

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

PARASITISMO DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE CHINCHE SALIVOSA

(*Aeneolamia* spp; Cercopidae) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR;

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

TESIS DE GRADO

MANUEL DE JESUS PEREZ OAJACA

CARNET 21690-06

ESCUINTLA, NOVIEMBRE DE 2014

SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

PARASITISMO DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE CHINCHE SALIVOSA
(*Aeneolamia* spp; Cercopidae) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR;

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
MANUEL DE JESUS PEREZ OAJACA

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, NOVIEMBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ARISTEO ORTÍZ BARRIOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES

MGTR. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA

MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÍREZ

Guatemala, Noviembre de 2014.

Honorables Miembros del Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central, Guatemala

Un cordial saludo, excelentísimos miembros del Consejo:

Por este medio me dirijo a ustedes para hacer constar que he concluido la asesoría y la revisión del informe de tesis del estudiante: Manuel de Jesus Perez Oajaca; quien se identifica con el carné numero: 2169006, titulada: "**Parasitismo de *Metarhizum anisopliae* sobre chinche salivosa (*Aeneolamia* spp. Cercopidae), en el cultivo de caña de azúcar, Mazatenango, Suchitepequez**", el cual cumple con los requisitos establecido por la Facultad para ser aprobabado.

Considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, de la Universidad Rafael Landívar, por lo que sugiero continúe los trámites para su respectiva aprobación.

Agradeciendo su amable atención a la presente, me suscribo de ustedes, muy atentamente.



Ing. Aristeo Ortiz Barrios
Código URL 22597
Asesor.



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MANUEL DE JESUS PEREZ OAJACA, Carnet 21690-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06115-2014 de fecha 11 de octubre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

PARASITISMO DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE CHINCHE SALIVOSA
(*Aeneolamia* spp; Cercopidae) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR;
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de noviembre del año 2014.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Aristeo Ortíz Barrios, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quien siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de mi vida y me bendice con las personas que me rodea.

Mis padres: Manuel Perez y Dina Oajaca, a quienes quiero mucho por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi hijo: Danilo de Jesus Perez Nerio, que lo amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Abuelos, tíos, hermanos, primos, sobrinos que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	3
2.1.1 Principales plagas y enfermedades.....	3
2.2 CHINCHE SALIVOSA.....	4
2.2.1 Taxonomía.....	5
2.2.2 Bioecología del insecto.....	5
2.2.3 Impacto fitosanitario.....	6
2.3 MÉTODOS DE CONTROL.....	6
2.3.1 Prevención.....	7
2.3.2 Control cultural.....	7
2.3.3 Monitoreo.....	8
2.3.4 Prácticas de control.....	8
2.4 CONTROL ETOLÓGICO DE CHINCHE SALIVOSA.....	9
2.5 CONTROL BIOLÓGICO.....	9
2.5.1 Bioecología.....	10
2.5.2 Proceso de infección del hongo.....	11
2.5.2.1 Modo de acción del hongo.....	12
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16

		Página
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	16
IV	OBJETIVOS.....	18
4.1	GENERAL.....	18
4.2	ESPECIFICOS.....	18
V	HIPÓTESIS.....	19
VI	METODOLOGÍA.....	20
6.1	LOCALIZACION DEL TRABAJO.....	20
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	21
6.3	FACTOR ESTUDIADO.....	21
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	21
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
6.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	22
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
6.8	CROQUIS DE CAMPO.....	23
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	23
6.9.1	Características de la aplicación.....	23
6.9.2	Características de muestreo.....	24
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA.....	25
6.10.1	Población de insectos.....	25

		Página
6.10.1.1	Ninfas de chinche salivosa por tallo de caña de azúcar.....	25
6.10.1.2	Adultos de chinche salivosa por tallo de caña de azúcar.....	25
6.10.2	Porcentaje de parasitismo por tratamiento.....	25
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	26
6.11.1	Análisis estadístico.....	26
6.11.2	Análisis económico.....	26
VII	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
VIII	CONCLUSIONES.....	52
IV	RECOMENDACIONES.....	53
X	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
XI	ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Título	Página
1	Reporte de producción del cultivo de caña de azúcar en Guatemala.....	2
2	Principales plagas y enfermedades.....	4
3	Resumen del área dañada por chinche salivosa en las últimas cuatro zafas. Cengicaña-cañamip 2013.....	16
4	Cepas de <i>Metarhizium anisopliae</i> utilizadas.....	21
5	Tratamientos evaluados.....	21
6	Comportamiento de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa PL-43 en finca los Almendros.....	28
7	Comportamiento de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa CG 0105 en finca los Almendros.....	29
8	Comportamiento de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa NB en finca los Almendros...	30
9	Comportamiento de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa 2139 en finca los Almendros...	31
10	Comportamiento de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa CG 93-3 en finca los Almendros.....	32
11	Comportamiento de control ninfas por tallo promedio para tratamientos, época y repetición del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> en finca los Almendros.....	33
12	Análisis de varianza para la variable de respuesta ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	34
13	Clasificación de medias Duncan al 5% para tratamientos.....	34
14	Comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa PL-43 en finca los Almendros	35

No.	Título	Página
15	Comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa CG 0105 en finca los Almendros.....	36
16	Comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa NB en finca los Almendros.....	37
17	Comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa 2139 en finca los Almendros...	38
18	Comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) para la cepa CG 93-3 en finca los Almendros.....	39
19	Comportamiento de control adultos por tallo promedio para tratamientos, época y repetición del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> en finca los Almendros.....	40
20	Análisis de varianza para la variable de respuesta adultos por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	41
21	Clasificación de medias Duncan al 5% para épocas.....	41
22	Clasificación de medias Duncan al 5% para tratamientos.....	42
23	% de parasitismo de la cepa PL-43 en adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	43
24	% de parasitismo de la cepa CG 0105 en adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	44
25	% de parasitismo de la cepa NB en adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	45
26	% de parasitismo de la cepa 2139 en adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	46
27	% de parasitismo de la cepa 93-3 adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) en finca los Almendros.....	47

No.	Título	Página
28	Comportamiento del control de adultos por tallo para tratami-- entos, épocas y repeticiones del hongo <i>Metarhizium anisopli-</i> <i>ae</i> en finca los Almendros.....	48
29	Análisis de varianza para la variable de respuesta % de para-- sitismo en adultos de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>) los Almendros.....	49
30	Clasificación de medias Duncan al 5% para épocas.....	49
31	Clasificación de medias Duncan al 5% para tratamientos.....	50
32	Costos totales de la aplicación de cinco cepas de <i>Metarhi-</i> <i>zium anisopliae</i> en finca Los almendros.....	51
33	Comportamiento de la lluvia y la población de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	57
34	Comportamiento de la humedad relativa y la población de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	58
35	Comportamiento de la temperatura y ninfas de chinche y la población de ninfas por tallo de chinche salivosa (<i>Aeneola--</i> <i>mia postica</i>)	59
36	Costo del control biológico de chinche salivosa (<i>Aeneolamia</i> <i>postica</i>).....	63
37	Costo del muestreo del control biológico de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	63
38	Cálculo del costo de mano de obra durante la evaluación con cinco cepas de <i>Metarhizium anisopliae</i>	63

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Título	Página
1	Localización del trabajo.....	20
2	Distribución de los tratamientos.....	23
3	Comportamiento promedio de control de ninfas/tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	33
4	Comportamiento promedio de control de adultos/tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	40
5	Comportamiento promedio de control de adultos/tallo de chinche salivosa (<i>Aeneolamia postica</i>).....	48
6	Modelo de trampas verdes para control de chinche salivosa.....	60
7	Adulto de chinche salivosa parasitado con <i>Metarhizium anisopliae</i>	61
8	Traslado del hongo en hieleras para la aplicación en campo.....	61
9	Proceso de lavado del hongo y aplicación en el campo.....	62
10	Cámaras húmedas y registro de parasitismo a nivel del laboratorio.....	62

Parasitismo de cinco aislamientos de *Metarhizium anisopliae* sobre chinche salivosa (*Aeneolamia* spp; Cercopidae), en el cultivo de caña de azúcar, Mazatenango, Suchitepéquez

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca Los Almendros, propiedad del Ingenio Palo Gordo, S.A., ubicada en la aldea Monterrey Mazatenango, Suchitepéquez. El objetivo principal fue evaluar el porcentaje de parasitismo de cinco cepas de *Metarhizium anisopliae* sobre la chinche salivosa. Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones: Los porcentajes promedio obtenidos con base a los resultados de campo fueron: la cepa CG 0105 de 14.30%; la cepa CG 93-3 11.54%, la cepa 2139 tuvo 10.47%, para la cepa NB fue de 10.30% y para la cepa PL-43 9.20%. Se determinó que la cepa de mayor eficacia sobre la chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) fue la 2139, con un efecto de 0.47 ninfas por tallo sobre la población (Ver cuadro 11) y la cepa CG 0105, con un efecto control de 0.11 adultos por tallo (ver cuadro 14). Los resultados obtenidos en este experimento permiten definir y desarrollar el uso de hongos entomopatógenos con mayor virulencia que puede hacer más eficiente su uso en el programa del manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y a su vez deja nuevas líneas de investigación orientadas al manejo de los insectos plagas.

Parasitism of five isolates of *Metarhizium anisopliae* on spittlebug (*Aeneolamia* spp; Cercopidae), in the sugar cane production, Mazatenango, Suchitepéquez

SUMMARY

This study was carried out in Los Almendros farm, owned by Palo Gordo, S.A. sugar mill, located in aldea Monterrey Mazatenango, Suchitepéquez. The main objective was to evaluate the parasitism percentage of five strains of *Metarhizium anisopliae* on spittlebug. A complete randomized block design with five treatments and four replicates was used. The average percentages obtained based on the field results were: strain CG 0105 with 14.30%; strain CG 93-3 with 11.54%, strain 2139 with 10.47%, strain NB with 10.30%, and strain PL-43 with 9.20%. It was determined that the strain with the highest efficiency on spittlebug (*Aeneolamia postica*) was strain 2139, with an effect of 0.47 nymphs per stem on the population (see table 11) and strain CG 0105, with a control effect of 0.11 adults per stem (see table 14). The results obtained in this experiment allow defining and developing the use of entomopathogenous fungi with a higher virulence that can improve its usage in the integrated pest management program in sugar cane (*Saccharum officinarum*) and, at the same time, leaves new research means addressed to pest insect management.

I. INTRODUCCIÓN

La chinche salivosa es un insecto chupador, tanto en su estado adulto como inmaduro. En otros países se le conoce como salivazo (Colombia), mosca pinta (México) y candelilla (Venezuela). En inglés se le conoce como froghoppers o spittle bugs (Comip, 1998), causando así grandes pérdidas en toneladas/ha de caña de azúcar.

Las diferentes especies de chinche salivosa tienen en común la característica de alimentarse en su estado adulto de las láminas foliares de la caña de azúcar, provocan fitoxemia, causada por la inoculación de enzimas aminolíticas y oxidantes, así como manchas lineales cloróticas, las que paulatinamente se tornan amarillas y luego necróticas (hasta un 92 % del follaje dañado). Ello trae como consecuencia la disminución de la capacidad fotosintética de vastas áreas foliares y producto de esto, se da una disminución del crecimiento, disminución del contenido de sacarosa en el tallo, reducción de los azúcares en el jugo, causando por ello perjuicios económicos a la agroindustria de la caña de azúcar, aunque las formas de combatir esta plaga van desde los métodos preventivos mediante las labores mecanizadas con el propósito de exponer los huevecillos al sol y evitar así su eclosión en el suelo, hasta llegar con el método de combate que consiste en aplicaciones tácticas en donde se incluyen el control microbiano, etológico y químico. Dentro de los principales hospederos alternos se encuentran las malezas de hoja angosta: caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), bermuda (*Cynodon dactylon*) y los pastos: camalote (*Eichhornia crassipes*), pangola (*Digitaria eriantha*) y pasto Honduras (*Ixophorus unisetus*) (Azañon, 1996).

En Guatemala esta plaga se ha convertido a lo largo del tiempo en un factor que causa pérdidas económicas (de 108,128 t de caña en un ciclo reportadas en el 2004) y a consecuencias de estas pérdidas se estableció una investigación para poder bajar las grandes poblaciones de esta plaga dañina en el cultivo (Cengicaña, 2005).

El cultivo de la caña de azúcar es un gran exponente de importancia social, económica y ambiental, creando trabajo para muchas personas y colaborando a mejorar la economía de la población guatemalteca y por lo intensivo del cultivo se ve relacionado a lo ambiental, por sus 216,000 ha en el año 2007 (Salvatierra, 2009). Para el año 2013 con un área reportada de 235,000 ha con un incremento del 11% (Azasgua 2013).

Cuadro 1. Reporte de producción en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala.

Zafra	Quintales	Toneladas métricas	% de incremento o disminución
2009/10	50,888,103	2,340,853	
2010/11	44,525,046	2,048,152	-12.50%
2011/12	54,330,445	2,499,200	22%
2012/13	60,493,318	2,782,693	11%

(Azasgua, 2013)

Por lo tanto, no se puede permitir que la chinche salivosa siga dañando al cultivo, por su efecto detrimental en la producción, siempre considerando el factor socio ambiental en un programa de control, lo primordial sería la implementación de controles etológicos y biológicos, donde se destaca las aplicaciones del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* vías líquida o granuladas, siempre y cuando las condiciones sean las más adecuadas para realizar las aplicaciones necesarias en el cultivo y así reducir las poblaciones de chinche salivosa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536, los primeros trapiches de Guatemala se fundaron en la calle Central de Guatemala y en el valle de Salamá, durante el siglo XVI. Fue hasta mediado del siglo XIX que Guatemala comenzó a exportar azúcar en cantidades menores. Según McSweeney, en 1960 Guatemala recibió su primera cuota de Estados Unidos, en ese tiempo la producción total de azúcar de Guatemala fue de 68,000 toneladas métricas. En Guatemala la agroindustria azucarera ha venido creciendo permanentemente desde 1960, hasta llegar a ubicar a Guatemala como el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica y el tercer lugar en Guatemala en generación de divisas, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional. En términos generales las enfermedades en los cultivos pueden afectar procesos tales como la fotosíntesis, respiración, circulación del agua y de la savia en los haces vasculares, absorción de agua y nutrientes del suelo y en consecuencia, disminuye la producción del componente de la planta que sea de interés para el hombre, sea el grano, la biomasa vegetal u otro, como la sacarosa en la caña de azúcar (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez y Espinoza, 2012).

2.1.1 Principales plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se mencionan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Plagas y enfermedades de la caña de azúcar

Plagas		Enfermedades
Chinche salivosa	(<i>Aeneolamia postica</i>)	Raquitismo de las socas (<i>Leisfonia xyli</i> subesp. <i>Xyli</i>)
Gallina ciega	(<i>Phyllophaga dasypoda</i>)	Carbón (<i>Ustilago scitaminea</i>)
Rata de campo	(<i>Sigmodon Hispidus</i>)	Escaldadura foliar (<i>Xanthomonas albilineas</i>)
Barrenador del tallo	(<i>Diatraea crambidoides</i>)	Roya marrón o café (<i>Puccinia melanosephala</i>)
Chinche hedionda	(<i>Scaptocoris talpa</i>)	Roya naranja (<i>Puccinia kuehni</i>)
Termitas subterráneas	(<i>Hecterotermes convexinotatus</i>)	Mosaico (SCMV)
		Raya roja (<i>Pseudomonas rubrilineans</i>)
		Hoja amarilla (SCYLV)
		Pokkah boeng (<i>Fusarium moniliforme</i>)
		Mancha púrpura ()
		Raya clorótica (Origen desconocido)

(Melgar, et al., 2012).

2.2 CHINCHE SALIVOSA

Aeneolamia postica y *Prosapia simulans* son las especies de importancia en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala, con el 96 y 4 por ciento de abundancia, respectivamente. La chinche salivosa es un insecto con aparato bucal picador-chupador, que se alimenta del xilema de una gran variedad de gramíneas neotropicales y cuya infestación en caña de azúcar se repite cada año con los huevos diapáusicos depositados en el suelo, el ciclo anterior, estos huevos dan origen a la primera generación de ninfas en la estación lluviosa, y de ahí surgen varias

generaciones de adultos cuyos huevos ya no tienen diapausa y eclosionan en 15 días, de los que aumenta la densidad poblacional en el campo (Melgar, *et al.*, 2012).

2.2.1 Taxonomía

La chinche salivosa es un insecto de la familia Cercopidae, orden Hemiptera. En Guatemala se han encontrado las especies *Aeneolamia postica*, *Aeneolamia albofasciata*, *Aeneolamia varia*, *Prosapia bicincta* y *Prosapia simulans*; pero es *Aeneolamia postica* la más frecuente y más ampliamente distribuida (Comip, 1998).

Clasificación

Orden:	Homoptera
Suborden:	Auchenorrhyncha
Superfamilia:	Cercopoidea
Familia:	Cercopidea
Subfamilia:	Tomaspidinae
Tribu:	Tomaspidine
Géneros:	Aeneolomia, Prosapia, Mahanarva, Deois, Isozulia, Maxantonia, Notozulia, Sphenorhina, Tunaima, Zulia.

(Cañamip 2012)

2.2.2 Bioecología del insecto

Tanto ninfas como adultos utilizan su estilete para elaborar túneles de alimentación, que finalizan en los elementos del xilema (Byers y Wells, 1966).

La chinche salivosa es un insecto picador, tanto en su estado adulto como inmaduro. Su nombre común se debe a que en los estados inmaduros (ninfas) excreta un líquido que semeja saliva o espuma, que los protege de la deshidratación y de enemigos naturales. En otros países se le conoce como salivazo (Colombia), mosca pinta (México) y candelilla (Venezuela). En inglés se le conoce como froghoppers o spittle bugs (Comip, 1998).

2.2.3 Impacto fitosanitario

Debido a la baja calidad nutritiva de la savia del xilema, el estado de ninfa se prolonga por lo menos 30 días, forma una espuma alrededor de su cuerpo blando y permanece en las raíces adventicias del cultivo. Cuando alcanzan el estado adulto, estos insectos migran hacia el follaje y al alimentarse introducen una sustancia tóxica que destruye e interfiere en la formación de clorofila, cuyo síntoma es conocido como “quemazón”, que afecta tanto el desarrollo normal de la planta como la acumulación de sacarosa (Comip, 1998).

2.3 MÉTODOS DE CONTROL

Considerando la secuencia en que se aplican las medidas de control de cualquier plaga, la estrategia general de control de la chinche salivosa en caña de azúcar sugiere tres tipos de medidas (Comip, 1998).

- Preventivas
- Monitoreo
- De control

La idea es evitar que las poblaciones de chinche salivosa sean numerosas (sobrepasen los umbrales económicos), mantener un registro periódico de sus

fluctuaciones y aplicar prácticas de control únicamente si los umbrales son superados, la base de esta estrategia es la prevención (Comip, 1998).

Las medidas preventivas deberían ser suficientes para mantener baja la población de chinche en caña de azúcar. Sino sucede alguna alteración anormal, los muestreos periódicos permitirían detectar cuando estas poblaciones alcancen niveles que ocasionen pérdidas que justifiquen la aplicación de medidas de control (Comip, 1998).

2.3.1 Prevención

Las tácticas preventivas son la base del manejo integrado de plagas y se aplican para reducir la cantidad de huevos viables del insecto. La mayoría de estas prácticas forman parte del manejo normal del cultivo, por lo que su implementación no ocasiona una inversión adicional. Son importantes, ya que de su realización adecuada y oportuna dependerá la cantidad de ninfas y adultos durante la época lluviosa (Comip, 1998).

2.3.2 Control cultural

Comprende todas las medidas aplicadas por el hombre con el fin de proporcionar a las plantas condiciones favorables para su desarrollo y promover una mayor capacidad para tolerar los ataques de la plaga, como también aquellas prácticas que crean un ambiente menos favorable para el desarrollo del insecto (Calderón, Arango y Varela, 1982).

La quema, una práctica común de manejo de sabanas nativas y en algunas posturas cultivadas constituyen uno de los medios más eficaces para el control de los huevos y ninfas del salivazo. La mayoría de las gramíneas de pastoreo toleran bien la quema y se recuperan rápidamente, siempre y cuando, el suelo tenga una humedad adecuada (Ochoa y Velasco, 1972).

Otras prácticas que pueden dar buenos resultados cuando son aplicadas oportunamente incluyen la labranza superficial, mediante la cual se entierran y exponen a la desecación una parte de las ninfas y huevos y la fertilización para favorecer la recuperación de las plantas (Jiménez, 1978).

2.3.3 Monitoreo

Las medidas preventivas de control están orientadas a evitar que las poblaciones de chinche salivosa sobrepasen los umbrales económicos y causen pérdidas considerables, sin embargo, estas medidas no siempre serán suficientes. Por condiciones muy favorables para la plaga o por migraciones, esta puede en ciertos momentos o áreas, proliferar y alcanzar niveles que requieren la aplicación de medidas de control (Comip, 1998).

Por esta razón es necesario mantener un programa de monitoreo preciso, económico y de fácil aplicación, que permita detectar a tiempo el momento y las áreas cuando la población de la plaga sobrepase los niveles permitidos (Comip, 1998).

2.3.4 Prácticas de control

Las tácticas de control de la chinche salivosa se implementan cuando se tienen los niveles críticos de 0.15 ninfas/tallo, 0.1 adultos/tallo o 47 adultos/trampa/semana y 3 ninfas o 2 adultos/tallo o 1,436 adultos/trampa/semana. Dentro de este grupo de tácticas se incluyen el control microbiano, etológico y químico. Las tácticas de control se pueden orientar hacia los brotes o bien hacia el total de la unidad de control, que puede ser uno o más lotes o pantes, que hayan superado en promedio los umbrales (Comip, 1998).

2.4 CONTROL ETOLÓGICO DE CHINCHE SALIVOSA

Es un método empleado en el manejo de plagas, en el cual se aprovecha el comportamiento de la plaga (respuesta a un estímulo) para controlarla o cuantificarla. En el caso de los adultos de chinche salivosa este control se hace utilizando trampas verdes adhesivas que se colocan al encontrar poblaciones arriba de 0.1 chinches/tallo o 47 por trampa, en cañaverales que permitan su ingreso. La mayor eficiencia de esta táctica radica en su utilización en brotes pequeños de chinche salivosa, procurando localizar éstos rápidamente, a manera que sea del menor tamaño posible (Comip, 1998).

El Nivel de daño económico es la densidad de plaga en la cual el costo de combate iguala al beneficio económico esperado del mismo. El Nivel de daño económico (NDE) se expresa por la fórmula de Hruska y Rosset (1987).

$NDE = C/DPK$, donde:

C = Costo de control (Q/ha)

D = Coeficiente de daño. En este caso se refiere a las pérdidas de azúcar por hectárea y por insecto o densidad unitaria de la plaga (kg azúcar/ha/insecto).

K = Es el grado de supresión de la plaga efectuado por la medida de control.

P = Precio de campo de una unidad de producto (1 kg de azúcar). Para el caso de un ingenio, el precio de campo es igual al precio de venta menos todos los costos proporcionales al volumen de producción.

2.5 CONTROL BIOLÓGICO

El hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* debe aplicarse al detectar niveles poblacionales iguales o superiores a 0.15 ninfas/tallo o 0.1 adulto/tallo o 47 adultos/trampa/semana. Es necesario realizar un estricto control de los niveles poblacionales del insecto, de los aislamientos del hongo utilizado, de la calidad del hongo adquirido, su manejo pre-aplicación, de la concentración de esporas aplicadas y

del método de aplicación. Los pantes deben muestrearse rigurosamente durante el periodo de lluvia, ya que es en este periodo, cuando las condiciones climáticas favorecen más a la plaga y donde debe evitarse el incremento de insectos por unidad de área (Carrillo, Acevedo, Astorga y Juárez, 1995).

2.5.1 Bioecología

Los factores ambientales cumplen una función esencial en el inicio y desarrollo o en la prevención y supresión de las epizootias naturales, afecta las condiciones fisiológicas del hospedante, su densidad y distribución espacial y temporal. Forman un complejo de factores que interactúan entre sí y entre otros componentes del ambiente, los más estudiados son la temperatura y humedad relativa. El mayor problema es que pocos estudios se refieren al microclima del cultivo que es el que directamente influye sobre los patógenos. A diferencia de las condiciones constantes en el laboratorio, en el agro ecosistema se presentan situaciones normalmente fluctuantes del conjunto de factores climáticos. Esto explica la complejidad del tema y las múltiples interacciones posibles como para poder cuantificar, con más precisión, el efecto del microclima natural sobre los entomopatógenos (Lecuona, 1996).

Los principales factores ambientales que afectan la eficiencia de los hongos entomopatógenos como agentes de control biológico son: humedad relativa, temperatura y brillo solar. Las áreas de experimentación que fueron temperatura media de 24 °C, humedad relativa superior a 90% y precipitación pluvial de 1820 a 3420 mm, indicados como adecuados para la germinación y esporulación de *Metarhizium anisopliae* (Walstad, Anderson y Stambaugh, 1969; Ferrón, 1978; Sosa-Gómez y Alves, 2000). Sin embargo, en condiciones similares y en cultivo de caña de azúcar no obtuvieron resultados de efectividad del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de salivazo (Salazar y Badilla, 1997).

El empleo de hongos entomopatógenos en el campo comenzó a fines del siglo XIX, sin embargo, en Brasil fue a partir de 1964, después de la aparición epizoótica de

Metarhizium anisopliae sobre cercópidos de la caña de azúcar, que adquirió importancia su estudio por parte de los investigadores. Se ha aplicado este entomopatógeno hasta en 100,000 ha/año de caña de azúcar para el control de *Mahanarva posticata* (Lecuona, 1996). Es variable la dosis de hongo entomopatógeno utilizado para el control del salivazo en pastizales; Alves (1986), recomienda una dosis mínima de 5×10^{12} conidios/ha; mientras que Gómez (2002), recomienda que la primera aplicación sea de 1.5×10^{12} conidios/ha y las siguientes aplicaciones de 0.625×10^{12} y efectuar 2 a 3 aplicaciones/año. En Costa Rica se aplica *Metarhizium* en el cultivo de caña de azúcar para el control del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) con dosis de 2.5 a 5×10^{12} conidios/ha (Carballo y Falguni, 2004; DIECA, 2004).

2.5.2 Proceso de Infección del hongo

La muerte del insecto ocurre antes que el hongo colonice todo el interior del hemocele y es, en parte, debido a la acción de las sustancias tóxicas secretadas por el hongo. Marca el final de la fase parasítica, continua creciendo saprofiticamente por todos los tejidos y compite con la flora bacteriana intestinal. El tiempo que demanda la muerte del insecto dependerá de la cepa, de los hospedantes y de los factores ambientales. Una vez que las hifas atraviesan el tegumento, ellas pueden quedar en esta etapa vegetativa o pasar a la reproductiva dentro de las 24 a 48 horas, con formación de conidios o esporas, si las condiciones de humedad relativa son altas. El insecto pasa ahora a tomar una coloración que será característica para cada especie de hongo. Las conidias formadas sobre el insecto se diseminan por acción del viento, agua, el propio hombre y de otros organismos (Márquez y López, 2005).

La esporulación inicialmente deberá provenir de las líneas de unión de las placas del cuerpo, lo que indicara que efectivamente el hongo infectó y penetró al insecto (Aleman y Ovalle, 1998).

2.5.2.1 Modo de acción del hongo

2.5.2.1.1 Adhesión

Es un fenómeno que permite la fijación de los propágulos o unidades infectivas sobre la superficie del hospedante por medio de mecanismos donde intervienen propiedades físicas químicas y electrostáticas del patógeno y del hospedante. El contacto entre las unidades infectivas con el tegumento es el prerrequisito para el establecimiento y continuación de la micosis. Se distinguen 3 etapas dentro del proceso de adhesión. La primera es la absorción o inmovilización del microorganismo sobre la superficie, es una unión pasiva donde intervienen factores físicos y químicos del sustrato, fuerzas de Van der Waals y electrostáticas. En segundo lugar este contacto donde la interacción entre el patógeno y el hospedante está en función de la capacidad del propágulo de emitir micro extensiones activas que refuercen las uniones electrostáticas entre ambas superficies. La tercera y última fase es la consolidación de esta interfase y se llama adhesión, esta puede ser pasiva y no específica son requerimientos de energía o activa y específica, necesitando de cofactores y de energía, iones, carbohidratos, lípidos, glucoproteínas, etc. estas tres fases son las que preceden a la germinación del propágulo sobre superficie del hospedante (Azañón, 1996).

2.5.2.1.2 Germinación

Luego de la adhesión o hidratación del conidio o espora sobre el tegumento, germina emitiendo un tubo germinativo con formaciones, en algunos casos, de un apresorio para posteriormente penetrar al insecto. Sin embargo, los conidios de un hongo entomopatógeno pueden presentar cuatro comportamientos germinativos diferentes sobre la cutícula del hospedante (Azañón, 1996)

Los factores climáticos como la humedad, temperatura y evapotranspiración juegan un papel importante durante el proceso germinativo, sin embargo existen otros que no siempre han sido estudiados y comprendidos. Es conocido que las necesidades

nutricionales de los conidios son diferentes según la especie fúngica y/o cepa considerada.

2.5.2.1.3 Penetración del hongo

Después de la germinación de las esporas se produce una serie de transformaciones físicas y/o químicas a nivel del tegumento y conidio, esto le permite al patógeno penetrar a la cutícula de su hospedante. Es un estímulo determinado para la penetración, el cual puede ser diferente según el hospedante y patógeno considerado, al estímulo necesario para la germinación como así mismo, el paquete enzimático disponible podría ser insuficiente. Esto lo demuestran los casos donde los conidios logran germinar sobre insectos que no son sus hospedantes pero que no llega a penetrar su interior y por consiguiente no provocan mortalidad (Azañón, 1996).

2.5.2.1.4 Multiplicación del hongo

En el interior del insecto, el hongo se multiplica principalmente por germinación, dando formas micelias libres y unicelulares llamadas blastosporas en los Deuteromycetes, pero existentes entre los Entomophthorales. Sin embargo también se producen en el hemocele hifas y protoplastos o células sin pared (Azañón, 1996).

2.5.2.1.5 Producción de toxinas

El término toxina se refiere a toda sustancia veneno producida por organismos patógenos. Sin embargo otros vocablos han surgido como micotoxinas, fitotoxinas, patotoxinas y vivotoxinas (Azañón, 1996).

2.5.2.1.6 Muerte del insecto

La muerte del insecto infectado por un Deuteromycete ocurre generalmente antes que le hongo colonice todo el interior del hemocele. Es originada, en parte, por la acción de las sustancias tóxicas secretadas por el hongo. La muerte del hospedante marca el final de la fase patogénica, para continuar creciendo saprofiticamente por todos los tejidos y compitiendo, en ciertos insectos, con la flora bacteriana intestinal (Azañón, 1996).

2.5.2.1.7 Colonización total

Luego de la muerte, el micelio invade todos los órganos y tejidos, comenzando en ciertos casos por el tejido graso. Después de la colonización total, aunque en algunos casos el hongo llega a respetar algunos tejidos como glándulas de seda, músculos, tráqueas y huevos de pulgones ovíparos, el cadáver se transforma en una momia resistente a la descomposición bacteriana, aparentemente y sin poder generalizar, debido a la acción de antibióticos liberados por el hongo, entre ellos, el oosporin en *B. bassiana*. Estas momias sirven como reservorio del hongo para pasar las condiciones climáticas (Azañón, 1996).

2.5.2.1.8 Emergencia del hongo al exterior

Cuando el hongo se encuentra formando una gran masa miceliar en el interior del hospedante, manteniendo su tegumento, puede permanecer bajo esta forma en cuanto las condiciones de humedad relativa sean bajas. En cambio, en ambientes húmedos y cálidos logrará atravesar nuevamente el tegumento pero esta vez desde el interior hacia el exterior del insecto. Generalmente emerge por las regiones menos esclerosadas del tegumento, como la membrana intersegmentales o los espiráculos, pero esto dependerá también del hospedante y sus estado de desarrollo (Azañón, 1996).

2.5.2.1.9 Esporulaci3n

Una vez que las hifas atraviesan el tegumento, ellas pueden quedar en esta etapa vegetativa o pasar a la reproductiva dentro de las 24 a 48 horas, con formaci3n de conidios o esporas, si las condiciones de humedad relativa son altas. El insecto pasa ahora a tomar una coloraci3n que ser3 caracter3stica para cada especie de hongo. Por ejemplo, blanco (*Beauveria* y *Verticillium*), verde claro (*Nomuraea*), verde oliva o centeno (*Metarhizium*), blanco amarillento, rosa o rojo (*Paecilomyces*), blanco gris3ceo con un halo blanco alrededor del cad3ver debido a que proyectan los conidios desde los conidi3foros (*Entomophthorales*) (Aza3n3n, 1996).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se ve afectado de manera significativa por la chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), ya que influye notablemente sobre las pérdidas económicas de la producción (ver cuadro 3). Actualmente en la zona cañera guatemalteca las poblaciones de este insecto se han incrementado, lo que demanda más mano de obra en la implementación de las técnicas de control y en donde es notable el uso excesivo de pesticidas sintéticos, incrementando los daños al medio ambiente e impactando negativamente sobre los rendimientos del cultivo de caña de azúcar de 8.21 TCH (toneladas de caña por hectárea) y 5.83 kg az/t (azúcar por tonelada de caña), por cada adulto/tallo (Márquez *et al.*, 2012).

Cuadro 3. Resumen del área dañada por chinche salivosa en las últimas cuatro zafras (CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2013)

Grado de daño	Zafra 2009-10		Zafra 2010-11		Zafra 2011-12		Zafra 2012-13	
	Área (ha)	%						
Moderado (40-60%)	3,016	1.81	2,221	1.35	1,626	0.82	3,178	1.6
Severo (>60%)	1,901	1.14	1,333	0.81	647	0.34	1,098	0.55
Total	4,917	2.95	3,554	2.16	2,273	1.2	4,276	2.2

Con la utilización del hongo *Metarhizium anisopliae* se tienen reportes que indican la capacidad de reducir dichas poblaciones de la plaga, parasitando los estadios ninfales y adultos (Badilla, 2008). En finca Los Almendros hay antecedentes de daño causado por las altas poblaciones de chinche salivosa, por lo cual es necesario implementar métodos de control efectivos, que abarquen todas las herramientas del manejo integrado de plagas (MIP), principalmente el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, ya que permite el uso en ninfas como en adultos del insecto plaga.

No obstante, la cobertura que alcanza el cultivo de caña de azúcar al inicio de la estación lluviosa se convierte en una barrera para la ubicación de los adultos de chinche salivosa en la base de la macolla. Para evitar este inconveniente se realiza un sistema temprano de monitoreo de las áreas con antecedentes de alto riesgo, que permita detectar los focos iniciales de chinche salivosa en caña de azúcar y aplicar las medidas de control dirigido al estado ninfal. Se reconoce que el prolongado período ninfal del insecto, su poca movilidad de las raíces superficiales y la fragilidad del cuerpo al no poseer exoesqueleto definido, constituyen las razones técnicas por las cuales el control de las ninfas es más eficiente que el de adultos. Los adultos expuestos a las aplicaciones aéreas, por naturaleza viven menos tiempo y probablemente ya han ovipositado en el suelo, con la consecuencia cíclica de originar nuevas generaciones de ninfas y adultos que incrementarán las poblaciones en el futuro inmediato (De Faria, Tigano, Fontes y Lecuona, 1995).

Debido al incremento de las poblaciones de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), y que se reportan daños económicos por el ataque de ésta plaga, se propone evaluar parasitismo y su efecto en la reducción de la población de ninfas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, aplicado en el momento del inicio de las poblaciones de chinche salivosa en el cultivo de caña de azúcar. Los controles biológicos actuales recomiendan la aplicación del hongo vía líquida o granulada, siempre y cuando en el campo se encuentren condiciones adecuadas para el mejor desempeño del mismo; relacionado con ello, los factores ambientales cumplen una función esencial en la iniciación y desarrollo de las epizootias naturales, afectan las condiciones fisiológicas del hospedante, su densidad y distribución espacial y temporal (Lecuona, 1996).

En relación al momento de mayor susceptibilidad, los estudios de fenología y dinámica poblacional reportados por De faria *et al.* (1995), demuestran que el período de eclosión de los huevos y el primer instar ninfal de la primera generación del insecto da inicio en la estación lluviosa de cada año.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el efecto del parasitismo del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, sobre chinche salivosa (*Aeneolamia postica*)

4.2 ESPECÍFICOS

- Establecer el porcentaje de parasitismo de cinco cepas del hongo *Metarhizium anisopliae*, sobre las poblaciones de chinche salivosa.

- Determinar la eficacia de control de cinco cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre la chinche salivosa.

V. HIPÓTESIS

Al menos una cepa de *Metarhizium anisopliae* tendrá efecto de control con parasitismo sobre las ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), en el cultivo de caña de azúcar.

Al menos una cepa *Metarhizium anisopliae* manifiesta eficacia de control sobre la chinche salivosa (*Aeneolamia postica*).

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El estudio se realizó en el lote 0102 de la finca Los Almendros aldea Monterrey, municipio de Mazatenango, del departamento de Suchitepéquez, la cual está a 167.5 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Las coordenadas de ubicación del lugar son: Latitud $14^{\circ} 20' 35.82''$ N, Longitud $91^{\circ} 28' 30.93''$ O (Ver figura 1).

La finca cuenta con suelos Alfisoles, precipitación anual de 2,267 mm para los últimos cuatro años y se encuentra ubicada por la altura en el estrato bajo con 85 metros sobre el nivel del mar. Con un promedio de producción de 95.38 toneladas de caña por hectárea (TCH) en los últimos cuatro años (Datos obtenidos de los archivos del Departamento de Planificación y Control del Ingenio Palo Gordo S.A. en el año 2012).



Figura 1. Localización del área de trabajo.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental utilizado consistió en cinco cepas del hongo *Metarhizium anisopliae*, en presentación de sustrato de arroz y fue donada por el Centro de Investigación de caña de Azúcar (CENGICAÑA), cabe mencionar que cada cepa correspondió a un tratamiento en particular (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cepas de *Metarhizium anisopliae* utilizadas

Cepa	Origen
PL-43	Brasil
CG 0105	Guatemala
NB	Nicaragua
2139	Canadá
CG 93-3	Guatemala

6.3 FACTOR ESTUDIADO

Parasitismo de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre la chinche salivosa.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Las cepas de *Metarhizium anisopliae* que fueron utilizados en esta investigación se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Nombre	Origen	Concentración	% de viabilidad
Tratamiento 1	PL-43	Brasil	5×10^{12}	90-100
Tratamiento 2	CG 0105	Guatemala	5×10^{12}	90-100
Tratamiento 3	NB	Nicaragua	5×10^{12}	90-100
Tratamiento 4	2139	Canadá	5×10^{12}	90-100
Tratamiento 5 (Testigo relativo)	CG 93-3	Guatemala	5×10^{12}	90-100

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

6.6 MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico para el diseño de bloques completos al azar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general del experimento

β_i = Efecto del i-ésimo bloque

T_j = Efecto de la j-ésima cepa de *Metarhizium anisopliae*

E_{ij} = Error experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental (UE) estuvo conformada por seis surcos de caña de 117 metros de largo y a una distancia de 1.5 m entre surcos; la parcela neta estuvo constituida por dos surcos, asignados el surco número tres y cuatro. En total fueron 20 unidades experimentales, en las cuales se aleatorizaron los cinco tratamientos evaluados. El área de las parcelas netas fue de 0.04 ha, con parcelas brutas fue de 0.11 ha. En las parcelas brutas existieron 8,424 plantas y en las parcelas netas 2,808 plantas (Ver anexo 17)

Para la toma de datos se utilizaron los surcos tres y cuatro, se dejaron dos surcos como bordes de 1.5 metros entre sí, con lo que se manejó una parcela neta de 0.04 ha.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

En la figura 2 se muestra la aleatorización de los tratamientos en campo

I					II					III					IV				
T2	T5	T4	T3	T1	T5	T3	T2	T1	T4	T1	T4	T5	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T5

Figura 2. Distribución de los tratamientos.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Características de la aplicación

Para la incorporación del hongo fue necesario el uso de bombas de motor marca Maruyama, con una presión de 300 a 500 libras sobre pulgada cuadrada, con boquilla de abanico plano con doble salida (plato doble). El traslado del material experimental hacia el área de aplicación se realizó en hieleras para mantener la cadena de frío para el *Metarhizium anisopliae* y así propiciar las condiciones ideales de temperatura al hongo y que no afecte en la efectividad del hongo por el cambio de temperatura al momento de la aplicación.

El método de aplicación fue por asperjado dirigido a la base del tallo, con el propósito de hacer llegar el hongo a las ninfas, el lavado del sustrato de arroz en cubetas plásticas esterilizadas, el agua utilizada se encontraba con pH neutro y a temperatura ambiente, se realizó un orden de mezcla que inicio desde el control de la calidad del agua, incorporación de un surfactante para reducir el escurrimiento de la aspersion, lavado del sustrato, la incorporación del líquido en las bombas para posteriormente ser aplicadas al cultivo (ver figura 7).

6.9.2 Características de muestreo

El lote 0102 de la finca Los Almendros se encontraba cultivado con la variedad CP72-2086 y una edad de 6.4 meses de edad después del corte y con un número de cinco cortes en total.

Se realizó un muestreo cinco días antes de la aplicación de las cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* para verificar las poblaciones existentes en el lote, y posteriormente se realizaron muestreos de poblaciones al momento de realizar las aplicaciones, obteniendo datos de aumento o decremento de las poblaciones. La metodología utilizada en campo fue con base a la usada por el Departamento de Manejo Integrado de Plagas MIP, del Ingenio Palo Gordo S.A., que consistió en realizar tres puntos de muestreo de cinco metros lineales en las parcelas netas, distribuidos al azar dentro de toda el área monitoreada.

Se realizó el primer muestreo siete días después de la aplicación de las cinco cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* en la fecha 26 de julio del 2012 con siete días de frecuencia, durante 42 días, con un total de seis muestreos, para obtener los datos de campo, para el efecto se contó con una boleta de campo.

Los datos expresados en porcentaje para la variable de parasitismo fueron obtenidos por medio de la siguiente fórmula, adultos parasitados por *Metarhizium anisopliae* dividido dentro de la suma de total de adultos vivos más el total de adultos parasitados, este resultado se multiplica por 100 para obtener el porcentaje de parasitismo en campo, para cada tratamiento, época y repetición.

$$\frac{\text{Adultos parasitados por } \textit{Metarhizium anisopliae}}{(\text{Total de adultos vivos} + \text{adultos parasitados})} \times 100$$

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

6.10.1 Poblaciones de Insectos

6.10.1.1 Ninfas de chinche salivosa por tallo de caña de azúcar

La información se obtuvo mediante seis muestreos (tres puntos de cinco metros por parcela) de ninfas por tallo, 5 días previos a la aplicación, para la información de la población inicial. Luego de haber montado el experimento se muestreó cada siete para cada tratamiento, época y repetición.

6.10.1.2 Adultos de chinche salivosa por tallo de caña de azúcar

Se realizó un muestreo (tres puntos de cinco metros por parcela) de adultos por tallo, cinco días previos a la aplicación, para la información de la población inicial. Luego de haber montado el experimento se muestrearon cada siete días, adultos por tallo en cada tratamiento, época y repetición.

6.10.2 Porcentaje de parasitismo por tratamiento (%)

La información para esta variable de respuesta se obtuvo mediante seis muestreos (tres puntos de cinco metros por parcela), iniciándolos a los siete días después de la aplicación y repitiéndolos sucesivamente cada siete días para evaluar el porcentaje (%) de adultos parasitados en campo durante 42 días, por cada tratamiento y sus respectivas repeticiones. Para determinar el porcentaje (%) de parasitismo, a nivel de laboratorio se colectaron 100 insectos vivos por parcela, se trasladaron inmediatamente al laboratorio y se colocaron en cajas petri estériles con cámaras húmedas, las cámaras húmedas consisten en colocar papel absorbente esterilizado en el fondo de las cajas petri, la manipulación de los insectos se realizaron con pinzas estériles, después de haber sido desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio al 3% (Alemán y Ovalle,

1998) y lavadas en agua esterilizada para la esporulación del hongo a temperaturas debajo de 26 °C.

Se revisaron cada semana las cámaras húmedas para evaluar la manifestación del hongo o algún otro patógeno, se evaluó humedad existente visualmente cada día para no afectar el desarrollo del *Metarhizium anisopliae*. Finalmente se efectuó un conteo del total de insectos parasitados que presentaron estructuras típicas provenientes de las uniones de las placas del cuerpo del insecto parasitado (Ver figura 8).

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Para cada variable en estudio se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias Duncan con un nivel de confianza del 95%.

6.11.2 Análisis económico

Para esta variable se realizó un análisis de los costos totales de la aplicación en el área del experimento, tomando en cuenta que las cepas de *Metarhizium anisopliae* fueron proporcionadas por el Centro de Investigación de caña de Azúcar (Cengicaña) y evaluados conjuntamente con el Departamento de Manejo Integrado de Plagas del Ingenio.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron organizados de la siguiente manera:

7.1 Población de ninfas por tallo de chinches salivosa (*Aeneolamia postica*).

7.2 Población de adultos por tallo (*Aeneolamia postica*).

7.3 Parasitismo (%) por tratamiento.

7.4 Análisis estadísticos.

7.1 Población de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*).

La efectividad de los entomopatógenos utilizados para el control de insectos plaga está estrechamente relacionada con las condiciones del ecosistema en el cual se utilizó (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) y de las condiciones de manejo de los mismos ver cuadros 33, 34 y 35 y anexos 14, 15 y 16, por lo que su efecto puede ser favorecido, donde a pesar que el análisis de varianza en el cuadro 11 mostró una población homogénea en el área experimental, las variantes por cada tratamiento y época fueron significativos al momento de realizar el análisis estadístico.

El comportamiento de la población de ninfas por tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) en finca los almendros por el tratamiento 1 y sus épocas y numero de repeticiones se pueden observar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Comportamiento de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) para la cepa PL-43 en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Ninfas/tallo
1	1	1	0.35
1	1	2	0.31
1	1	3	0.91
1	1	4	0.50
1	2	1	1.15
1	2	2	0.35
1	2	3	0.40
1	2	4	0.44
1	3	1	0.16
1	3	2	0.89
1	3	3	0.90
1	3	4	1.77
1	4	1	1.45
1	4	2	1.44
1	4	3	1.10
1	4	4	1.06
1	5	1	1.45
1	5	2	1.44
1	5	3	1.13
1	5	4	0.62
1	6	1	1.54
1	6	2	1.52
1	6	3	1.15
1	6	4	0.90

Como podemos apreciar en el cuadro 6 se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43) manifestó un efecto de control sobre la población de ninfas de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.31 ninfas/tallo en su máximo control a 1.77 ninfas/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 7. Comportamiento de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) para la cepa CG 0105 en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Ninfas/tallo
2	1	1	1.06
2	1	2	0.78
2	1	3	0.66
2	1	4	0.29
2	2	1	0.68
2	2	2	0.06
2	2	3	0.08
2	2	4	0.18
2	3	1	5.77
2	3	2	0.75
2	3	3	0.32
2	3	4	0.23
2	4	1	1.42
2	4	2	1.36
2	4	3	0.71
2	4	4	0.69
2	5	1	1.42
2	5	2	1.37
2	5	3	0.72
2	5	4	0.66
2	6	1	1.49
2	6	2	1.43
2	6	3	0.93
2	6	4	0.88

Como podemos apreciar en el cuadro 7 se observa que el tratamiento 2 (cepa CG 0105) manifestó un efecto de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.08 ninfas/tallo en su máximo control a 5.77 ninfas/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 8. Comportamiento de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) para la cepa NB en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Ninfas/tallo
3	1	1	0.52
3	1	2	0.51
3	1	3	0.43
3	1	4	0.36
3	2	1	1.36
3	2	2	0.95
3	2	3	0.00
3	2	4	0.38
3	3	1	0.44
3	3	2	0.21
3	3	3	0.42
3	3	4	0.59
3	4	1	2.29
3	4	2	1.44
3	4	3	0.88
3	4	4	0.64
3	5	1	2.08
3	5	2	1.32
3	5	3	0.98
3	5	4	0.70
3	6	1	1.73
3	6	2	1.33
3	6	3	1.09
3	6	4	0.62

Como podemos apreciar en el cuadro 8 se observa que el tratamiento 3 (cepa NB) manifestó un efecto de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.00 ninfas/tallo en su máximo control a 2.29 ninfas/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 9. Comportamiento de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) para la cepa 2139 en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Ninfas/tallo
4	1	1	0.00
4	1	2	0.04
4	1	3	0.06
4	1	4	0.03
4	2	1	0.76
4	2	2	0.56
4	2	3	0.22
4	2	4	0.37
4	3	1	0.56
4	3	2	0.36
4	3	3	0.43
4	3	4	0.22
4	4	1	0.49
4	4	2	0.81
4	4	3	0.78
4	4	4	0.64
4	5	1	0.42
4	5	2	0.62
4	5	3	0.60
4	5	4	0.81
4	6	1	0.62
4	6	2	0.47
4	6	3	0.78
4	6	4	0.64

Como podemos apreciar en el cuadro 9 se observa que el tratamiento 4 (cepa 2139) manifestó un efecto de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.00 ninfas/tallo en su máximo control a 0.81 ninfas/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 10. Comportamiento de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) para la cepa CG 93-3 en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Ninfas/tallo
5	1	1	1.58
5	1	2	1.36
5	1	3	1.73
5	1	4	1.69
5	2	1	2.18
5	2	2	2.55
5	2	3	1.98
5	2	4	1.89
5	3	1	1.31
5	3	2	2.60
5	3	3	0.55
5	3	4	0.60
5	4	1	0.06
5	4	2	0.12
5	4	3	0.52
5	4	4	0.97
5	5	1	0.10
5	5	2	0.16
5	5	3	0.41
5	5	4	0.75
5	6	1	0.20
5	6	2	0.22
5	6	3	0.61
5	6	4	0.53

Como podemos apreciar en el cuadro 10 se observa que el tratamiento 4 (cepa 2139) manifestó un efecto de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.00 ninfas/tallo en su máximo control a 0.81 ninfas/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Con base a los resultados obtenidos en la población de ninfas/tallo de chinche salivosa presentados en los cuadros 6 al cuadro 10, se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43), manifestó un control de 0.95 ninfas/tallo, el tratamiento 2 (CG 0105), 1.00 ninfa/tallo, el tratamiento 3 (NB), de 0.89 ninfas/tallo, el tratamiento 4 (2139), de 0.47

ninfas/tallo y para el tratamiento 5 (CG 93-3) de 1.3 valores expresados en promedios estimados numéricamente para todas las cepas. Ver promedio en el cuadro 11.

Cuadro 11. Comportamiento de control ninfas/tallo promedio para tratamientos, época y repetición del hongo *Metarhizium anisopliae* en finca los Almendros.

Tratamiento	Promedio (ninfas/tallo)
PL-43	0.95
CG 0105	1.00
NB	0.89
2139	0.47
CG 93-3	1.03

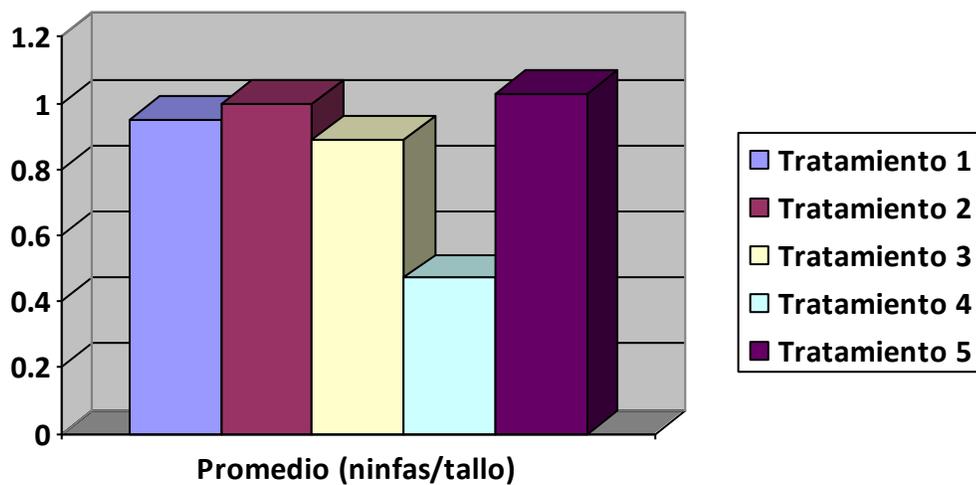


Figura 3. Comportamiento promedio de control de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*).

Cuadro 12. Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable de respuesta ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Probabilidad	Significancia
Modelo	32	32.6893	1.0215	2.87	0.0001	
Época	5	1.2684	0.2536	0.71	0.6150	NS
Tratamiento	4	5.0013	1.2503	3.52	0.0104	*
Error	87	30.9367	0.3555			
Total	119	63.6260				

NS= Diferencia no significativa *= Diferencia significativa al 5% de probabilidad de error

C.V.= 68.74%

De acuerdo al análisis de varianza en el cuadro 12, la F calculada es menor que la F tabulada para épocas, por lo que no existe diferencia significativa estadísticamente entre épocas para las ninfas de chinche salivosa.

En el análisis de varianza en el cuadro 12, la F calculada es mayor que la F tabulada en las cepas; por lo que existe diferencia significativa estadísticamente para ninfas de chinche salivosa, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias Duncan al 5% (Ver cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba de medias Duncan 5% para tratamientos.

Tratamientos	Medias (Ninfas/tallo)	n	*
CG 93-3	1.0279	24	A
CG 0105	0.9975	24	A
PL-43	0.9554	24	A
NB	0.8863	24	A
2139	0.4704	24	B

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Según resultados de la prueba de medias Duncan, en el cuadro 13 la cepa 2139 provocó un control de 0.47 ninfas/tallo, con una clasificación B, mientras que las cepas NB, PL-43, CG0105 y CG 93-3 son significativamente iguales con datos de 0.8863, 0.9554, 0.9975 y 1.0279 ninfas/tallo respectivamente y una clasificación A, con un control sobre la población de ninfas/tallo de chinche salivosa.

7.2 Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*).

El comportamiento de adultos por tallo de chinche salivosa en finca Los Almendros se aprecia en el cuadro 14.

Cuadro 14. Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*), para la cepa PL-43 en finca Los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Adultos/tallo
1	1	1	0.07
1	1	2	0.05
1	1	3	0.04
1	1	4	0.06
1	2	1	0.05
1	2	2	0.09
1	2	3	0.14
1	2	4	0.09
1	3	1	0.79
1	3	2	0.57
1	3	3	0.20
1	3	4	0.23
1	4	1	0.19
1	4	2	0.16
1	4	3	0.11
1	4	4	0.07
1	5	1	0.18
1	5	2	0.15
1	5	3	0.13
1	5	4	0.09
1	6	1	0.39
1	6	2	0.37
1	6	3	0.35
1	6	4	0.28

Como podemos apreciar en el cuadro 14 se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43) manifestó un efecto de control sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.04 adultos/tallo en su máximo control a 0.79 adultos/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 15. Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*), para la cepa CG 0105 en finca Los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Adultos/tallo
2	1	1	0.20
2	1	2	0.16
2	1	3	0.13
2	1	4	0.12
2	2	1	0.04
2	2	2	0.00
2	2	3	0.00
2	2	4	0.02
2	3	1	0.04
2	3	2	0.02
2	3	3	0.02
2	3	4	0.00
2	4	1	0.17
2	4	2	0.13
2	4	3	0.15
2	4	4	0.12
2	5	1	0.15
2	5	2	0.15
2	5	3	0.17
2	5	4	0.10
2	6	1	0.22
2	6	2	0.26
2	6	3	0.23
2	6	4	0.15

Como podemos apreciar en el cuadro 15 se observa que el tratamiento 2 (cepa CG 0105) manifestó un efecto de control sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00 adultos/tallo en su máximo control a 0.26 adultos/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 16. Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*), para la cepa NB en finca Los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Adultos/tallo
3	1	1	0.18
3	1	2	0.18
3	1	3	0.14
3	1	4	0.08
3	2	1	0.04
3	2	2	0.07
3	2	3	0.06
3	2	4	0.09
3	3	1	0.16
3	3	2	0.14
3	3	3	0.06
3	3	4	0.11
3	4	1	0.37
3	4	2	0.42
3	4	3	0.25
3	4	4	0.24
3	5	1	0.40
3	5	2	0.40
3	5	3	0.27
3	5	4	0.21
3	6	1	0.38
3	6	2	0.49
3	6	3	0.28
3	6	4	0.36

Como podemos apreciar en el cuadro 16 se observa que el tratamiento 3 (cepa NB) manifestó un efecto de control sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.04 adultos/tallo en su máximo control a 0.49 adultos/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 17. Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*), para la cepa 2139 en finca Los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Adultos/tallo
4	1	1	0.27
4	1	2	0.03
4	1	3	0.08
4	1	4	0.10
4	2	1	0.10
4	2	2	0.15
4	2	3	0.04
4	2	4	0.07
4	3	1	0.10
4	3	2	0.04
4	3	3	0.11
4	3	4	0.08
4	4	1	0.24
4	4	2	0.22
4	4	3	0.30
4	4	4	0.17
4	5	1	0.22
4	5	2	0.15
4	5	3	0.26
4	5	4	0.19
4	6	1	0.29
4	6	2	0.21
4	6	3	0.35
4	6	4	0.19

Como podemos apreciar en el cuadro 17 se observa que el tratamiento 4 (cepa 2139) manifestó un efecto de control sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.03 adultos/tallo en su máximo control a 0.35 adultos/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 18. Comportamiento de adultos/tallo de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*), para la cepa CG 93-3 en finca Los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	Adultos/tallo
5	1	1	0.13
5	1	2	0.17
5	1	3	0.12
5	1	4	0.14
5	2	1	0.14
5	2	2	0.18
5	2	3	0.20
5	2	4	0.20
5	3	1	0.39
5	3	2	0.44
5	3	3	0.30
5	3	4	0.42
5	4	1	0.12
5	4	2	0.20
5	4	3	0.23
5	4	4	0.13
5	5	1	0.17
5	5	2	0.27
5	5	3	0.20
5	5	4	0.13
5	6	1	0.27
5	6	2	0.34
5	6	3	0.36
5	6	4	0.21

Como podemos apreciar en el cuadro 18 se observa que el tratamiento 5 (CG 93-3) manifestó un efecto de control sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolomia postica*) de 0.12 adultos/tallo en su máximo control a 0.44 adultos/tallo en su mínimo control durante las épocas y repeticiones.

Con base a los resultados obtenidos en la población de adultos/tallo de chinche salivosa presentados en los cuadros 14 al cuadro 18, se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43), manifestó un promedio control de 0.20 adultos/tallo, el tratamiento 2 (CG 0105), 0.11 adultos/tallo, el tratamiento 3 (NB), de 0.22 adultos/tallo, el tratamiento 4

(2139), de 0.16 adultos/tallo y para el tratamiento 5 (CG 93-3) de 0.23 adultos/tallo. Ver promedio en el cuadro 19.

Cuadro 19. Comportamiento de control promedio adultos/tallo para tratamientos, época y repetición del hongo *Metarhizium anisopliae* en finca los Almendros.

Tratamiento	Promedio (adultos/tallo)
PL-43	0.20
CG 0105	0.11
NB	0.22
2139	0.16
CG 93-3	0.23

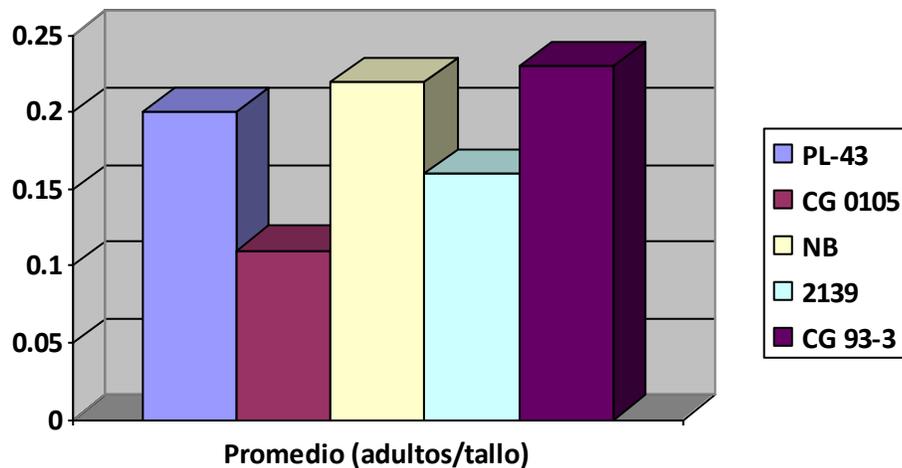


Figura 4. Comportamiento de control de adultos/tallo chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) promedio.

Cuadro 20. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable de respuesta adultos/tallo.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Probabilidad	Significancia
Modelo	32	1.5602	0.0487	10.44	0.0001	
Época	5	0.5458	0.1091	23.37	0.0001	*
Tratamiento	4	0.2154	0.0538	11.53	0.0001	*
Error	87	0.4063	0.0046			
Total	119					

*= Diferencia significativa

CV= 36.61%

De acuerdo al análisis de varianza en el cuadro 20, la F calculada es mayor que la F tabulada, por lo que existió diferencia significativa para las fuentes época y tratamiento, por lo que se procedió a realizar las respectivas pruebas de medias (Cuadro 21 y 22).

Cuadro 21. Prueba de medias Duncan 5% para épocas.

Época	Medias	n	*
6	0.2990	20	A
3	0.2110	20	B
5	0.1995	20	B
4	0.1995	20	B
1	0.1225	20	C
2	0.0885	20	C

*= Medios con la misma letra son estadísticamente iguales.

Según los resultados de la prueba de medias Duncan, en la época de muestreo dos existe un efecto de control de 0.0885 adultos/tallo con una clasificación C, al igual que la época con un efecto de control de 0.1225 adultos/tallo, y la época 3, 4 y 5 son significativamente iguales con un control de 0.2120, 0.1995 y 0.1995 respectivamente, y para la época seis una clasificación A con 0.2990 con un control sobre la población de adultos/tallo de chinche salivosa.

Cuadro 22. Prueba de medias Duncan 5% para tratamientos.

Tratamientos	Medias	n	*
CG 93-3	0.2275	24	A
NB	0.2241	24	A
PL-43	0.2020	24	A
2139	0.1650	24	B
CG 0105	0.1145	24	C

*= Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Según los resultado de la prueba de medias Duncan en el cuadro 22 para tratamientos, la cepa CG 0105 causo un efecto de control de 0.1145 adultos/tallo con una clasificación C, para la cepa 2139 con un efecto de control de 0.1650 adultos/tallo con una clasificación B y para la cepa PL-43, NB y CG 93-3 son significativamente iguales con un efecto de control de 0.2020, 0.2241 y 0.2275 respectivamente y una clasificación A, con un control sobre la población de adultos/tallo de chinche salivosa.

7.3 PORCENTAJE DE PARASITISMO DE CINCO CEPAS DE METARHIZIUM ANISOPLIAE

El comportamiento de control del *Metarhizium anisopliae* se puede observar en el cuadro 23.

Cuadro 23. % de Parasitismo de la cepa PL-43 en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	% Parasitismo
1	1	1	0
1	1	2	0
1	1	3	0
1	1	4	0
1	2	1	0
1	2	2	0
1	2	3	0
1	2	4	0
1	3	1	4.92
1	3	2	2.27
1	3	3	11.11
1	3	4	0.00
1	4	1	27.78
1	4	2	16.67
1	4	3	12.50
1	4	4	0.00
1	5	1	25.0
1	5	2	25.0
1	5	3	20.0
1	5	4	14.3
1	6	1	18.52
1	6	2	17.39
1	6	3	14.29
1	6	4	11.11

Como podemos apreciar en el cuadro 23 se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43) manifestó un Porcentaje (%) de parasitismo sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00% en su mínimo control a 27.78% durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 24. % de Parasitismo de la cepa CG 0105 en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	% Parasitismo
2	1	1	0
2	1	2	0
2	1	3	0
2	1	4	0
2	2	1	25
2	2	2	0
2	2	3	0
2	2	4	50
2	3	1	40
2	3	2	0
2	3	3	0
2	3	4	0
2	4	1	21.43
2	4	2	25.00
2	4	3	0.00
2	4	4	14.29
2	5	1	16.67
2	5	2	28.57
2	5	3	10.00
2	5	4	0.00
2	6	1	29.41
2	6	2	34.78
2	6	3	23.08
2	6	4	25.00

Como podemos apreciar en el cuadro 24 se observa que el tratamiento 2 (cepa CG 0105) manifestó un Porcentaje (%) de parasitismo sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00% en su mínimo control a 34.78% durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 25. % de Parasitismo de la cepa NB en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	% Parasitismo
3	1	1	0.00
3	1	2	0.00
3	1	3	10.00
3	1	4	0.00
3	2	1	0.00
3	2	2	0.00
3	2	3	0.00
3	2	4	0.00
3	3	1	0.00
3	3	2	60.00
3	3	3	0.00
3	3	4	0.00
3	4	1	14.29
3	4	2	0.00
3	4	3	16.67
3	4	4	9.09
3	5	1	17.39
3	5	2	4.55
3	5	3	21.43
3	5	4	18.18
3	6	1	22.22
3	6	2	8.33
3	6	3	27.78
3	6	4	17.39

Como podemos apreciar en el cuadro 25 se observa que el tratamiento 3 (cepa NB) manifestó un Porcentaje (%) de parasitismo sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00% en su mínimo control a 60.0% durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 26. % de Parasitismo de la cepa 2139 en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	% Parasitismo
4	1	1	0.00
4	1	2	33.33
4	1	3	0.00
4	1	4	0.00
4	2	1	0.00
4	2	2	0.00
4	2	3	0.00
4	2	4	0.00
4	3	1	14.29
4	3	2	0.00
4	3	3	14.29
4	3	4	20.00
4	4	1	8.33
4	4	2	0.00
4	4	3	14.29
4	4	4	0.00
4	5	1	14.29
4	5	2	0.00
4	5	3	18.75
4	5	4	14.29
4	6	1	27.78
4	6	2	14.29
4	6	3	30.00
4	6	4	27.27

Como podemos apreciar en el cuadro 26 se observa que el tratamiento 4 (cepa 2139) manifestó un Porcentaje (%) de parasitismo sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00% en su mínimo control a 33.33% durante las épocas y repeticiones.

Cuadro 27. % de Parasitismo de la cepa CG 93-3 en adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca los Almendros.

Tratamiento	Época	Repetición	% Parasitismo
5	1	1	0.00
5	1	2	21.43
5	1	3	0.00
5	1	4	0.00
5	2	1	14.29
5	2	2	11.11
5	2	3	0.00
5	2	4	10.00
5	3	1	0.00
5	3	2	12.00
5	3	3	0.00
5	3	4	0.00
5	4	1	14.29
5	4	2	7.14
5	4	3	28.57
5	4	4	0.00
5	5	1	22.22
5	5	2	0.00
5	5	3	31.25
5	5	4	14.29
5	6	1	29.41
5	6	2	10.53
5	6	3	30.43
5	6	4	20.00

Como podemos apreciar en el cuadro 27 se observa que el tratamiento 4 (cepa 93-3) manifestó un Porcentaje (%) de parasitismo sobre la población de adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) de 0.00% en su mínimo control a 31.25% durante las épocas y repeticiones.

Con base a los resultados obtenidos en el % de parasitismo del *Metarhizium anisopliae* sobre la población de adultos de chinche salivosa presentados en los cuadros 23 al cuadro 27, se observa que el tratamiento 1 (cepa PL-43), manifestó un % parasitismo promedio de 9.20, el tratamiento 2 (CG 0105), 14.20%, el tratamiento 3 (NB), 10.30, el

tratamiento 4 (2139), 10.47 y para el tratamiento 5 (CG 93-3) de 11.54 por ciento. Ver promedio en el cuadro 28.

Cuadro 28. Comportamiento de control promedio adultos/tallo para tratamientos, época y repeticiones del hongo *Metarhizium anisopliae* en finca los Almendros.

Tratamiento	Promedio (% Parasitismo)
PL-43	9.20
CG 0105	14.30
NB	10.30
2139	10.47
CG 93-3	11.54

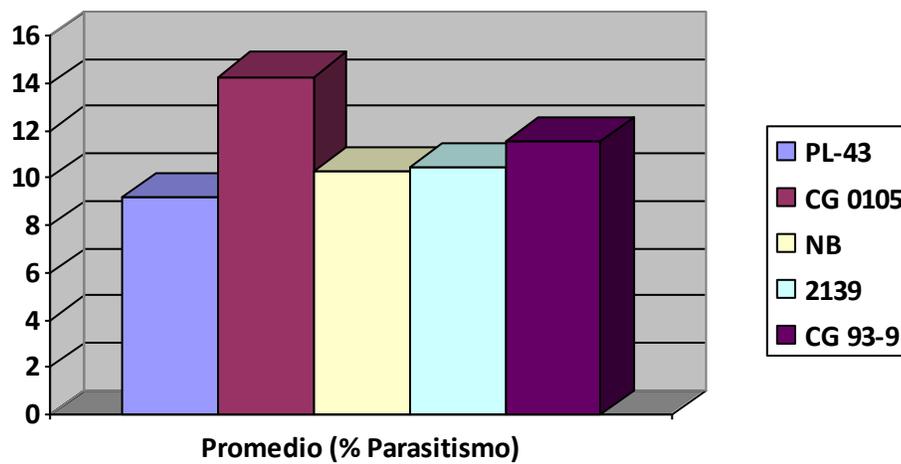


Figura 5. Comportamiento de control de adultos/tallo chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) promedio.

Cuadro 29. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable de respuesta % de parasitismo en adultos de chinche salivosa en finca los Almendros.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Probabilidad	Significancia
Modelo	32	7644.9987	238.9062	1.94	0.0008	
Época	5	4753.0764	950.6152	7.73	0.0001	**
Tratamiento	4	361.3286	90.3320	0.73	0.0001	**
Error	87	10693.2384	0.0046	122.9107		
Total	119					

**= Diferencia altamente significativa

CV= 99.31 %

De acuerdo al análisis de varianza en el cuadro 29, se observa que existió diferencia altamente significativa para las fuentes de variación época y tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias Duncan al 5% (ver cuadro 27 y 28)

Cuadro 30. Prueba de medias para épocas

Época	Medias	n	**		
6	21.951	20	A		
5	15.809	20	A	B	
4	11.517	20	B		C
3	8.944	20	B	C	D
2	5.520	20	C		D
1	3.238	20	D		

*=Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Según la prueba de medias Duncan, en la época de muestreo seis existe diferencia significativa estadísticamente, ya que presenta un porcentaje de parasitismo de 21.951, con clasificación A, para la época cinco un porcentaje de 15.809 y clasificación A, B para la época cuatro con un porcentaje de 11.517 y clasificación B y C, para la época tres un porcentaje de 8.944 con una clasificación B, C, y D, para la época dos un porcentaje de 5.520 y clasificación C y D, para la época uno un porcentaje de 3.238 y clasificación D.

Cuadro 31. Prueba de medias para tratamientos

Tratamiento	Medias	n	**
CG 0105	14.301	24	A
CG 93-3	11.540	24	A
2139	10.467	24	A
NB	10.305	24	A
PL-43	9.203	24	A

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Según la prueba de medias Duncan, para los tratamientos son estadísticamente iguales con una clasificación A para todas las cepas, con un porcentaje de control para la cepa CG 0105 de 14.301%, la cepa CG 93-3 de 11.540, la cepa 2139 de 10.467, la cepa NB de 10.305 y para la cepa PL-43 de 9.203

7.4 COSTOS DE APLICACIÓN Y DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Para determinar el costo del manejo de la investigación (cuadro 32), se tomó como base el precio de producción por cada cepa, el costo del transporte del material experimental, el jornal del aplicador y el costo de cada muestreo realizado durante la investigación en el área del ensayo.

Cuadro 32. Costos totales de la aplicación de cinco cepas de *Metarhizium Anisopliae* en finca Los Almendros

Mano de Obra (Q)	Maquinaria (Q)	Insumos o Materiales (Q)	Costo total (Q)	Costo total (Q)
775.00	168.00	110.00	1053.00	1053.00
930.00	0.00	0.00	930.00	930.00
			TOTAL (Q)	1983.00

El costo del control biológico de *Metarhizium anisopliae* fue de 1053.00 quetzales, donde se determinó el precio por cada cepa, valorado en 110.00 quetzales, la mano de obra se le asignó 155.00, a la maquinaria un costo de 168.00 quetzales por hora (ver cuadro 36).

En donde se tomó en cuenta el número de muestreos totales durante el periodo programado de duración del ensayo (6 muestreos en total) y el total de 5 evaluadores utilizados en cada fecha de muestreo a un precio por jornal de 127.00 quetzales y de 23.00 para un supervisor (ver cuadro 37).

Al finalizar el análisis del costo total del ensayo se determinó que el valor de la aplicación y evaluación de cinco cepas de *Metarhizium anisopliae* en la finca Los Almendros fue de 1983.00 (ver cuadro 38).

VIII. CONCLUSIONES

Basado en los resultados de campo, se determinó que todas las cepas sujetas a evaluación mostraron efecto de control en la población de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), tomando como medida el porcentaje de parasitismo y la población de insectos.

Se estableció que los porcentajes de parasitismo del *Metarhizium anisopliae* fueron de CG 0105 de 14.301%, la cepa CG 93-3 de 11.540, la cepa 2139 de 10.467, la cepa NB de 10.305 y para la cepa PL-43 de 9. sobre la población existente de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*).

Se determinó que la cepa con mayor eficacia de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en finca Los Almendros fue la cepa 2139, con un efecto de control de la población de 0.047 ninfas por tallo y la cepa CG 0105 con un efecto de, con 0.1145 adultos por tallo.

IX. RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos de la presente investigación se recomienda realizar aplicaciones al estado ninfal de la plaga ya que la misma también reflejó efecto de control en el estado adulto, tal como lo indica Manuel Márquez en el estudio de eficiencia de control de chinche salivosa.

A pesar de que las cepas presentaron un efecto de control sobre la población de ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), estas no fueron suficientes para reducir poblaciones de adultos a niveles que no ocasionen daño económico, por lo tanto, se recomienda hacer evaluaciones de la misma cepa CG 0105 a concentraciones arriba de 5×10^{12} ya que no redujo la población de adultos por tallo por debajo del nivel crítico, que fue la concentración utilizada.

Se recomienda seguir realizando estudios sobre la eficacia de las cepas de *Metarhizium anisopliae* comercialmente en las fincas, con el propósito de mantener en constante vigilancia el impacto de control que estos ejercen sobre una población determinada.

Se recomienda seguir con estudios sobre el porcentaje de parasitismo o virulencia y factibilidad económica con las cepas 2139 y CG 0105, por ser éstas las que en el presente estudio presentaron mayor efecto de control sobre la población de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), pero que el porcentaje de reducción en adultos por tallo no fue suficiente para que la misma se mantuviera bajo los parámetros permitidos del manejo integrado de plagas del Ingenio Palo Gordo S.A.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleman, M; Ovalle, W. CENGICAÑA 1998. Producción y Manejo del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metch) sor.
- Alves, S.B. (1986). Control microbiano de insectos. Sao Paulo, Brasil. Editora Monole Ltda. p. 407.
- Azasgua (Asociación de azucareros de Guatemala). 2013. Presentación de resultados. zafra 12/13. Guatemala 22 p.
- Badilla, F. 2008. Control de Calidad (Capacitación sobre Control de calidad en producción de entomopatógenos). Manuscrito no publicado, Ingenio Santa Ana, Guatemala.
- Byers, R.A; Wells, H.D. 1966. Phytotoxemia of coastal bermudagrass caused by the two-linedspittlebug, *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae). *Annals of the Entomological Society of America* 59(6):1067-1071.
- Calderón, C; Arango, S.G; y Varela, F. 1982. Cercópidos plagas de los pastos en América Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 51p.
- Carrillo, E. Acevedo, E. Astorga, A. Juárez, L. (1995). Estudio preliminar sobre pérdidas en toneladas y rendimiento de azúcar, causado por el daño de la chinche salivosa *Aeneolamia* sp. CENGICAÑA . Guatemala. p. 11.
- Carballo, M; Fulguni, F. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. Managua, NI. CATIE, 232p. (Serie Técnica: Manual Técnico No. 53).
- Comip, 1998. Comité de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar. Guatemala, Cengicaña. 8 – 31p.
- Cengicaña, 2005. Centro Guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar. Informe anual 2004-2005. Programa manejo integrado de plagas 38 – 53p.

De Faria, M.R.; Tigano, M.S.; Fontes, E; Lecuona, R. 1995. Characterization and virulence of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)Sorok. Isolates to eggs of *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera:Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24(3) 659-663.

DIECA. 2004. Manejo integrado del salivazo en el cultivo de la caña de azúcar. Programa de Entomología. Grecia, CR. 16p.

Ferron, P. 1978. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. Annual Review of Entomology 23:409-442.

Gómez Bonilla, Y. 2002. Efectividad del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin en el control de especies de Cercopidae (Homóptera) en *Brachiaria ruzizensis*. Tesis Mag. Sc. San José, CR, UCR. 105p.

Hruska, A.J.; Rosset, P.M. (1987). Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas. MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica, 5:30-44.

Jiménez, J. A. 1978. Estudios tendientes a establecer el control integrado de las salivitas de los pastos. Rev. Col. Entomol. 19 – 23p.

Lecuona, R.E. ed. 1996. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. Talleres gráficos Mariano. 338p.

Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinoza, R (2012). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Artemis Edinter.

Márquez, J.M.; López, E. (2005) Evaluación de 7 cepas de *Metarhizium* y 2 nematodos entomopatógenos para el control de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*). Campo. Finca las Delicias (Pantaleón). 2005. Presentación de resultados de investigación zafra 2005-2006. Guatemala. 2006. 183-194

Márquez, J.M.:(2012) CENGICAÑA. 2012. Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2011-2012. Guatemala página 156.

Ochoa, R. N. y Velasco, H. (1972). Influencia de la quema de un pastizal sobre la población de mosca pinta, otros insectos el rendimiento de la pradera. Instituto Nacional de la Investigación Agropecuarias, México, Dpto. de Entomología. Inf. Tec. 65 – 67p.

Salazar Blanco, J.D; Badilla Fernández, F. (1997). Evaluación de dos cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* y seis insecticidas granulados en el control de salivazo (*Aeneolamia postica*) (Hom: Cercopidae) en caña de azúcar en la región de san Carlos, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 43:9-18.

Salvatierra, C. 2009. Guatemala: los amargos impactos de la caña de azúcar. SAVIA. Escuela de pensamientos Ecologista-Guatemala. Boletín No 143. En línea directa. <http://www.saviaguatemala.org>

Sosa-Gómez, D.R; Alves, S.B. (2000). Temperature and relative humidity requirements for conidiogenesis of *Bauveria bassiana* (Deuteromycetes: Moniliaceae). Anais da Sociedade de Entomológica do Brasil 29(3):515-521.

Walstad, J.D.; Anderson, R.F.; Stambaugh, W.J. (1969). Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). Journal of Invertebrate Pathology 16:221-226.

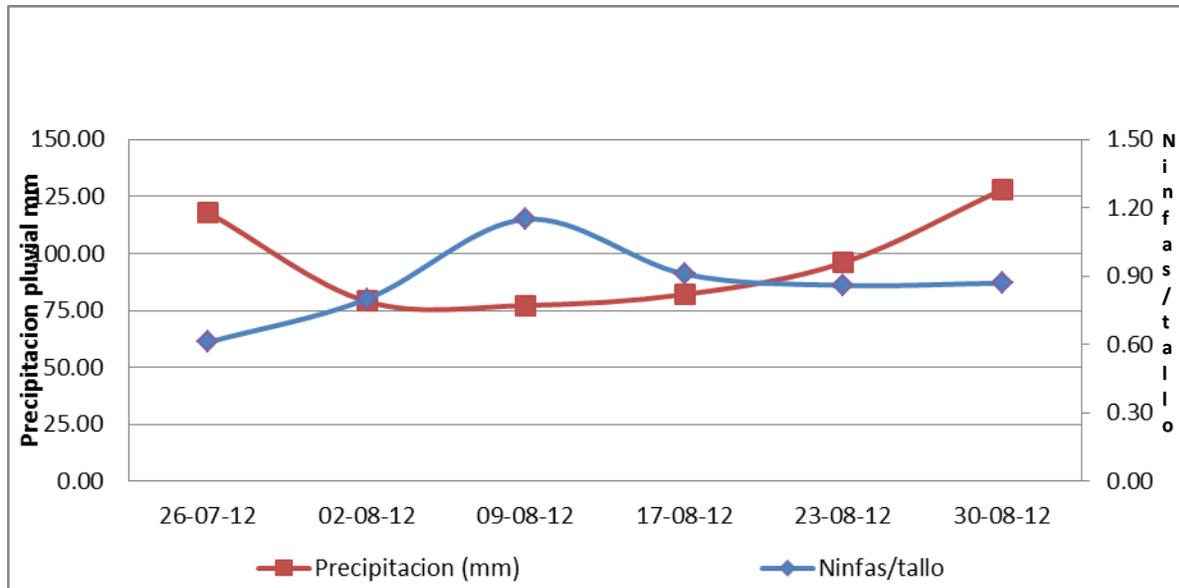
ANEXOS

Cuadro 33. Comportamiento de la lluvia y la población de ninfas/tallo promedio de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*).

Datos interrelación de precipitación acumulada promedio y ninfas/tallo						
Semana	26-07-14	02-08-14	09-08-14	17-08-14	23-08-14	30-08-14
Precipitación (mm)	118.00	79.00	77.20	82.00	96.00	128.00
Ninfas/tallo	0.61	0.80	1.15	0.91	0.86	0.87

Fuentes: Cengicaña; Agro meteorología (2012)

Anexo 14.



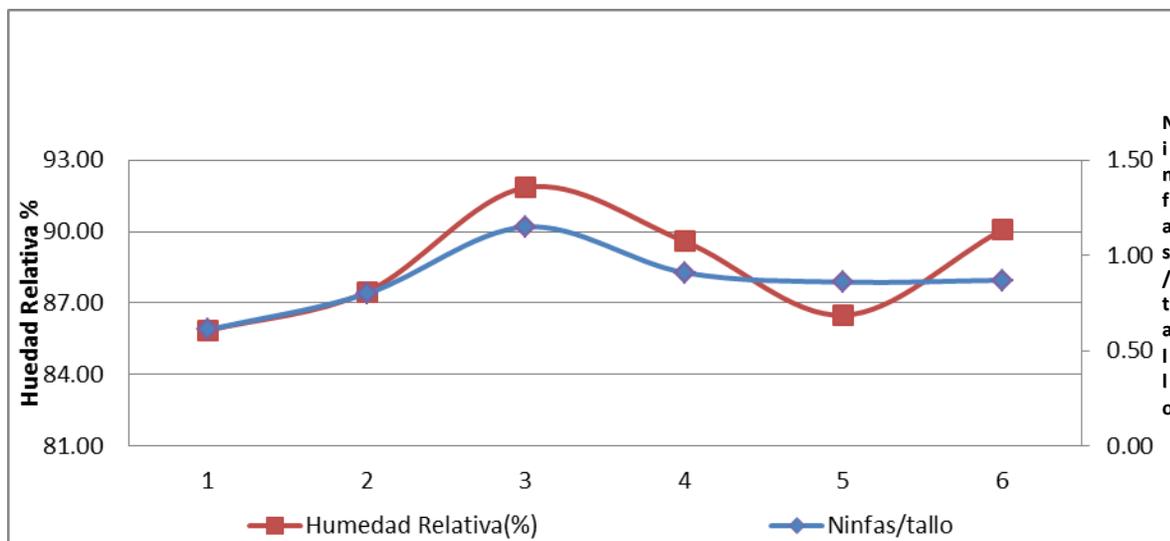
Comportamiento de la población de ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) y la precipitación pluvial en finca los Almendros.

Cuadro 34. Comportamiento de la humedad relativa y la población de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*)

Datos interrelación de humedad relativa acumulada promedio y ninfas/tallo						
Semana	26-07-14	02-08-14	09-08-14	17-08-14	23-08-14	30-08-14
Humedad relativa (%)	85.85	87.47	91.85	89.59	86.49	90.07
Ninfas/tallo	0.61	0.80	1.15	0.91	0.86	0.87

Fuentes: Cengicaña; Agro meteorología (2012)

Anexo 15.



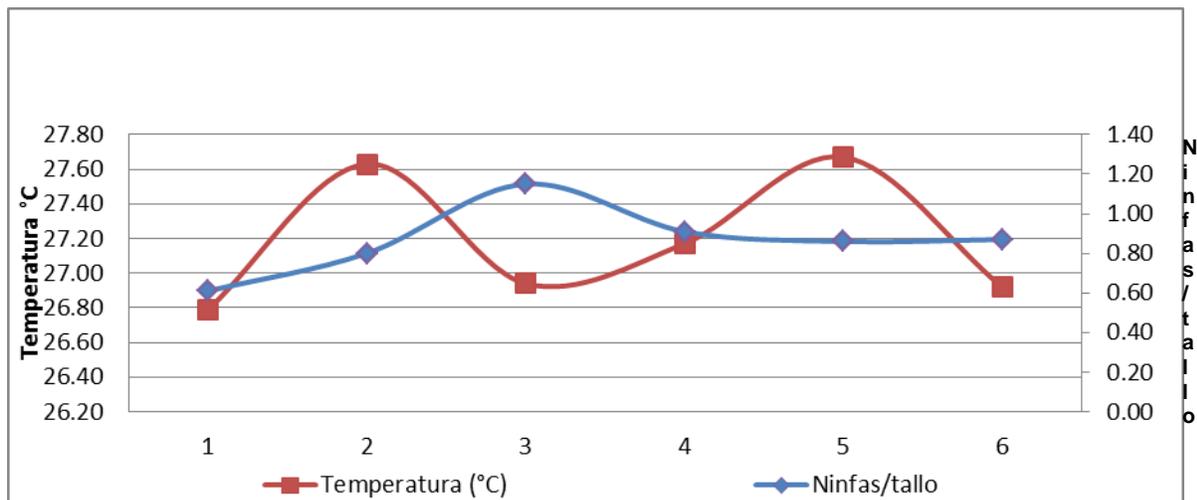
Comportamiento de la población de ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) y la humedad relativa en finca los Almendros.

Cuadro 35. Comportamiento de la temperatura y la población de ninfas/tallo de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*)

Datos interrelación de temperatura acumulada promedio y ninfas/tallo						
Semana	26-07-14	02-08-14	09-08-14	17-08-14	23-08-14	30-08-14
Temperatura (°C)	26.79	27.63	26.94	27.17	27.67	26.92
Ninfas/tallo	0.61	0.80	1.15	0.91	0.86	0.87

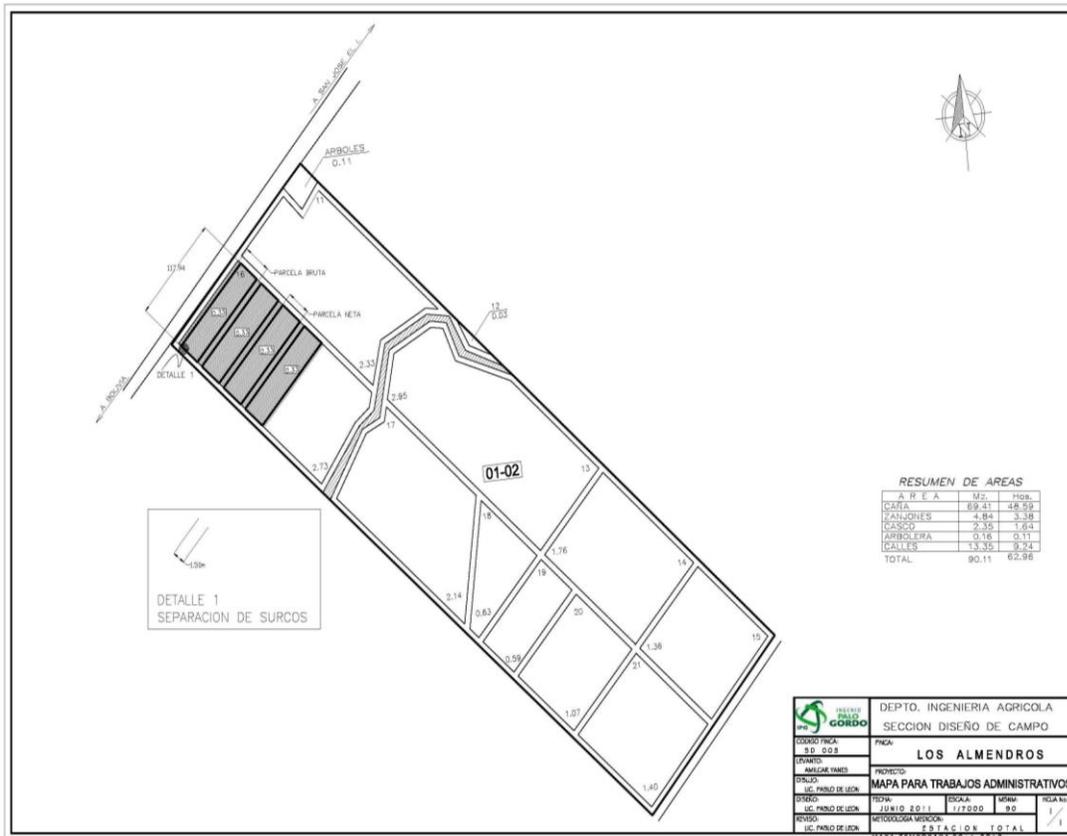
Fuentes: Cengicaña; Agro meteorología (2012)

Anexo 16.



Comportamiento de la población de ninfas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) y la temperatura en finca los Almendros.

Anexo 17.



Distribución de las parcelas y unidades experimentales



Figura 6. Modelo de trampas verdes para el control de chinche salivosa (Comip, 1998).



Figura 7. Adulto de chinche salivosa parasitada por *Metarhizium anisopliae* (Comip, 1998).



Figura 8. Traslado del hongo en hieleras para la aplicación en campo



Figura 9. Proceso de lavado del hongo y aplicación en el campo.



Figura 10. Cámaras húmedas y registro del parasitismo a nivel de laboratorio

Cuadro 36. Costo del control biológico de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*)

COSTO DEL CONTROL BIOLÓGICO DE CHINCHE SALIVOSA			
Mano de Obra (Q)	Maquinaria (Q)	Insumos o Materiales (Q)	Costo total/ha (Q)
775.00	168.00	110.00	1053.00

Cuadro 37. Costo del Muestreo del control biológico de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*)

COSTO DE MUESTREO DEL CONTROL BIOLÓGICO DE CHINCHE SALIVOSA			
Mano de Obra (Q)	Maquinaria (Q)	Insumos o Materiales (Q)	Costo total/ha (Q)
930.00	0.00	0.00	930.00

Cuadro 38. Cálculo del costo de mano de obra durante la evaluación de cinco cepas de *Metarhizium anisopliae*

PRECIO DE LA MANO DE OBRA		
Precio/Jornal	Precio del Supervisor	Total
127	28	155

Anexo 18.

BOLETA PARA EL MONITOREO DE PARASITISMO EN CAMPO INGENIO PALO GORDO S.A.

FECHA	No. DE APLICACIÓN
FINCA	CEPA
LOTE	TIPO DE APLICACIÓN
PANTE	AREA
FORMULACION	PLAGUERO

Punto de Muestreo	Total tallos molederos	No. De Ninfas	No. Adultos Vivos	Adultos Parasitados			
				Metarhizium	Depredadores	Ninfas	Otros
Total							
% Parasitismo							

Boleta utilizada en campo para el monitoreo de parasitismo de *Metarhizium anisopliae* sobre chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en el Ingenio Palo Gordo, S.A.

Anexo 19.

BOLETA PARA EL MONITOREO DE POBLACION DE NINFAS Y ADULTOS DE CHINCHE SALIVOSA INGENIO PALO GORDO S.A.

FECHA	No. DE APLICACIÓN
FINCA	CEPA
LOTE	TIPO DE APLICACIÓN
PANTE	AREA

Punto de Muestreo	Total tallos molederos	No. De Ninfas- adultos	No. Adultos Vivos	Otros
Total				
% Infestación				

Boleta utilizada en campo para el monitoreo de población de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en el Ingenio Palo Gordo, S.A