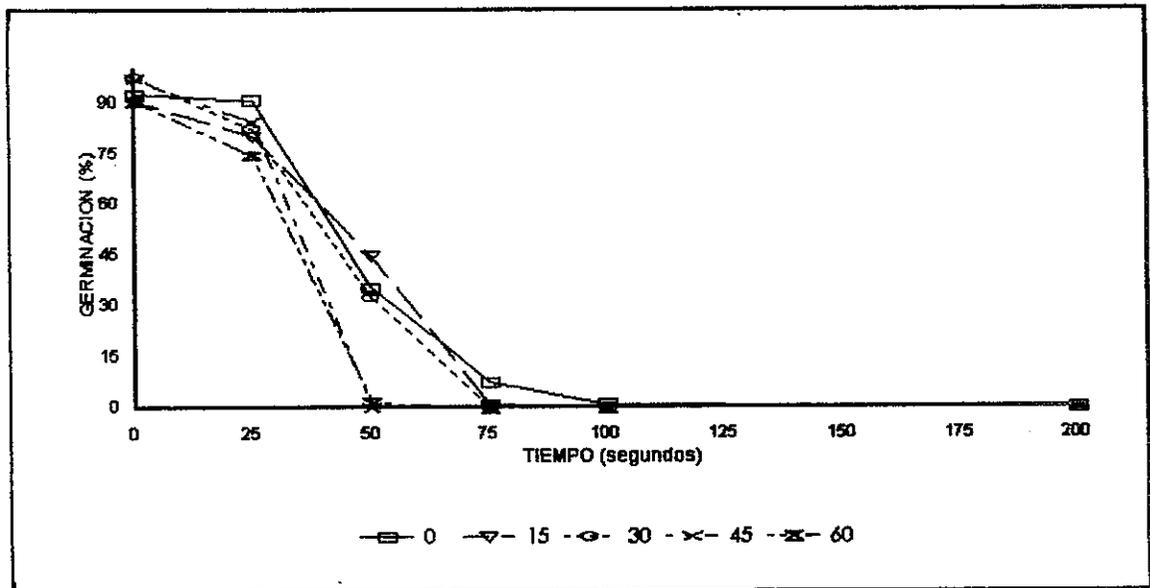


Figura 5A: Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Carrier (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta.

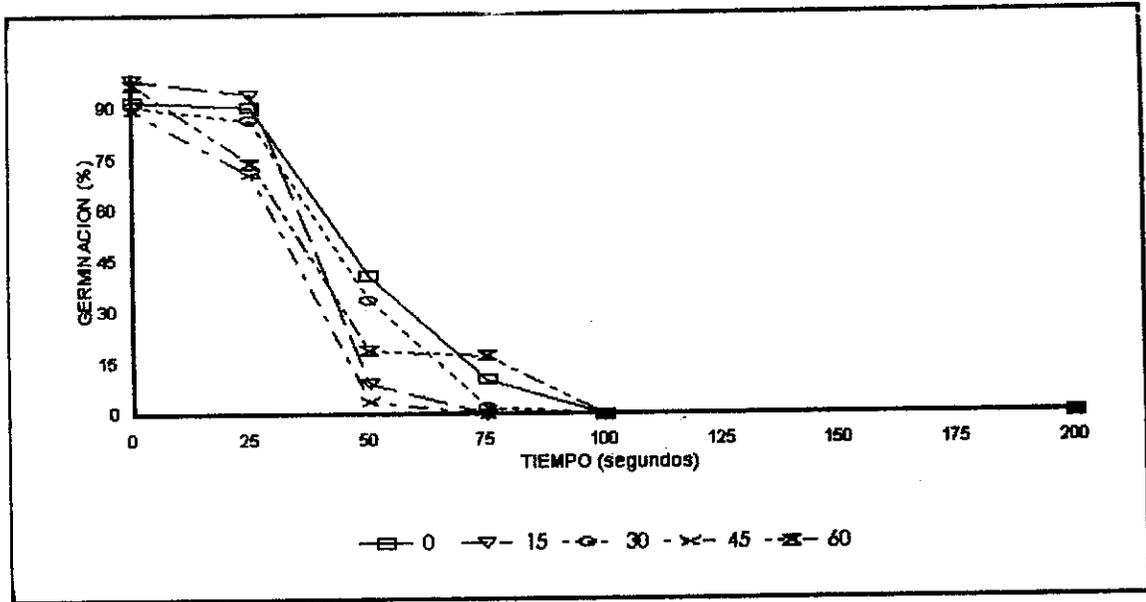


Figura 6A: Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante ACT-92 (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta.

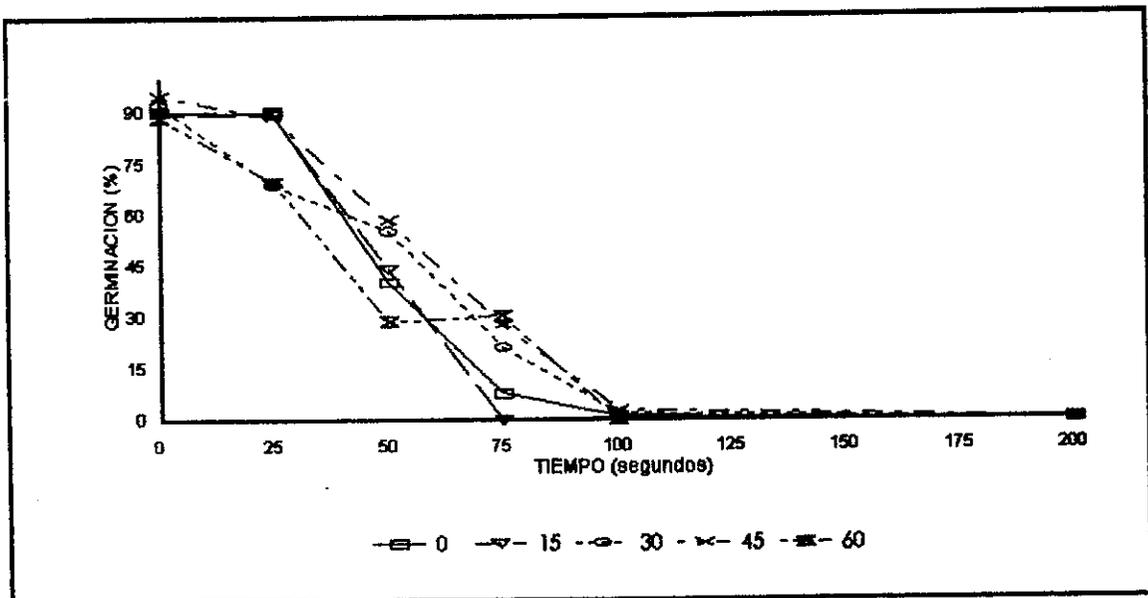


Figura 7A: Efecto protectante de diferentes concentraciones del surfactante Tween-20 (cc de producto/100 lt de agua) sobre la viabilidad de esporas de la cepa CG 94-2 contra la irradiación con luz ultravioleta.

APENDICE 7

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO
COMPATIBILIDAD CON INSECTICIDAS

Cuadro 15A: Análisis de varianza para la prueba de compatibilidad de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* con diferentes concentraciones de insecticidas (porcentaje de esporas germinadas)

FUENTE DE VARIACION	GL	Fc	Pr>F	SIGNIFIC.
Repeticiones	2	22.14	0.0001	**
Cepas	4	530.39	0.0001	**
Interacción cepas-concentración	12	1.32	0.2110	NS
Insecticidas	4	69.07	0.0001	**
Interacción cepas-insecticida	16	4.47	0.0001	**
Interacción concentración (insecticida)	12	11.37	0.001	**
Interacción cepas-concentración (insecticida)	48	1.13	0.2741	NS
Error	198			
Total	299			

** Altamente significava

NS No existe significancia

C.V. = 8.35%

Pr<W = 0.5377

Cuadro 16A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo *M. anisopliae* en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor cepas del hongo

CEPA	MEDIA	TESTIGO	GRUPO DUNCAN
PL-43	88.329	96.41	A
CG 94-4	83.489	92.07	B
CG 94-2	71.415	77.68	C
CG 95-2St	55.089	63.02	D
CG 95-1St	47.456	54.20	E

Cuadro 17A: Prueba de medias de Duncan (significancia de (5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo Metarhizium anisopliae en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor concentración de insecticidas

CONCENTRACION	MEDIA	GRUPO DUNCAN
Testigo (0)	76.686	A
Media Dosis Mínima	69.786	B
Dosis Mínima	66.769	C
Dosis Media	63.382	D

Cuadro 18A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo Metarhizium anisopliae en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, factor insecticidas

INSECTICIDA	MEDIA	TESTIGO	GRUPO DUNCAN
Thiocyclam	73.918	77.30	A
Propoxur	73.545	78.42	A
Carbaryl	73.536	75.14	A
Endosulfan	63.101	77.19	B
Malathion	61.679	77.02	B

Cuadro 19A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, interacción cepas-insecticidas

No	DESCRIPCION		MEDIA	GRUPO DUNCAN
	CEPA	INSECTICIDA		
1	PL-43	Propoxur	94.875	A
2	PL-43	Carbaryl	94.720	A
3	PL-43	Thiocyclam	94.269	A B
4	CG 94-4	Propoxur	89.778	B C
5	CG 94-4	Thiocyclam	88.672	C
6	CG 94-4	Carbaryl	88.302	C
7	PL-43	Endosulfan	81.142	D
8	CG 94-2	Propoxur	78.803	D E
9	CG 94-4	Endosulfan	76.588	D E F
10	PL-43	Malathion	76.538	D E F
11	CG 94-2	Carbaryl	75.900	E F
12	CG 94-2	Thiocyclam	75.200	E F
13	CG 94-4	Malathion	74.107	F
14	CG 94-2	Endosulfan	68.374	G
15	CG 95-2St	Thiocyclam	60.492	H
16	CG 95-2St	Carbaryl	59.847	H
17	CG 94-2	Malathion	58.800	H
18	CG 95-2St	Propoxur	54.056	I
19	CG 95-2St	Malathion	51.696	I J
20	CG 95-1St	Thiocyclam	50.958	I J
21	CG 95-1St	Propoxur	50.112	I J
22	CG 95-2St	Endosulfan	49.355	J
23	CG 95-1St	Carbaryl	48.912	J
24	CG 95-1St	Malathion	47.256	J
25	CG 95-1St	Endosulfan	40.042	K

Cuadro 20A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de viabilidad de las esporas de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en combinación con diferentes concentraciones de insecticidas, interacción concentración-insecticidas

No	DESCRIPCION		MEDIA	GRUPO DUNCAN
	CONCENT.	INSECTICIDA		
1	Testigo	Endosulfan	77.305	A
2	Testigo	Thiocyclam	77.301	A
3	Testigo	Malathion	77.077	A B
4	Testigo	Propoxur	76.348	A B
5	Testigo	Carbaril	75.399	A B C
6	MediaDosis	Thiocyclam	74.671	A B C D
7	MediaDosis	Carbaril	73.996	A B C D
8	DosisMinima	Carbaril	73.320	A B C D
9	DosisMinima	Propoxur	73.201	A B C D
10	DosisMinima	Thiocyclam	73.096	B C D
11	MediaDosis	Propoxur	72.956	C D
12	DosisMedia	Propoxur	71.671	C D
13	DosisMedia	Carbaril	71.429	D
14	DosisMedia	Thiocyclam	70.605	D
15	MediaDosis	Malathion	64.440	E
16	MediaDosis	Endosulfan	62.865	E
17	DosisMinima	Endosulfan	58.325	F
18	DosisMinima	Malathion	55.902	F G
19	DosisMedia	Endosulfan	53.907	G
20	DosisMedia	Malathion	49.299	H

APENDICE 8

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBA DE PARASITISMO

Cuadro 21A: Análisis de varianza para la prueba de parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* seleccionadas en la fase de laboratorio sobre ninfas de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) a nivel de bioensayo

FUENTE VARIACION	G.L.	F calc.	PROB.	Signif
Tratamiento	5	4.18	0.0156	*
Repeticion	3	0.19	0.9010	NS
Error	14			
Total	22			

** Altamente significava

NS No existe significancia

CV = 60.416%

Pr<w = 0.1571

Cuadro 22A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* seleccionadas en la fase de laboratorio sobre ninfas de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) a nivel de bioensayo

CEPA	MEDIA	GRUPO DUNCAN
CG 94-4	87.50	A
PL 43	60.83	A B
CG 94-2	31.25	A B C
CG 95-1St	25.00	B C
CG 95-2St	16.67	B C
Testigo	0.00	C

APENDICE 9

RESUMEN ANALISIS ESTADISTICO

PRUEBA DE PARASITISMO CEPAS CON INSECTICIDAS

Cuadro 23A: Analisis de varianza para la prueba de parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en combinaci3n con subdosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) a nivel de bioensayo

FUENTE VARIACION	G.L.	F calc.	PROB.	Signif.
Repeticiones	2	0.00	1.0000	NS
Cepas	2	27.72	0.0001	**
Insecticidas	3	0.63	0.6052	NS
Interacci3n cepas-insec.	6	1.07	0.1601	NS
Error	22			
Total	35			

** Altamente significativa

NS No existe significancia

CV = 32.0536%

Cuadro 24A: Prueba de medias de Duncan (significancia del 5%) para los valores de parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en combinaci3n con subdosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.) a nivel de bioensayo. Factor cepas del hongo

CEPA	MEDELA	GRUPO DUNCAN
CG 94-4	23.84	A
PL 43	21.24	B
Testigo	0.00	C

APENDICE 10

DATOS DE CAMPO DE LAS DIFERENTES

PRUEBAS REALIZADAS

Cuadro 25A: Datos de la prueba de producción (Peso de esporas expresado en gramos).

Tratamiento	Descripción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
1	CG 94-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CG 94-2	3.94	7.65	11.36	16.51	11.96
3	CG 94-3	0.25	0.25	0.06	0.14	0.53
4	CG 94-4	15.56	16.34	17.45	20.35	16.05
5	CG 94-5	1.14	0.48	1.54	0.17	0.24
6	CG 95-1St	10.92	22.78	19.76	20.74	10.48
7	CG 95-2St	8.56	24.82	7.64	15.11	8.75
8	CG 93-10	1.55	3.18	1.71	1.61	4.20
9	PL-43	5.51	8.65	10.58	8.36	9.31

Cuadro 26A: Datos de la prueba de resistencia a luz ultravioleta (viabilidad expresada en porcentaje).

Tratamiento	Descripción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	CG 94-2 + 0 seg.	93.22	96.02	95.37	93.21
2	CG 94-4 + 0 seg.	97.80	93.88	96.68	96.49
3	CG 95-1St + 0 seg.	91.15	94.07	98.62	96.15
4	CG 95-2St + 0 seg.	93.08	97.67	89.02	98.44
5	PL-43 + 0 seg.	93.56	99.30	93.66	98.68
6	CG 94-2 + 25 seg.	92.14	95.50	94.92	84.34
7	CG 94-4 + 25 seg.	96.37	93.80	82.82	93.78
8	CG 95-1St + 25 seg.	90.66	84.25	86.04	66.67
9	CG 95-2St + 25 seg.	55.82	65.35	93.70	64.13
10	PL-43 + 25 seg.	84.36	85.98	83.55	85.85
11	CG 94-2 + 50 seg.	41.91	73.94	47.08	33.40
12	CG 94-4 + 50 seg.	70.50	9.72	35.36	32.39
13	CG 95-1St + 50 seg.	34.54	17.55	39.50	29.20
14	CG 95-2St + 50 seg.	13.48	46.60	19.09	27.60
15	PL-43 + 50 seg.	39.24	19.32	77.23	45.11
16	CG 94-2 + 75 seg.	3.39	0.00	11.05	23.58
17	CG 94-4 + 75 seg.	8.96	1.43	22.52	8.66
18	CG 95-1St + 75 seg.	0.92	0.00	12.18	0.00
19	CG 95-2St + 75 seg.	9.66	10.92	4.52	8.28
20	PL-43 + 75 seg.	9.96	19.10	8.98	1.77
21	CG 94-2 + 100 seg.	2.50	0.00	0.00	2.02
22	CG 94-4 + 100 seg.	0.82	0.00	2.06	0.00
23	CG 95-1St + 100 seg.	0.00	0.00	2.54	3.57
24	CG 95-2St + 100 seg.	1.72	4.00	0.64	0.69
25	PL-43 + 100 seg.	2.24	0.00	2.08	1.15
26	CG 94-2 + 200 seg.	0.00	0.00	0.00	0.00
27	CG 94-4 + 200 seg.	0.00	0.00	0.00	0.00
28	CG 95-1St + 200 seg.	0.00	0.00	0.00	0.00
29	CG 95-2St + 200 seg.	0.00	0.00	0.00	0.00
30	PL-43 + 200 seg.	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 27A: Datos de la prueba de almacenamiento (viabilidad expresada en porcentaje).

Semana	CG92-2	CG94-3	CG94-4	CG94-5	CG95-1St	CG95-2St	CG93-10	PL-43
1	96.93	100.00	99.16	70.03	98.42	99.02	96.20	99.26
2	96.94	96.93	98.82	76.60	97.74	99.35	99.42	92.03
3	96.49	91.95	99.12	66.75	86.91	79.92	94.43	98.11
4	94.03	94.75	97.32	52.22	84.18	87.98	98.27	97.38
5	98.86	94.96	96.30	69.17	92.42	96.42	98.36	97.81
6	95.96	88.99	97.82	52.84	81.94	89.90	99.54	99.19
7	99.21	89.20	98.22	30.03	88.18	95.19	99.76	98.98
8	94.82	90.34	99.58	17.86	88.15	96.66	93.67	98.40
9	98.78	88.98	99.30	12.32	87.35	94.78	97.52	98.79
10	97.36	88.69	96.67	3.20	78.05	96.90	99.10	97.39
11	89.42	71.80	90.04	1.42	88.42	90.71	77.74	89.23
12	78.69	78.64	97.78	1.00	77.86	98.02	91.94	92.91
14	83.47	81.85	95.27	0.00	83.35	93.12	87.10	77.93
15	86.56	86.34	96.55	0.00	93.82	94.78	70.19	37.73
16	87.64	71.18	94.90	0.00	93.84	90.30	62.69	6.96
17	85.57	75.79	85.69	0.00	90.71	93.02	46.14	0.00
18	77.24	91.30	89.18	0.00	84.20	90.13	28.34	0.00
19	80.39	71.25	62.29	0.00	92.29	93.24	23.03	0.00
20	63.86	62.84	64.58	0.00	86.68	93.75	11.29	0.00
21	74.49	70.22	28.78	0.00	92.55	89.02	16.99	0.00
22	45.14	59.71	0.00	0.00	72.58	85.97	8.29	0.00
23	56.64	64.75	0.00	0.00	82.63	83.18	5.47	0.00
24	29.41	56.44	0.00	0.00	74.69	80.47	2.81	0.00
25	15.80	61.30	0.00	0.00	73.62	79.53	2.30	0.00
26	8.37	49.06	0.00	0.00	70.46	72.02	0.00	0.00
27	0.00	28.55	0.00	0.00	36.66	35.93	0.00	0.00

Cuadro 28A: Efecto de la luz ultravioleta sobre las esporas del hongo *Metarhizium anisopliae* al adisionar surfactantes.

Concentración surfactante	0 segundos	25 segundos	30 segundos	75 segundos	100 segundos	200 segundos
0 Extravon	93.00	93.62	81.15	20.52	3.45	0.00
15 Extravon	93.66	94.12	71.80	23.54	1.34	0.00
30 Extravon	82.29	77.64	12.82	5.09	0.00	0.00
45 Extravon	92.79	85.76	44.88	10.02	0.00	0.00
60 Extravon	95.56	74.48	21.07	0.00	0.00	0.00
0 Carrier	92.49	90.85	35.28	7.36	1.15	0.00
15 Carrier	90.62	80.29	44.66	0.88	0.00	0.00
30 Carrier	97.48	82.30	32.16	0.00	0.00	0.00
45 Carrier	97.06	84.44	0.00	0.00	0.00	0.00
60 Carrier	90.62	74.37	1.56	0.00	0.00	0.00
0 ACT-92	92.25	90.36	40.70	10.28	0.00	0.00
15 ACT-92	98.43	94.14	9.09	0.00	0.00	0.00
30 ACT-92	90.80	86.56	33.57	2.02	0.00	0.00
45 ACT-92	89.72	70.67	3.71	0.00	0.00	0.00
60 ACT-92	97.22	74.07	18.86	17.16	0.00	0.00
0 Tween-20	90.63	90.45	40.33	7.32	1.15	0.00
15 Tween-20	89.79	89.93	44.23	0.00	0.51	0.00
30 Tween-20	92.71	69.01	55.14	21.43	1.72	0.00
45 Tween-20	95.42	89.07	58.53	28.08	3.12	0.00
60 Tween-20	88.83	69.87	28.92	30.58	0.00	0.00

Cuadro 29A: Datos de la prueba de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con surfactantes (viabilidad expresada en porcentaje).

Tratamiento	Descripción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	CG 94-2 + 0 Extravon	96.16	87.92	97.37
2	CG 94-2 + 15 Extravon	95.88	96.12	98.23
3	CG 94-2 + 30 Extravon	97.28	93.24	94.13
4	CG 94-2 + 45 Extravon	93.57	93.52	87.26
5	CG 94-2 + 60 Extravon	97.02	93.52	92.26
6	CG 94-2 + 0 Carrier	96.73	93.58	90.83
7	CG 94-2 + 15 Carrier	97.06	79.09	93.66
8	CG 94-2 + 30 Carrier	96.01	85.75	94.44
9	CG 94-2 + 45 Carrier	96.73	95.54	95.22
10	CG 94-2 + 60 Carrier	95.34	96.88	96.87
11	CG 94-2 + 0 ACT-92	93.12	87.36	97.36
12	CG 94-2 + 15 ACT-92	91.24	84.70	86.53
13	CG 94-2 + 30 ACT-92	88.92	97.84	90.50
14	CG 94-2 + 45 ACT-92	96.00	94.30	95.62
15	CG 94-2 + 60 ACT-92	98.08	87.64	96.89
16	CG 94-2 + 0 Tween-20	93.28	92.61	89.70
17	CG 94-2 + 15 Tween-20	96.34	98.24	85.43
18	CG 94-2 + 30 Tween-20	95.88	93.22	95.70
19	CG 94-2 + 45 Tween-20	93.75	96.40	98.18
20	CG 94-2 + 60 Tween-20	93.53	90.82	94.84
21	CG 94-4 + 0 Extravon	95.78	79.23	97.90
22	CG 94-4 + 15 Extravon	94.74	93.00	86.62
23	CG 94-4 + 30 Extravon	93.46	76.80	92.89
24	CG 94-4 + 45 Extravon	93.52	80.72	91.03
25	CG 94-4 + 60 Extravon	97.94	84.80	94.18
26	CG 94-4 + 0 Carrier	93.25	85.42	96.42
27	CG 94-4 + 15 Carrier	97.82	77.62	95.90
28	CG 94-4 + 30 Carrier	97.40	86.42	99.16
29	CG 94-4 + 45 Carrier	97.92	87.61	97.50
30	CG 94-4 + 60 Carrier	95.59	80.62	91.30
31	CG 94-4 + 0 ACT-92	93.43	85.75	95.87
32	CG 94-4 + 15 ACT-92	92.90	88.20	96.61
33	CG 94-4 + 30 ACT-92	94.75	85.13	76.60
34	CG 94-4 + 45 ACT-92	95.52	93.52	96.16
35	CG 94-4 + 60 ACT-92	93.58	82.77	87.05
36	CG 94-4 + 0 Tween-20	91.67	84.86	94.28
37	CG 94-4 + 15 Tween-20	89.79	81.53	96.56
38	CG 94-4 + 30 Tween-20	98.04	90.44	84.22
39	CG 94-4 + 45 Tween-20	89.88	89.78	89.80
40	CG 94-4 + 60 Tween-20	88.33	85.94	94.54
41	CG 95-1St+ 0 Extravon	94.93	91.46	95.08
42	CG 95-1St+ 15 Extravon	92.66	87.52	93.38
43	CG 95-1St+ 30 Extravon	90.41	84.00	91.72
44	CG 95-1St+ 45 Extravon	80.71	75.04	88.50
45	CG 95-1St+ 60 Extravon	86.08	91.53	88.31
46	CG 95-1St+ 0 Carrier	94.68	90.67	92.84
47	CG 95-1St+ 15 Carrier	95.02	92.31	87.96
48	CG 95-1St+ 30 Carrier	80.69	88.96	98.78
49	CG 95-1St+ 45 Carrier	88.16	89.66	90.95
50	CG 95-1St+ 60 Carrier	81.48	95.37	95.30
51	CG 95-1St+ 0 ACT-92	93.48	90.44	94.38
52	CG 95-1St+ 15 ACT-92	92.09	92.61	92.46
53	CG 95-1St+ 30 ACT-92	95.70	69.66	89.64
54	CG 95-1St+ 45 ACT-92	88.18	89.28	93.06
55	CG 95-1St+ 60 ACT-92	90.36	85.46	92.97
56	CG 95-1St+ 0 Tween-20	94.13	90.34	94.37
57	CG 95-1St+ 15 Tween-20	95.05	88.00	94.70
58	CG 95-1St+ 30 Tween-20	81.24	98.02	94.04
59	CG 95-1St+ 45 Tween-20	78.22	88.16	93.34
60	CG 95-1St+ 60 Tween-20	94.34	86.49	91.93
61	CG 95-2St+ 0 Extravon	88.48	83.02	97.56
62	CG 95-2St+ 15 Extravon	96.80	90.84	93.76
63	CG 95-2St+ 30 Extravon	98.58	89.32	89.52
64	CG 95-2St+ 45 Extravon	97.37	81.58	91.25

Datos de la prueba de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con surfactantes (viabilidad expresada en porcentaje) (Continuación cuadro 29A).

Tratamiento	Descripción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
65	CG 95-2St + 60 Estravon	98.96	88.56	94.58
66	CG 95-2St + 0 Carnier	90.63	85.14	96.84
67	CG 95-2St + 15 Carnier	91.76	89.27	90.29
68	CG 95-2St + 30 Carnier	97.78	92.78	93.92
69	CG 95-2St + 45 Carnier	95.75	77.20	85.65
70	CG 95-2St + 60 Carnier	93.42	87.39	96.99
71	CG 95-2St + 0 ACT-92	95.93	90.33	93.18
72	CG 95-2St + 15 ACT-92	96.82	95.64	91.54
73	CG 95-2St + 30 ACT-92	89.42	93.06	94.17
74	CG 95-2st + 45 ACT-92	93.66	94.68	89.52
75	CG 95-2St + 60 ACT-92	97.19	70.80	92.16
76	CG 95-2St + 0 Tween-20	94.37	93.48	97.41
77	CG 95-2St + 15 Tween-20	92.04	82.87	89.24
78	CG 95-2St + 30 Tween-20	92.03	77.01	94.17
79	CG 95-2St + 45 Tween-20	94.28	95.28	95.78
80	CG 95-2st + 60 Tween-20	98.00	87.18	98.18
81	PL-43 + 0 Estravon	97.82	99.49	98.39
82	PL-43 + 15 Estravon	99.12	99.14	91.88
83	PL-43 + 30 Estravon	97.30	96.60	93.60
84	PL-43 + 45 Estravon	93.13	99.23	89.98
85	PL-43 + 60 Estravon	94.80	99.02	87.98
86	PL-43 + 0 Carnier	99.35	99.35	98.25
87	PL-43 + 15 Carnier	99.02	97.68	67.42
88	PL-43 + 30 Carnier	97.41	97.78	87.28
89	PL-43 + 45 Carnier	96.75	97.22	86.20
90	PL-43 + 60 Carnier	96.52	99.32	94.90
91	PL-43 + 0 ACT-92	98.34	98.92	91.72
92	PL-43 + 15 ACT-92	96.12	96.96	93.87
93	PL-43 + 30 ACT-92	90.24	99.00	91.60
94	PL-43 + 45 ACT-92	96.40	99.56	90.98
95	PL-43 + 60 ACT-92	97.26	99.06	97.96
96	PL-43 + 0 Tween-20	99.12	99.41	93.89
97	PL-43 + 15 Tween-20	98.29	97.98	94.12
98	PL-43 + 30 Tween-20	98.92	97.76	91.07
99	PL-43 + 45 Tween-20	99.42	95.69	95.20
100	PL-43 + 60 Tween-20	98.46	95.76	96.59

Cuadro 30A: Datos de la prueba de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con insecticidas (viabilidad expresada en porcentaje).

Tratamiento	Copa	Concentración de insecticida	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	CG 94-2	0 Evisect	73.75	85.80	69.08
2	CG 94-2	Media dosis Evisect	77.76	73.34	73.14
3	CG 94-2	Dosis Mínima Evisect	83.67	79.10	70.28
4	CG 94-2	Dosis Media Evisect	63.28	80.12	71.08
5	CG 94-2	0 Malathion	69.86	69.86	85.88
6	CG 94-2	Media dosis Malathion	56.15	75.87	71.12
7	CG 94-2	Dosis Mínima Malathion	31.91	48.84	52.82
8	CG 94-2	Dosis Media Malathion	37.96	48.92	44.34
9	CG 94-2	0 Thiodan	78.31	76.15	74.10
10	CG 94-2	Media dosis Thiodan	65.81	68.40	70.52
11	CG 94-2	Dosis Mínima Thiodan	50.41	66.07	75.98
12	CG 94-2	Dosis Media Thiodan	53.04	69.68	72.02
13	CG 94-2	0 Sevin	77.31	83.43	67.66
14	CG 94-2	Media dosis Sevin	73.50	83.14	69.94
15	CG 94-2	Dosis Mínima Sevin	72.94	87.63	69.48
16	CG 94-2	Dosis Media Sevin	75.97	78.04	71.76
17	CG 94-2	0 Unden	75.74	87.01	79.22
18	CG 94-2	Media dosis Unden	71.49	84.48	71.92

Datos de la prueba de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con insecticidas (viabilidad expresada en porcentaje) (Continuación cuadro 30A).

Tratamiento	Cepa	Concentración de insecticida	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
19	CG 94.2	Dosis Mínima Unden	84.16	79.94	68.02
20	CG 94.2	Dosis Media Unden	82.25	82.71	78.70
21	CG 94.4	0 Evisect	91.74	94.64	94.54
22	CG 94.4	Media dosis Evisect	87.25	90.50	90.83
23	CG 94.4	Dosis Mínima Evisect	93.59	84.56	74.98
24	CG 94.4	Dosis Media Evisect	88.51	91.66	81.24
25	CG 94.4	0 Malathion	92.06	86.04	93.00
26	CG 94.4	Media dosis Malathion	75.36	76.50	78.48
27	CG 94.4	Dosis Mínima Malathion	61.43	69.73	76.24
28	CG 94.4	Dosis Media Malathion	42.82	65.38	72.24
29	CG 94.4	0 Thiodan	93.15	95.86	92.30
30	CG 94.4	Media dosis Thiodan	78.25	80.84	75.74
31	CG 94.4	Dosis Mínima Thiodan	69.12	68.90	69.08
32	CG 94.4	Dosis Media Thiodan	52.24	67.22	76.36
33	CG 94.4	0 Sevin	88.02	94.44	91.45
34	CG 94.4	Media dosis Sevin	90.32	91.09	93.12
35	CG 94.4	Dosis Mínima Sevin	86.74	84.58	87.22
36	CG 94.4	Dosis Media Sevin	87.59	80.96	84.09
37	CG 94.4	0 Unden	89.26	92.46	92.17
38	CG 94.4	Media dosis Unden	93.30	93.33	92.49
39	CG 94.4	Dosis Mínima Unden	91.62	90.58	86.96
40	CG 94.4	Dosis Media Unden	90.10	87.10	77.96
41	PL-43	0 Evisect	92.75	100.00	100.00
42	PL-43	Media dosis Evisect	93.49	97.38	89.82
43	PL-43	Dosis Mínima Evisect	93.70	97.36	95.30
44	PL-43	Dosis Media Evisect	91.32	97.86	86.64
45	PL-43	0 Malathion	93.48	97.78	95.65
46	PL-43	Media dosis Malathion	70.00	79.16	83.73
47	PL-43	Dosis Mínima Malathion	64.28	66.76	77.86
48	PL-43	Dosis Media Malathion	57.35	66.26	66.15
49	PL-43	0 Thiodan	95.87	98.86	96.02
50	PL-43	Media dosis Thiodan	87.65	72.92	82.72
51	PL-43	Dosis Mínima Thiodan	75.49	75.49	77.78
52	PL-43	Dosis Media Thiodan	72.82	66.66	77.90
53	PL-43	0 Sevin	96.76	98.94	90.40
54	PL-43	Media dosis Sevin	94.68	95.92	91.34
55	PL-43	Dosis Mínima Sevin	93.96	96.74	94.86
56	PL-43	Dosis Media Sevin	96.76	94.10	92.16
57	PL-43	0 Unden	97.40	97.44	99.18
58	PL-43	Media dosis Unden	94.46	99.24	86.56
59	PL-43	Dosis Mínima Unden	96.30	95.96	90.51
60	PL-43	Dosis Media Unden	96.51	95.38	90.76
61	CG 95-1St	0 Evisect	47.96	55.70	58.05
62	CG 95-1St	Media dosis Evisect	57.78	50.86	62.83
63	CG 95-1St	Dosis Mínima Evisect	48.84	40.66	46.49
64	CG 95-1St	Dosis Media Evisect	39.42	50.73	52.18
65	CG 95-1St	0 Malathion	53.86	63.42	60.24
66	CG 95-1St	Media dosis Malathion	37.56	51.23	48.74
67	CG 95-1St	Dosis Mínima Malathion	35.31	47.56	45.96
68	CG 95-1St	Dosis Media Malathion	37.91	48.38	36.90
69	CG 95-1St	0 Thiodan	52.98	55.91	54.14
70	CG 95-1St	Media dosis Thiodan	27.11	42.02	41.94
71	CG 95-1St	Dosis Mínima Thiodan	26.16	39.14	40.66
72	CG 95-1St	Dosis Media Thiodan	26.82	39.30	34.78
73	CG 95-1St	0 Sevin	51.19	50.14	52.51
74	CG 95-1St	Media dosis Sevin	43.77	50.14	54.38
75	CG 95-1St	Dosis Mínima Sevin	41.57	48.02	51.76
76	CG 95-1St	Dosis Media Sevin	44.90	48.56	50.00
77	CG 95-1St	0 Unden	47.32	51.98	57.59
78	CG 95-1St	Media dosis Unden	51.23	52.17	52.48
79	CG 95-1St	Dosis Mínima Unden	54.70	45.40	53.07
80	CG 95-1St	Dosis Media Unden	41.88	48.74	44.79

Datos de la prueba de compatibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* con insecticidas (viabilidad expresada en porcentaje) (Continuación cuadro 30A).

Tratamiento	Cepa	Concentración de insecticida	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
81	CG 95-2St	0 Evisect	63.63	71.25	63.02
82	CG 95-2St	Media dosis Evisect	60.44	60.70	53.92
83	CG 95-2St	Dosis Mínima Evisect	61.40	66.96	57.55
84	CG 95-2St	Dosis Media Evisect	51.69	53.8	59.35
85	CG 95-2St	0 Malathion	51.13	72.14	59.66
86	CG 95-2St	Media dosis Malathion	49.08	57.72	55.92
87	CG 95-2St	Dosis Mínima Malathion	41.49	66.24	52.16
88	CG 95-2St	Dosis Media Malathion	25.56	40.18	49.03
89	CG 95-2St	0 Thiodan	63.12	66.32	66.49
90	CG 95-2St	Media dosis Thiodan	28.38	61.61	59.51
91	CG 95-2St	Dosis Mínima Thiodan	46.16	52.00	48.90
92	CG 95-2St	Dosis Media Thiodan	31.57	34.52	33.68
93	CG 95-2St	0 Sevin	63.22	64.54	60.95
94	CG 95-2St	Media dosis Sevin	58.68	59.38	60.54
95	CG 95-2St	Dosis Mínima Sevin	53.74	64.68	65.88
96	CG 95-2St	Dosis Media Sevin	48.44	59.56	58.55
97	CG 95-2St	0 Unden	53.36	65.92	59.18
98	CG 95-2St	Media dosis Unden	49.51	43.93	57.80
99	CG 95-2St	Dosis Mínima Unden	51.34	62.60	46.75
100	CG 95-2St	Dosis Media Unden	44.22	62.28	51.68

Cuadro 31A: Datos sobre parasitismo por efecto del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de la chinche salivosa.

Tratamiento	Cepa	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1	CG 93-2	66.67	25.00	0.00	33.33
2	CG 94.4	100.00	33.00	100.00	100.00
3	PL-43	66.00	33.33	50.00	100.00
4	CG 95-1St	0.00	0.00	100.00	0.00
5	CG 95-2St	0.00	50.00	Unidad perdida	0.00
6	Testigo Absoluto	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 32A: Datos sobre parasitismo por efecto del hongo *Metarhizium anisopliae* asociado con media dosis de insecticidas compatibles sobre ninfas de la chinche salivosa.

Tratamiento	Cepa	Insecticida	Repetición 1	Repetición 3	Repetición 4
1	0	Evisect	0.00	0.00	0.00
2	0	Malathion	0.00	0.00	0.00
3	0	Sevin	0.00	0.00	0.00
4	Testigo	Testigo	0.00	0.00	0.00
5	PL-43	Evisect	25.00	33.33	33.33
6	PL-43	Unden	12.50	16.67	20.00
7	PL-43	Sevin	0.00	12.50	14.29
8	PL-43	0	0.00	16.67	12.50
9	CG 94.4	Evisect	33.33	33.33	0.00
10	CG 94.4	Unden	25.00	33.33	12.50
11	CG 94.4	Sevin	25.00	20.00	33.33
12	CG 94.4	0	37.50	16.67	28.57



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

Sem-27/97

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE NUEVE CEPAS DEL HONGO ENTOMOPATOGENO Metarhizium anisopliae (Metch) Sor. PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE SALIVOSA (Aeneolamia spp., Prosapia sp.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARIO ANIBAL ALEMAN GALINDO

Carnet No: 88-16935

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Filadelfo Guevara Ch.
 Ing. Agr. Marco T. Aceituno

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.

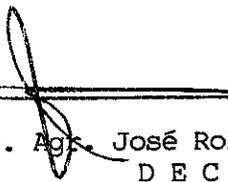

 Ing. Agr. Werner Ovalle
 ASESOR


 Ing. Agr. Edil R. Rodríguez Q.
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 Director del IIA



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. José Rolando Lara Alejo
 DECANO



APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770