

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

EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana*, *Metharrihizum anisopliae* Y *Trichoderma viride*) PARA EL CONTROL DE CHINCHE HEDIONDA (*Scaptocoris talpa*)
EN BANANO
TESIS DE GRADO

SELVIN JONADAB ARIAS MERIDA
CARNET 24050-07

COATEPEQUE, JULIO DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana*, *Metharrihizum anisopliae* Y *Trichoderma viride*) PARA EL CONTROL DE CHINCHE HEDIONDA (*Scaptocoris talpa*)
EN BANANO
TESIS DE GRADO

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

POR
SELVIN JONADAB ARIAS MERIDA

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

COATEPEQUE, JULIO DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

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

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. HAIRO AMILCAR CIFUENTES GUZMAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

ING. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

Guatemala, 10 de agosto de 2018.

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Selvin Jonadab Arias Mérida, carné 24050-07, titulado: " EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS *Bauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Trichoderma Viride*, PARA EL CONTROL DE CHINCHE HEDIONDA (*Scaptocoris talpa*) EN BANANO. "

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad previo a su autorización de impresión.

Atentamente,


Ing. Agr. Hairo Amílcar Cifuentes Guzmán
Colegiado No. 4814
Cod. URL 23237

Hairo Amílcar Cifuentes Guzmán
INGENIERO AGRÓNOMO
COLEGIADO NO. 4814



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante SELVIN JONADAB ARIAS MERIDA, Carnet 24050-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06101-2018 de fecha 13 de julio de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS (*Beauveria bassiana*, *Metharrihizum anisopliae* Y *Trichoderma viride*) PARA EL CONTROL DE CHINCHE HEDIONDA (*Scaptocoris talpa*) EN BANANO

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 16 días del mes de julio del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTO

A:

Dios padre por darme la vida, sabiduría y su bendición de superación para alcanzar este éxito.

La Universidad Rafael Landívar casa de estudios superiores, Facultad de ciencias agrícolas por ser parte de mi formación profesional.

Ing. Agr. Hairo Amílcar Cifuentes Guzmán por el tiempo dedicado durante su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Agroindustrias HAME y su Gerente General P.A Jorge Roberto Valdez por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

Ing. Agr. Leonel Solís Mazariegos por el apoyo brindado en asesoría y revisión del presente documento.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quien con su mano poderosa me ha sostenido siempre, y me ha llenado de su infinito amor y fortaleza para superar cada etapa de mi vida y me ha bendecido con las personas que siempre me han regalado un buen consejo.

Mis Padres: Mario Humberto Arias y Oralia Nohemí Mérida a quienes amo con toda el alma, por todo sus esfuerzos realizados y el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional.

Mi Familia: Mis abuelos, hermanas, sobrinos, cuñados, tíos, primos que de una u otra manera han sido de gran apoyo durante mi formación.

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

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Importancia del cultivo de banano para Guatemala	4
2.3. Usos.....	5
2.4. Aspectos técnicos	5
2.4.1 Ecología	5
2.4.2 Suelos y topografía	6
2.5 Variedades importantes	7
2.5.1 Variedad Williams	7
2.6 Descripción de la variedad de banano a utilizar en la evaluación	8
2.6.1 Variedad Williams	8
2.7 Plagas del banano.....	8
2.7.1 Taxonomía	9
2.7.2 Control de ninfas y adultos	9
2.7.2.1 En macollamiento	10
2.8 La Chinche hedionda	10
2.8.1 Historia	10
2.8.2 Importancia	11
2.8.3 Modo de acción	12
2.8.4 Toxinas entomopatógenas	13
2.8.5 Especificidad	13
2.8.6 Patogenicidad	14
2.9 Beauveria bassiana	14
2.10 Metarhizium anisopliae	15
2.11 Trichoderma spp	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO ...	19
4. OBJETIVOS	21

4.1 GENERAL	21
4.2 ESPECÍFICOS	21
5. HIPÓTESIS	22
5.1 Hipótesis alterna	22
6. METODOLOGÍA	23
6.1 Localización	23
6.2 Material experimental	23
6.3 Factores a estudiar	23
6.4 tratamientos	24
6.5 Diseño experimental.....	24
6.6 Modelo estadístico	24
6.7 Unidad experimental	25
6.8 Croquis de campo	25
6.9 Manejo del experimentol	26
6.10 Variables de Respuesta	27
6.11 Análisis de la información	28
6.11.1 Análisis estadístico	28
6.11.2 Análisis económico	29
7.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1 PRE-MUESTREO	30
7.2 PORCENTAJE DE EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS	31
7.3 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE CHINCHE HEDIONDA	34
7.4 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE CHINCHE HEDIONDA	35
7.5 RENDIMIENTO TM/HA	37
7.6 RENDIMIENTO DE CAJAS EXPORTABLES	38
7.7 ANÁLISIS ECONÓMICO	40
8. CONCLUSIONES	42
9. RECOMENDACIONES	43
10. BIBLIOGRAFIA	44
11. ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tratamientos a evaluar	24
2	Patrón de dispersión de <i>Scaptocoris talpa</i> en plantación de banano	30
3	Análisis de varianza para pre-muestreo	30
4	Prueba de Tukey para porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de chinche hedionda, 15, 30, 45, 60 75, 90 y 105 días después de la aplicación	31
5	Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de chinche hedionda, 105 días después de la aplicación	34
6	Prueba de Tukey para porcentaje de mortalidad de chinche hedionda	34
7	Análisis de varianza para porcentaje de pérdida de peso de frutos de banano por ataque de chinche hedionda en plantas de banano	35
8	Prueba de Tukey para porcentaje de pérdida de peso de fruto	36
9	Análisis de varianza para TM/ha de banano	37
10	Prueba de Tukey para rendimiento de TM/ha de banano	37
11	Análisis de varianza para rendimiento de cajas de banano exportable	39
12	Prueba de Tukey para rendimiento de cajas de banano exportable	39
13	Rendimiento de cajas/ha de banano e ingreso bruto	40
14	Análisis de rentabilidad, para el rendimiento de cajas/ha de banano	41
15	Cronograma de actividades	48
16	Numero de chinches hediondas encontradas en cada unidad experimental en el pre-muestreo	49
17	Porcentaje de eficacia a los 15 días después de aplicación	50
18	Análisis de varianza para la eficacia 15 días después de aplicación de tratamientos	50
19	Porcentaje de eficacia a los 30 días después de aplicación	50

20	Análisis de varianza para la eficacia 30días después de aplicación de tratamientos	51
21	Porcentaje de eficacia a los 45 días después de aplicación	51
22	Análisis de varianza para la eficacia 15 días después de aplicación de tratamientos	51
23	Porcentaje de eficacia a los 60 días después de aplicación	52
24	Análisis de varianza para la eficacia 15 días después de aplicación de tratamientos	52
25	Porcentaje de eficacia a los 75 días después de aplicación	52
26	Análisis de varianza para la eficacia 15 días después de aplicación de tratamientos	53
27	Porcentaje de eficacia a los 90 días después de aplicación	53
28	Análisis de varianza para la eficacia 15 días después de aplicación de tratamientos	53
29	Porcentaje de eficacia a los 105 días después de aplicación	54
30	Análisis de varianza para la eficacia 105 días después de aplicación de tratamientos	54
31	Porcentaje de mortalidad 15 días después de aplicación, datos de campo	54
32	Porcentaje de mortalidad 15 días después de aplicación, datos transformados	55
33	Porcentaje de mortalidad 105 días después de aplicación, datos de campo	55
34	Porcentaje de mortalidad 105 días después de aplicación, datos transformados	55
35	Porcentaje de perdida	56
36	Rendimiento TM/ha	56
37	numero de cajas exportables de banano por tratamiento	56
38	Costos de producción	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Unidad experimental	25
2. Porcentaje de Eficacia	32
3. Rendimiento en TM/ha en cultivo de banano	38
4. Ubicación de la finca El Alamo, Ayutla, San Marcos	49

EVALUACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Trichoderma viride*, PARA CONTROL DE CHINCHE HEDIONDA (*Scaptocoris talpa*), EN BANANO

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue: Evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Trichoderma viride*, como biocontroladores de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) en cultivo de banano. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, donde se tuvo como variables de estudio: Porcentaje de eficacia, porcentaje de mortalidad, pérdida de peso, rendimiento TM/ha, rendimiento de cajas exportables y la rentabilidad. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar *Beauveria bassiana* a una concentración de 3.6×10^{11} conidias/ha y *Trichoderma viride* a una concentración de 3.5×10^{11} conidias/ha por lo que se recomienda su aplicación. El mejor porcentaje de control de la plaga a los 105 días después de aplicación se logró con *Trichoderma viride* con un 86.32% y *Beauveria bassiana* con un 86.01%. El mayor porcentaje de pérdida fue 15.67% el cual se tuvo en el tratamiento testigo. La menor pérdida de peso de frutos fue de 4.41% y se logró donde se aplicó *Trichoderma viride*. El mayor rendimiento se logró donde se aplicó *Trichoderma viride* con 40.75 TM/ha y *Beauveria bassiana* con un rendimiento de 40.68 TM/ha. La mayor rentabilidad fue de 134%, y se obtuvo al aplicar *Beauveria bassiana* y *Trichoderma viride* ya que por cada Q1.00 invertido se ganó Q.1.34.

1. INTRODUCCIÓN

La chinche hedionda de la raíz de la caña de azúcar, fue descrita por primera vez en 1990 de unos especímenes colectados en el departamento de Escuintla. Su distribución se limita a Centro América. En Guatemala está distribuida en los cañaverales de la costa Sur, donde es una plaga de importancia económica (CAÑAMIP, 2004).

A partir del año 2013, en finca el Álamo, Ayutla, San Marcos, en el cultivo de banano se reporta el ataque de chinche hedionda, en rizomas de plantas de banano, el ataque es a la región vulnerable de la planta, ya que al alimentarse del rizoma lo debilita y causa el acame de la misma, reduciendo la densidad poblacional por unidad de área. El daño por la plaga se ha incrementado por lo que se buscan soluciones para el problema.

El control químico es problemático, ya que al efectuarse aplicaciones químicas dirigidas al control de las poblaciones de chinche hedionda, se ha observado desequilibrios en el agro-ecosistema del cultivo del banano, lo cual se manifiesta directamente en la elevación de las poblaciones de otras plagas, además los productos que existen en el mercado son sistémicos y se traslocan de manera acropétala, concentrándose el ingrediente activo en los frutos que son el producto final (Valdez, 2016). Las opciones de manejo de la plaga son limitadas debido a la inocuidad de los alimentos, ya que la aplicación de insecticidas sistémicos acumula sustancias nocivas para el humano. Además afectan las normas de producción y calidad internacional de minimizar el uso de agroquímicos o situar estos como una última opción. El campo de control biológico es ahora una opción, con buenos resultados para disminuir poblaciones de hemípteros, la cual es utilizada en otros cultivos tecnificados por lo que plantea a través de la presente investigación el uso de esta tecnología (Barrios y Márquez, 2003).

Con la finalidad de aportar alternativas que contribuyan al control de esta plaga, se plantea evaluar la eficiencia de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metharrizium anisopliae* y *Trichoderma viride*, para el control de chinche hedionda.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El primer uso de *Metarhizium anisopliae* como agente microbiológico para atacar insectos fue en “1879 cuando Elie Metchnicoff realizó experimento con escarabajos del grano de trigo”. El empleo de hongos entomopatógenos en el campo, comenzó a finales del siglo XIX, sin embargo fue en Brasil a partir de 1964 cuando adquirió importancia su estudio por parte de los investigadores, después de la aparición epizoótica de *Metarhizium anisopliae* sobre cercópodos de la caña de azúcar. “Se ha producido y aplicado este entomopatógeno hasta en 100.000 ha/año de caña de azúcar para el control de *Mahanarva posticata* en todo el mundo” (Lecuona, 1996).

De acuerdo a CENGICAÑA (2010), a partir de 1996, tras una plaga masiva en los cultivos de caña de azúcar, la producción de hongo *Metarhizium anisopliae* tomó importancia dentro de la industria guatemalteca. Los hongos entomopatógenos, constituyen hoy en día, el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, principalmente en los chupadores o succionadores ya que estos no pueden ingerir patógenos que infectan a través del tracto digestivo. “*Metarhizium anisopliae* ataca naturalmente a más de 300 especies de insectos de diversos órdenes” (CENGICAÑA, 2010).

CENGICAÑA (2010), en estudios realizados con Chinche hedionda y sus efectos sobre el cultivo de caña de azúcar están muy relacionados a la ocurrencia de Gallina ciega, de manera que en el estudio reciente realizado en el ingenio El Baúl-Pantaleón, se determinó que la población promedio ocurrida por ciclo de cultivo de Gallina ciega y Chinche hedionda, respectivamente, permiten determinar la pérdida de rendimiento en Tm/ha, Esto indica que a una población baja y constante de Gallina ciega, las pérdidas por Chinche hedionda serán de 0.053 Tm/ha por cada individuo por m². De esto deriva que se haya determinado un umbral técnico de 50 insectos/m² para esta plaga.

Barrios y Márquez (2003). En un estudio en el Ingenio Pantaleón sobre el área afectada por Chinche hedionda en la región de El Baúl, se encontró que 996.60 hectáreas, de un total de 2,2031 (45 %) mostraron promedios superiores a 50 insectos/m², lo cual refleja

la importancia de esta plaga para la corporación y la necesidad de optimizar el control, mediante el uso racional de insecticidas (medida inmediata) y la búsqueda de enemigos naturales dentro del control biológico para el futuro inmediato.

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} conidias/ha, mientras que Gómez (2002) recomienda que la primera aplicación sea de 1.5×10^{12} conidias/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} conidias/ha (Carballo y Falguni, 2004; DIECA, 2004).

Velásquez y Ovalle (1990), a través del laboratorio integral de protección agrícola del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA- realizando estudios de hongos entomopatógenos asociados a insectos plaga a nivel de finca evaluaron la eficiencia de patogenicidad de *Beauveria* sp., y *Spicaria* sp., para el control de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*). Los hongos se desarrollaron en 6 días, se utilizaron dosis de 3.2×10^{11} conidios por hectárea, mostrando *Beauveria* sp., un 85% de eficiencia en el control del insecto.

Debido a la importancia que han ido tomando los métodos de control biológico para plagas de la raíz de caña de azúcar, Ebert (2009), planteo la evaluación de 3 temperaturas y establecer el mayor porcentaje de mortalidad y esporulación que ejercen los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beuveria* sp., sobre las plagas de la raíz de la caña de azúcar, *Scaptocoris talpa*, *Dipropus* sp. y *Phyllophaga* sp.

En la investigación se obtuvo el 53% de esporulación de los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beuveria* sp. Además, las ninfas de *Scaptocoris talpa* superaron con el 41% de mortalidad a las larvas de *Dipropus* sp., y *Phyllophaga* sp. A una temperatura de 25°C se presentó el 39% de esporulación promedio (tomando en cuenta a los dos hongos evaluados) siendo el mejor resultado. Después de realizado el

ANDEVA y la prueba de comparación múltiple de medias, se determinó que el tratamiento 10 correspondiente a 25°C, ninfas de *Scaptocoris talpa* inoculadas con *M. anisopliae* obtuvieron la mayor media, indicando el mayor resultado obtenido.

2.2 Importancia del cultivo de banano para Guatemala

De acuerdo con FAO (2007), la producción de banano corresponde aproximadamente al 12 % del total de frutas en el mundo. Para el 2013, la superficie cultivada de banano en el mundo era de alrededor de 5, 494,686 hectáreas.

Se le considera originario de las regiones tropicales y húmedas de Asia. Según la variedad de la planta del banano alcanza de 3 hasta 7 metros de altura, constituye una planta herbácea, perenne. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas más viejas. Al emerger las hojas por la parte superior del tallo, se van desarrollando hasta alcanzar 2 o más metros de largo, 60 centímetros o más de ancho, con una nervadura central que divide la hoja en dos láminas (FAO, 2007).

Su sistema radicular está formado por un rizoma central de cuya base se forman numerosas raíces, cortas y cilíndricas. Estos rizomas desarrollan varias yemas de las cuáles hacen hijuelos que al dejarlos desarrollar constituirán nuevas plantas y servirán para ir sustituyendo a las que han producido sus frutos. Estos rizomas (cabezas) son los que también se utilizan para iniciar nuevas plantaciones (FAO, 2007).

A los 10 meses después de sembrados los rizomas aparece el botón floral, entre el cilindro de hojas y su largo pedúnculo se arquea completamente. Este botón floral puede estar formado por flores femeninas y masculinas, abortivas, es decir, que no hay fecundación, formándose los frutos por ensanchamiento del ovario. Puede haber hasta 400 o más flores en un botón floral, estando dispuestas en grupos (manos) de 6 a 20, formándose hasta 10 o más grupos por racimo. Al principio las flores están dispuestas hacia abajo y conforme se van desarrollando los frutos se curvan hacia arriba (FAO, 2007).

De acuerdo con la variedad un racimo puede llegar a tener 100 a 400 frutos, cada uno llega a tener de 8 a 20 centímetros de largo con un peso entre 1 y 4 onzas (FAO, 2007).

A los 14 meses después de la siembra de los rizomas o 4 meses después de aparecer la yema floral los racimos están listos para ser cosechados.

2.3 Usos

El mercado de banano en el mundo es el de consumo en fresco. Una cantidad mínima se destina a procesos industriales para la obtención de productos alimenticios. En general el banano puede ser utilizado industrialmente como materia prima para la obtención de productos como bananos pasos o bananos deshidratados, o secados, en almíbar, cremas, postres, pulpas, purés, compotas, mermeladas, conservas, harinas, hojuelas, fritos, jarabe, confitados y congelados, liofilizados, etanol, jaleas, bocadillo, néctares, jarabe de glucosa y fructosa, saborizantes y aromatizantes, dulce elaborado de su cáscara, alimento para el ganado y otros animales. Los deshechos fibrosos del cultivo también sirven como materia prima para la elaboración de pulpas celulósicas, almidón y productos químicos (FAO, 2007).

Los subproductos o abonos orgánicos que proceden del vástago se incorporan a la plantación y los residuos que se generan en la cosecha, fibras y papel a base de los pseudotallos, alcohol, aguardiente, vino, vinagre de la fermentación de la fruta. En otros países se está manejando el uso de los residuos de cosecha para la elaboración de gas biológico, láminas de cartón, material para embalaje y pita.

2.4 Aspectos técnicos

2. 4. 1 Ecología

a. Altitud

El banano es una planta que se desarrolla en condiciones óptimas en las regiones tropicales, que son húmedas y cálidas. Las plantaciones comerciales se desarrollan a alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre los 0 y 1,000 metros (Álvarez, 2006).

b. Latitud

Las mejores condiciones para el cultivo del banano se dan entre los 15° latitud norte y 15° latitud sur (Álvarez, 2006).

c. Temperatura

Requiere de temperaturas relativamente altas que varían entre los 21 y los 30 grados centígrados con una media de 27. Su mínima absoluta es de 15.60 y su máxima de 37.80 grados centígrados. Exposiciones a temperaturas mayores o menores causan deterioro y lentitud en el desarrollo, además de daños irreversibles en la fruta (Álvarez, 2006).

d. Pluviosidad

Se considera suficiente suministrar de 100 a 180 milímetros de agua por mes o sea que haya una precipitación anual de 2,000 milímetros promedio, para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta (Álvarez, 2006).

e. Luminosidad

La fuente de energía que utilizan las plantas, es la radiación solar, y se considera que el mínimo de luz para producir una cosecha económicamente rentable es de 1,500 horas luz por año, con un promedio de 4 horas de luz por día. La duración del día es de gran importancia y depende de la altitud, nubosidad, latitud y cobertura vegetal (Álvarez, 2006).

f. Vientos

Los suaves desgarres causados en la lámina de la hoja por el viento, normalmente no son serios cuando las velocidades del viento son menores a los 20 a 30 kilómetros por hora. Los daños ocurren cuando la velocidad es alta (30 metros por segundo), destruye las plantaciones, y éste se considera uno de los factores climáticos que más daño causan a las plantaciones bananeras. La tendencia actual es buscar variedades de porte bajo que ofrezcan mayor resistencia al viento (Álvarez, 2006).

2.4.2 Suelos y topografía

El banano se desarrolla en un alto rango de suelos, siendo los óptimos los que presentan una textura que va de franca, franca arenosa y ligeramente arcillosa, con profundidades que van de 0 a 1.20 metros con un pH de 5.50 a 8.00 con una topografía plana y con

pendientes no mayores al 2%, que presenten un buen drenaje natural y un contenido de materia orgánica mayor del 2%. Los rendimientos pueden deprimirse en suelos con alta concentración de arcilla o con una capa compacta o pedregosa de 40 a 80 centímetros de profundidad. El mal drenaje puede ser un problema en estas condiciones (Álvarez, 2006).

2.5 Variedad de banano utilizada en la evaluación

2.5.1 Variedad Williams

La variedad Williams por sus características del cultivo, manifiesta una alta producción y la calidad en el fruto que produce, además, su fisonomía presenta a este cultivar como una planta semienana de pseudotallo vigoroso y amplio sistema radicular que le da mayor resistencia al volcamiento por vientos. Destacando, mayor adaptabilidad a condiciones extremas de clima, suelo y agua, aunque su mayor inconveniente se presenta en alta susceptibilidad frente a los nemátodos y a la Sigatoka negra (Ortiz, 2001).

En 1968, la variedad Williams fue importada desde el Oeste de Australia y puesto en un largo periodo de cuarentena. En 1974, las primeras plantaciones experimentales de Williams fueron hechas en Bugershall (África) y liberadas en crecimiento en 1997; desde entonces, la popularidad del Williams ha ido en incremento cada año (Ortiz, 2001).

Esta variedad es la segunda en importancia, después del Gran Enano, entre las variedades de exportación. Se introdujo en Israel a finales de la década del 60 y localmente se conoce el cultivo con el nombre de Ziv (Ortiz, 2001).

El Williams, es de pseudotallo mediano a alto (entre 3.5 a 4.0 metros), sus hojas están en posición ligeramente erguida, por consiguiente, tiene un menor potencial fotosintético con respecto al Gran Enano, pero por otra parte, presenta una cierta defensa contra enfermedades foliares, el racimo tiende a ser más cónico que el de Gran Enano y requiere una poda manual más precisa; se adapta bien a las condiciones adversas. Muchos

fruticultores la prefieren para cultivarla en suelos subóptimos y/o con agua de poca calidad y temperaturas más bajas (Sierra, 1993).

Entre los factores que optimizan y limitan el funcionamiento y la eficiencia de las plantas, y que además, tienen un papel fundamental en la producción del cultivo, se distinguen el suelo, la temperatura, la radiación, las condiciones hídricas, la densidad y el sistema de siembra. Estos parámetros de vital importancia para el cultivo son los primeros a tratar al momento de seleccionar la variedad a sembrar. Se ven influenciados enormemente o conllevan a que con la distribución de cada planta se busque reducir la competencia por espacio, nutrientes y agua, además, de evitar la interferencia entre ellas al momento de captar la energía proveniente del sol. (Ortiz, 2001, Sierra, 1993).

2.6 Plagas del banano

Las principales plagas que impactan económicamente pérdidas en productividad y reduciendo la calidad de la materia prima, siendo estas: *Ceramidea* (*Antichloris viridis*), Trips de los géneros principales *Chaetanaphorthrips* y *Frankliniella*, dentro de los defoliadores se encuentran *Opsiphanes*, *Caligo* y *Acharia*; Escarabajo o (*Colaspis* sp.); mosca guarera (*Remetía illuscens*); abeja conga (*Trigona* sp.); gusano canasta, cesto o de bolsa (*Oiketecus kirbyi*); murciélagos, picudo del banano con tres especie principales (*Cosmopolitas sordidus*), (*Metamasius hemipterus*) y (*Politos* sp.); insectos responsables de la fumagina se encuentran la cochinilla de la Familia *Pseudococcidae*, los áfidos de la Familia *Aphididae* y las escamas de la Familia *Diaspididae*; también se encuentran los acararos del género *Tetranychus* y *Oligonychus* respectivamente (Orellana, 2008).

2.7 La Chinche hedionda

Chinche hedionda *Scaptocoris talpa* (Hemiptera: Cydnidae) es un insecto hemimetábolo que se caracteriza por tener glándulas odoríferas productoras de mal olor. Poseen un aparato bucal picador-chupador con apéndices adaptados para tomar alimentos líquidos y semilíquidos. Las mandíbulas y maxilas se han transformado en estiletos, que son piezas que al unirse dejan entre si dos canales o conductos, uno denominado canal alimenticio, por donde absorben alimentos y otro denominado canal salival, donde

expulsan su saliva. Ocurre en caña de azúcar en la zona alta y con mayor presión en algunas áreas que han mostrado incrementos significativos con valores de hasta 400 y 500 insectos/m², que hace necesario su control. Al alimentarse de las raíces de la caña de azúcar afectan el desarrollo radicular, especialmente de las raíces primordiales que surgen de los primordios radicales de la estaca original, en siembras nuevas. La alimentación de los insectos en el sistema radicular de la caña en este período inicial debe afectar su bien funcionamiento y ello se traduce en reducciones en el crecimiento de las plantas.

2.7.1 Taxonomía

De acuerdo al comité de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar de Guatemala -Comip- (2012), la clasificación taxonómica de la chiche hedionda es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Gymnocerata

Familia: Cydnidae

Subfamilia: Scaptocoreinae

Géneros: *Scaptoris*

Especie: *Scaptocoris talpa*

2.7.2 Control de ninfas y adultos

Cuando empieza la época de lluvia es necesario iniciar los monitoreos de ninfas y adultos, ya sea mediante el uso de trampas amarillas adhesivas en el contorno de los campos, o con el muestreo visual utilizando las macollas como unidades de observación. El umbral de acción para aplicaciones terrestres de *Metarhizium anisopliae* varía entre 0.05 y 0.10 insectos/tallo dirigidas al control de la primera generación de ninfas, lo que causará la epizootia en adultos en el campo. Las áreas con antecedentes de daño severo en la zafra anterior requieren de un análisis que considere la opción de aplicar productos químicos

sistémicos preventivos (Thiamethoxam, Imidacloprid) o bien el cambio de fecha de corte o la renovación del cultivo.

2.7.2.1 En macollamiento

Con base en el valor del daño medido en cosecha, se establecen rangos para programar una secuencia básica de control. Rangos bajos de daño entre 0.001 y 2.00 de intensidad de infestación) requieren de al menos dos liberaciones de *Trichogramma exiguum* (Hymenóptera: Trichogrammatidae) un parasitoide de huevos, a razón de 40 pulgadas cuadradas por hectárea. Rangos de 2.01 a 4.00) requieren de igual liberación de *Trichogramma* y un entresaque de “corazones muertos” para extraer larvas, entre los 60 y 90 días después del corte. Entre 4.01 y 6.00 por ciento, requiere de tres liberaciones de *Trichogramma*, el entresaque de corazones muertos y considerar la aplicación de algún bioinsecticida comercial, como *Bacillus thuringiensis*, virus de la poliedrosis nuclear (VPN), virus de la poliedrosis citoplasmática (VPC).

Daños mayores del 6 por ciento requieren de una captura de adultos con trampas de luz, entre los 20 días después del corte; un programa de cuatro liberaciones de *Trichogramma*; el entresaque de corazones muertos, cuando el muestreo indique una densidad larval mayor de 1,300 larvas/ha; así como la posibilidad de un programa de tres aplicaciones de bioinsecticida. El control de malezas dentro y fuera de la plantación es necesario para eliminar hospederos alternos.

2.8 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son aquellos que parasitan diferentes órdenes de artrópodos, desde arañas hasta casi todos los grupos de insectos. Existen hongos que pueden invadir insectos muertos llamados saprófagos y hongos entomófagos que infectan insectos vivos provocándoles micosis (Rosas, 1994).

2.8.1 Historia

Desde hace más de un siglo Pasteur ya había pronosticado las ventajas del uso de hongos entomopatógenos, por su papel como biorreguladores de plagas, al actuar como parásitos de insectos perjudiciales para las plantas (Rosas, 1994).

Según Rosas (1994), la posibilidad de usar éstos hongos para el control de insectos fue considerada por primera vez en la última parte del siglo XIX. La idea se volvió muy popular durante ese periodo, y por varias décadas se hicieron intentos a través de todo el mundo para reducir la población de insectos mediante la distribución artificial de hongos patógenos.

Lezama (1994), indica que algunos de estos intentos tuvieron éxito, estableciendo que las enfermedades fungosas podían ser usadas ventajosamente. Sin embargo, se tuvieron muchas fallas, sin duda debido a que varios investigadores no comprendieron las condiciones necesarias óptimas para la actividad del hongo.

El padre de la patología de insectos Agostino Bassi en 1834 fue quien por primera vez realizó un estudio sobre el agente causal de la enfermedad conocido como muscardina blanca del gusano de seda; hongo que fue denominado posteriormente como *B. bassiana* por Vuillemin en 1912 (Rosas, 1994).

Sin embargo, gran parte del mérito por el uso de microorganismos en el control de plagas se atribuye al ruso Metschnikoff, quien en 1878 estudió el control del coleóptero de los granos *Anisopla austriaca* con el hongo *M. anisopliae* (Azevedo & Messias 1985).

2.8.2 Importancia

Alves (1986) resaltó la importancia del estudio de hongos entomopatógenos potencialmente útiles para el control biológico de plagas agrícolas, de jardines y de vectores de los agentes causantes de enfermedades. Esto debido a la posibilidad de limitar el uso de plaguicidas u otro producto químico con el uso de éstos hongos y así atenuar sus efectos adversos como contaminantes del ambiente, favoreciendo de esta manera el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas terrestres y la conservación de los recursos naturales.

2.8.3 Modo de acción

La patogénesis se inicia por la adhesión de los conidios a la cutícula del insecto gracias a interacciones hidrofóbicas entre el conidio y la superficie de la cutícula. Una infección puede no desarrollarse cuando están ausentes estas interacciones (Gómez & Jiménez, 1994).

Los conidios son transmitidos por contacto directo. El conidio germina por medio de tubos germinales que penetran directamente el integumento, utilizando presión mecánica y enzimas (proteasas, quitinasas y esterases); la cutícula del insecto es degradada por la acción de estas enzimas (Gómez & Jiménez, 1994).

La infección se produce a partir de las hifas, las cuales penetran la cutícula y el interior del cuerpo por las cavidades naturales de este, aunque ocasionalmente esta infección puede presentarse por la ingesta de éstos conidios que germinan en el intestino del insecto (Rodríguez 1984).

Los tejidos hipodermales son destruidos y los hongos se multiplican en el hemocele en la forma de filamentos cortos o cuerpos hifales, los cuales son diseminados a todas las partes del insecto destruyendo todos los órganos internos del insecto (Rodríguez 1984).

Al ser esta enfermedad progresiva, el número de células del hemocele disminuye cuando el hongo muestra un incremento. Se producen cambios en la composición del hemocele, pasando de pH ácido a cercano a la neutralidad; se presenta mayor viscosidad y los aminoácidos desaparecen, especialmente después de la muerte (Rodríguez 1984).

También suelen aparecer pigmentos rojos (oosporeína) y una gran variedad de toxinas. La muerte del insecto puede ser causada por las toxinas o por el incremento en la viscosidad del hemocele. Después de la muerte las hifas del hongo emergen al exterior (24 a 48 horas), donde bajo condiciones húmedas se produce el conidio (Rodríguez 1984).

2.8.4 Toxinas entomopatógenas

Roberts (1981), establece que algunos hongos pueden matar a sus hospederos mediante acción tóxica, más que por la invasión del mismo (acción mecánica). Los hongos sintetizan toxinas dentro del hemocele del insecto y también cuando se multiplican en medios líquidos.

Según (Pais *et al.* 1981) hasta el momento se conocen tres métodos para probar las toxinas fúngicas sobre los insectos: por ingestión, por contacto a través de la cutícula y por inyección directa al hemocele. Actualmente son varios los metabolitos que se han identificado a partir de filtrados de cultivos de los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *N. rileyi*, *Aspergillus sp*, *L. lecanii*, *Paecilomyces*, *Coryceps* y *Entomophthora*.

El efecto de las toxinas en la hemolinfa de los insectos es la reducción del movimiento de los componentes de la hemolinfa, lo que impide la rápida formación de los granulocitos permitiendo la multiplicación del hongo dentro de este (Roberts, 1981).

2.8.5 Especificidad

El conocimiento de la especificidad de un hongo entomopatógeno es un aspecto esencial que se debe determinar entre los mecanismos de selección de un hongo candidato para usarse como bioplaguicida.

De acuerdo con Fargues & Remaudiere (1977), existen factores tanto intrínsecos como extrínsecos que determinan o tienen influencia sobre la especificidad de un hongo. Uno de ellos es la coincidencia espacio-temporal entre el hospedero y el patógeno; otro es la existencia de patotipos de una especie de hongo, que aunque presenten morfología similar, tienen diferente rango de hospederos. Otros factores que pueden influenciar la infección del insecto por un hongo son el estado fisiológico y la edad de los insectos.

Rosas (1994) indica que algunos hongos pueden infectar un estado biológico del insecto, ya sea el de huevo, larva, pupa o adulto; aunque pueden parasitar más de dos estadios. Sin embargo, las dosis letales de un hongo son diferentes en las distintas edades de un

insecto. Lo anterior indica la presencia de cierta resistencia de los insectos ligada a la edad.

De igual manera Rosas (1994) señala también, que las plantas poseen metabolitos que protegen al insecto de infecciones fúngicas, por lo que la dietas de los insectos influyen en la susceptibilidad de estas infecciones.

2.8.6 Patogenicidad

Lezama (1994), reservó el término de patogenicidad para su sentido cualitativo, dejando los términos de virulencia y agresividad para el aspecto cuantitativo. En este sentido, patogenicidad se refiere a la capacidad de causar enfermedad o daño, mientras que virulencia es el grado de patogenicidad de las cepas hacia el hospedero específico, expresado en relación inversa a la dosis del patógeno requerida para causar daño determinado, y agresividad es una función inversa del tiempo requerido por un patógeno para causar un daño, es decir, cuanto menor es el tiempo requerido por un patógeno para causar un daño, mayor es su agresividad.

El efecto se mide en términos de mortalidad, como si fuera un insecticida. De acuerdo con (Rosas, 1994) el efecto de los hongos sobre los insectos sólo podrá ser medido mediante bioensayo. Por razones estadísticas, el principal objetivo de este es determinar el estímulo necesario para obtener una respuesta de 50% de los organismos de prueba (DL50, CL50, TL50, etc.) que refleja dentro de ciertos niveles de probabilidad, el nivel de virulencia y agresividad de la preparación fúngica.

2.9 *Beauveria bassiana*

Este género se caracteriza por presentar un micelio blanco, conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos verticiliados, algunas veces hinchados en la base y adelgazándose hacia la porción que sostiene el conidio, el cual presenta forma de zigzag después de que varios conidios se producen. Los conidios son hialinos, redondeados a ovoides con un tamaño de 3-6 μm de largo a 2,5-3,5 μm de ancho; unicelulares y naciendo en pequeños esterigmas. Las colonias crecen de 0,6 - 2,3 cm en

8 días a 20°C, de color blanco al principio y luego se tornan de amarillo a rosado con una apariencia polvosa con abundantes conidios (Domsch & Gams 1980).

La germinación de los conidios requieren de una temperatura de 25 - 30°C (mínimo de 10°C y máximo 30°C), el pH para su crecimiento es de 5,7 - 5,9 y para la formación de conidios de 7 - 9 (Domsch & Gams 1980).

Producen la enfermedad de la muscardina blanca. Este término fue empleado por los biólogos franceses para describir un número de enfermedades fúngicas que transforman algunos insectos en momias blancas con un aspecto similar al algodón; el hongo responsable de causar dicha enfermedad es *B. bassiana* (Steinhaus, 1985).

Para este género se han reportado especies como *B. brongniartii*, *B. globulifera*, *B. densa* y *B. tenella* (Domsch & Gams 1980).

Los reportes de *B. bassiana* se ha observado este hongo atacando a los insectos de las especies de familias de *Leptinotarsa* (Chrysomelidae), *Glena bisulca* (Geometridae), *Monalonium* sp. (Miridae), *Diatrea* sp. (Pyralidae), *Panoquina* sp. (Hesperiidae) (Domsch & Gams 1980).

También se han realizado estudios de este hongo para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) (Álvarez *et al.* 1998, Rivera 1993; Benavides & Bustillo 2002) y la langosta llanera (*Rhammatocerus shistocercoides*) (Rivera 1993).

2.10 *Metarhizium anisopliae*

El género *Metarhizium* se caracteriza por presentar conidióforos que forman una capa de esporas: las fialides pueden ser solas, en pares o en manojos; los conidios se producen en cadenas de basipetalos compactados en columnas, son ovoides o cilíndricos, unicelulares. Los conidios pueden ser hialinos o ligeramente pigmentados de verde oliva con un tamaño de 7 - 9 µm de largo y 4,5 - 5 µm de ancho (Domsch & Gams 1980). Las

colonias crecen lentamente alcanzando hasta 2 cm en 10 días a 20°C sobre medio de cultivo sintético.

M. anisopliae tiene un óptimo crecimiento a una temperatura de 25° C y puede crecer *in Vitro* en un rango de pH de 3,3 - 8,5; se requiere de una alta humedad para que se desarrolle los conidios. La alta presencia de CO₂ y la deficiencia favorece la supervivencia de los aislamientos (Domsch & Gams 1980).

La utilización de *M. anisopliae* ha sido efectiva en la reducción de poblaciones de las plagas de barrenadores de los pastos y de caña de azúcar en Brasil. Para el control de insectos se emplea una preparación que contiene conidios de este hongo en las prácticas agrícolas (Moore & Landecker 1996).

En el género *Metarhizium* se han reportado siete especies: *M. anisopliae* (Metschn) Sorokin; *M. flavoviride* Gams y Rozypal; *M. album* (Petch); *M. pingshaeme* Chem y Giro; *M. guizhousense* Chem y Giro, y *M. taii* Liang y Liu (Moore & Landecker 1996).

De las especies conocidas *M. anisopliae*, *M. flavoviride* y *M. album* son las que presentan una mayor gama de hospederos y amplia distribución geográfica. *M. anisopliae* es un patógeno facultativo que ataca más de 200 especies de insectos (Fargues 1977).

La especie ha sido clasificada en dos variedades sobre la base del tamaño de los conidios: *M. anisopliae* var. *anisopliae* (conidios más pequeños 3,5 - 9 μ de largo) y *M. anisopliae* var. *majus* (conidios más largos, en un rango de 9 - 18 μ) (Tulloch 1976).

Respecto a los hospederos la var. *anisopliae* muestra un amplio rango de hospederos, y la var. *majus* un rango menor y restringido principalmente al coleóptero *Oryctes rhinoceros*. También es distintivo que ambos tipos de *M. anisopliae*, poseen compuestos llamados destruxinas durante el proceso de patogenicidad (Roberts 1981).

El modo de acción de *M. anisopliae* puede variar tanto en relación con el patógeno como con el hospedero. Se encuentran reportes de este hongo en Colombia atacando insectos

pertenecientes a las especies de familias de *Glena bisulca* (Geometridae), *Caligo* sp. (Brasolidae), *Aenoelamia varia* (Cercopidae), *Ancognatha* sp. (Scarabidae) y *Clavipalpus* sp. (Melolonthinae), *Premnotrypes vorax* (Curculionidae) (Rodríguez 1984).

2.11 *Trichoderma* spp

Según Villegas (2005), el género *Trichoderma* fue descrito por Persoon en 1794. Posteriormente, Rifai hizo el primer agrupamiento en especies agregadas que se utiliza hasta el presente. Son hongos saprofitos del suelo y la madera, de crecimiento muy rápido. Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas por todas las latitudes, y se presentan naturalmente en diferentes ambientes, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

De acuerdo con Monzón (2001), *Trichoderma* posee actividad insecticida y enzimática, debido a que este microorganismo se caracteriza por su producción de metabolitos secundarios y enzimas tales como: proteasas, celulasas, xilanasas, pectinasas, amilasas y quitinasas, que son los factores clave en el biocontrol. Esta última (quitinasas), se caracterizan por hidrolizar el enlace α y β , del polímero N – acetilglucosamina, componente esencial en la estructura de cubierta y membrana de la mayoría de los insectos y microorganismos, lo que da pie al deterioro de la misma y facilita la acción de los demás componentes involucrados en el biocontrol (metabolitos secundarios).

Con relación al efecto de *Trichoderma* sobre nematodos se notificó que las quitinasas y proteasas de *Trichoderma* spp, que son muy similares a las de los hongos nematófagos poseen potencial para atacar estos invertebrados (Mortón, 2004).

Vallejos, Espinal, Mollinedo y Terrazas (2014), evaluaron la actividad insecticida y enzimática de *Trichoderma inhamatum*, evidenciando que este microorganismo posee esta capacidad sobre la mosca de la fruta *D. melanogaster*. Guilcapi (2009), evaluó el hongo *Trichoderma viride* sobre el nematodo nodulador de la raíz (*Meloidogyne* spp.) presentando cierto grado de control sobre el nematodo en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*), debido a que redujo las poblaciones de nematodos en el

suelo en un 41% a los 90 DDT. Gijón, Trejo, López, Ramírez y Arriola (2015), evaluaron el efecto de *Trichoderma* sobre insectos descortezadores del pino, la efectividad de las cepas fue evaluada mediante el porcentaje de insectos muertos. Se realizaron comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey. Los aislamientos fueron caracterizados dentro del género *Trichoderma*. El análisis estadístico mostró que la cepa T01 fue el mejor tratamiento, ya que causó el 100% de mortalidad de los insecto

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La aparición de chinche hedionda, en el cultivo de banano a partir del año 2013, toma importancia debido a que los daños en la medida que transcurre el tiempo van en incremento, actualmente finca el Álamo reporta la pérdida de hasta 60 (3.33%) plantas por hectárea, lo que representa 1500 libras de banano menos para la exportación. Los daños que este insecto ocasiona al alimentarse del rizoma, hacen vulnerable a la planta al acame, y en aquellas donde el daño es parcial debido a las heridas que ocasiona con el aparato bucal permite la entrada de patógenos que afectan el desarrollo normal de las planta, provocando un crecimiento lento y tallos delgados, lo que repercute en la disminución del peso del racimo y una merma en la producción.

Las normas de producción y calidad internacional exigen a los productores la inocuidad de las futas de manera que la trazabilidad de productos de síntesis está prohibida. Además debido a los hábitos rizófagos de la chinche los formulados sistémicos son los más efectivos, pero no recomendados para plantaciones productoras de frutos de exportación, debido a que se traslocan de manera acropétala, concentrándose el ingrediente activo en los frutos que son el producto final de comercialización. Esto hace que las opciones de manejo sean limitadas debido a la inocuidad de los alimentos, ya que los insecticidas sistémicos acumulan sustancias nocivas para el humano. El campo de control biológico es ahora una opción, aunque poco estudiado en este cultivo pero muy utilizada en otros cultivos tecnificados por lo que plantea a través de la presente investigación el uso de esta tecnología.

Los plaguicidas son sustancias que ayudan a prevenir, destruir, repeler o mitigar algunas pestes, desde insectos, animales y malezas hasta microorganismos. Si bien producen un beneficio público al incrementar la productividad de la agricultura, tienen riesgos para la salud de las personas, principalmente en grupos de riesgos como madres embarazadas, fetos y en los niños al consumir productos agrícolas sometidos o en contacto con los plaguicidas. También los animales y el medioambiente pueden sufrir las consecuencias de sus efectos adversos (Gómez, 2002).

En la búsqueda de soluciones y partiendo del efecto de patogenicidad que tienen los hongos *Beauveria bassiana*, *Metharrizium anisopliae* y *Trichoderma viride* sobre el control de otros hemípteros (Cengicaña. 2010), se plantea el incorporarlos en el programa de alternativas ecológicas, productos que se adecuan a las buenas prácticas agrícolas y no presentan trazabilidad en los frutos. También se utilizará el testigo comercial Terbufos® que es recomendado en caña de azúcar para el control en campo de chinche hedionda, pero que en banano puede tener a corto plazo restricciones para su uso, este producto es de momento el único del que se dispone, ya que otras moléculas que se tienen en el mercado son de carácter sistémico y tienen restricciones por no poseer registro EPA, lo que limita aún más las posibilidades de poder usarlas para evitar sanciones a la exportación del banan

4. OBJETIVOS

4.1 General

- Evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana*, *Metharrizium anisopliae* y *Trichoderma viride*, para el control de chinche hedionda, en cultivo de banano.

4.2 Específicos

- Determinar el patrón de dispersión y el nivel de infestación inicial de chinche hedionda, en el área en estudio.
- Medir el efecto de control por parte de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metharrizium anisopliae* y *Trichoderma viride* sobre chinche hedionda, en el cultivo de banano.
- Cuantificar el porcentaje de peso ganado por fruto de banano provenientes de plantas bajo tratamiento, comparado con peso de frutos provenientes de plantas atacadas por chinche hedionda.
- Determinar el rendimiento en toneladas métricas totales y exportables por hectárea de cada uno de los tratamientos evaluados.
- Medir la rentabilidad de cada uno de los tratamientos a evaluados.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alterna

- Al menos uno de los hongos entomopatógenos a evaluar mostrará diferencia estadística significativa en la eficacia de control de chinche hedionda.
- Al menos uno de los tratamientos a evaluar mostrará diferencia estadística significativa en el porcentaje de peso en frutos de banano.
- Al menos uno de los tratamientos con hongos entomopatógenos mostrará diferencia estadística significativa en el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de banano.
- Al menos uno de los tratamientos a evaluar permitirá tener una mejor relación Costo/beneficio.

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización

La presente investigación se realizó en finca El Álamo, municipio de Ayutla, San Marcos. La finca se ubica en la parte sur del municipio, a 4 Km., sobre la carretera asfaltada CA-4, rumbo al municipio de Ocós. Dista 91 Km. de la cabecera departamental y 257 Km. de la ciudad Capital.

El registro de marca altitudinal del grupo Hame ubica a la finca a 20 m.s.n.m. El registro de lluvias, reporta para los últimos 5 años una precipitación media anual de 1500 mm, con temperatura máxima de 35 °C, mínima de 17 °C y una media anual 26 °C, la Humedad relativa anual es de 80% a 85% y vientos con dirección S-SE con velocidades de 2 a 5 Km/h. Según Holdridge, citado por De la Cruz (1982), se encuentra ubicada en la zona de vida bosque húmedo sub-Tropical cálido, bh S(c).

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), los suelos, pertenecen a la serie Tiquisate, de la clase sub - C, son suelos muy fértiles de textura Franco arenosa, con relieve casi plano, drenaje regular a través del suelo, declive dominante 0 - 2%, de alta capacidad de abastecimiento de humedad, no posee ninguna capa que limite la penetración de raíces, bajo peligro de erosión y alta fertilidad natural. El pH del suelo reportado es de 6.5

6.2 Material experimental

Como material experimental se utilizó una plantación de banano de 2 años de edad, variedad Willian's. Los productos *Beauveria bassiana* (Bea-Sin®), *Metarhizium anisopliae* (Meta-Sim® WP), *Trichoderma viride* (Tricho-Sin® WP) y Terbufos®.

6.3 Factores estudiados

Los factores estudiados fueron tres hongos entomopatógenos y un insecticida comercial como testigo relativo para el control de chinche hedionda, en cultivo de banano.

6.4 Tratamientos

Para la determinación de los tratamientos utilizados en la presente investigación, se siguió la recomendación que da la casa que vende los cultivos en función del número de conidios a aplicar por hectárea. Los tratamientos se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos a evaluar

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto, solo se aplicó agua
T2	Testigo relativo, se aplicó terbufos 20 g/planta
T3	Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> a una concentración de 3.6×10^{11} conidios /ha.
T4	Aplicación de <i>Metharrizium anisopliae</i> a una concentración de 1×10^{11} conidios /ha.
T5	Aplicación de <i>Trichoderma viride</i> a una concentración de 3.5×10^{11} conidios /ha.

6.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con 20 plantas como unidad experimental.

6.6 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}.$$

Dónde:

Y_{ij} = Fue la variable de respuesta a la aplicación de tres hongos entomopatógenos para el control de chinche hedionda.

μ = Fue el efecto de la media general asociada a todos los tratamientos.

T_i = Fue el efecto de la i -ésima aplicación de hongo entomopatógeno

β_j = Fue el efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = Fue el error experimental asociado a la i - j -ésima unidad experimental.

6.7 Unidad experimental

Se tuvo en total 20 unidades experimentales. Cada una estuvo formada por 20 plantas, (4 surcos y cada surco de 5 plantas). Con fines de evaluación se tomaran únicamente las 6 plantas centrales, la parcela bruta tuvo 72 m² (9.00 X 8.00 m) y la parcela neta 12 m² (3.00 X 4.00 m), el área total a utilizada fue de 1440 m²

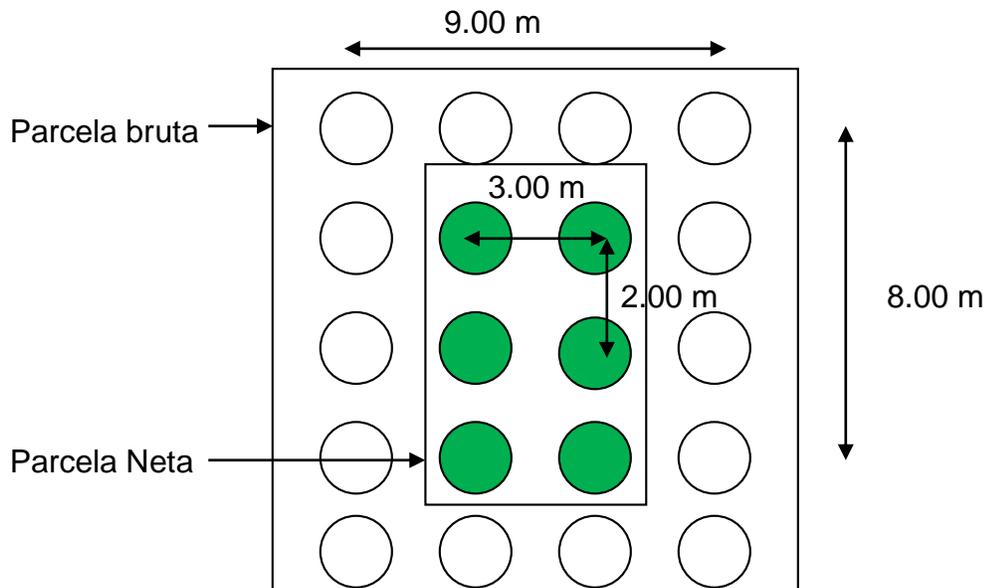
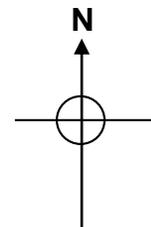
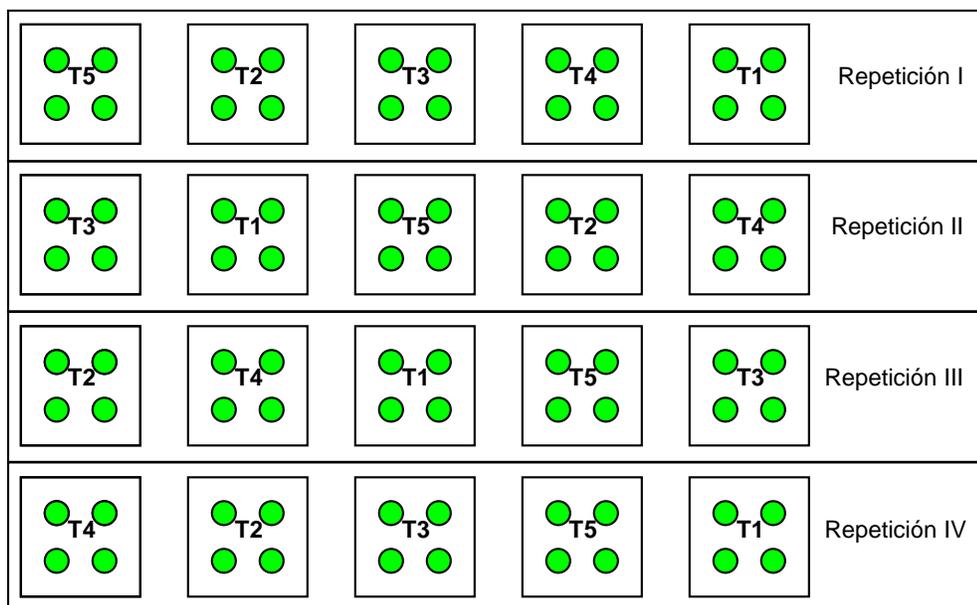


Figura 1. Unidad experimental.

6.8 Croquis de campo



6.9 Manejo del experimento

a. Preparación de tratamientos

Antes de abrir el envase se agitó fuertemente, con el debido cuidado se procuró no entrar en contacto directo con el producto. Se agregó agua al equipo de aplicación, hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad, se agregó un dispersante y acidificante, posteriormente se agitó bien la mezcla, luego se agregó para cada tratamiento los hongos entomopatógenos, se agitó nuevamente y se terminó de llenar con agua.

b. Aspersión de tratamientos

Cada uno de los productos utilizados se preparó en función de la dosis comercial que se recomienda, se aplicaron en los primeros 30 cm del pseudotallo y alrededor del mismo dirigido al suelo hasta aproximadamente 60 cm de radio. Antes de la aplicación se retiraron los restos de cultivos de la base de la planta para asegurar el contacto del producto con el suelo. Después de la aplicación se volvió a colocar los restos en la base de la planta para que actuara como barrera para evitar la posible degradación del producto por los rayos ultravioletas y facilitar la instalación del hongo en el suelo. La dosificación del caldo fue aproximadamente 175 cc/planta aplicados mediante una pulverizadora de mochila (marca Matabi®) y por personal capacitado. La mezcla se mantuvo en constante agitación.

c. Sistema de monitoreo de la densidad de insectos

El sistema de monitoreo inicio con la determinación del nivel de población de insectos antes de la aplicación de productos (pre-aplicación) y luego se realizaron muestreos posteriores con intervalos de 15 días, de manera que al final se tuvieron 8 muestreos.

d. Estimación de ninfas y adultos

Para la estimación de la densidad de ninfas y adultos por m², se revisó y cuantificó la cantidad de insectos en una muestra de suelo por repetición. En cada muestreo se revisó el sistema radicular de la macolla y el suelo en busca de insectos para luego clasificarlos y contarlos. Además, se incluyeron registros de las variables del desarrollo del cultivo como la altura y diámetro de 5 plantas al azar y la población de tallos en 3 metros

e. Parasitismo

Para determinar si la muerte fue causada debido al parasitismo de uno de los hongos entomopatógenos, se hizo necesario poner los insectos muertos colectados en un estereoscopio y a través del lente de aumento se verificó la presencia de esporas en el cuerpo del insecto.

6.10 Variables de respuesta

- **Porcentaje de eficacia de los tratamientos**

Debido a que el pre-muestreo mostró una distribución uniforme de chinche hedionda antes de la aplicación, para el cálculo de la eficacia de cada uno de los tratamientos, se utilizó la fórmula de Abbott

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd) \times 100 = (Cd - Td / Cd) \times 100$$

En donde:

Ta = infestación de chinche hedionda en parcela antes de cada tratamiento

Td= infestación de chinche hedionda en parcela después de cada tratamiento

Ca= infestación de chinche hedionda en parcela testigo antes de cada tratamiento

Cd= Infestación de chinche hedionda en parcela testigo, después de cada tratamiento.

Antes de iniciar la evaluación de los diferentes tratamientos se realizó un pre-muestreo que permitió conocer el nivel inicial de infestación.

- **Porcentaje de mortalidad de chinches**

Los datos expresados en porcentaje para la variable de mortalidad fueron obtenidos por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Adultos parasitados por hongo entomopatógeno}}{(\text{Total de adultos vivos} + \text{adultos parasitados})} \times 100$$

- **Porcentaje de peso de fruto ganado por tratamiento**

Para determinar la pérdida de peso del racimo debido al ataque de chinche hedionda, se procedió a tomar los pesos de los racimos del tratamiento testigo donde hubo alta presión de chinche y el peso de los racimos sometidos a tratamiento. La pérdida se determinó en porcentaje, para realizar este cálculo se utilizó la siguiente fórmula

$$\% \text{ PPG} = \frac{PFT - pft}{PFT} \times 100$$

Dónde:

%PGR = Porcentaje de peso ganado

PFT = Peso de fruto de tratamiento

pft = Peso de fruto de tratamiento testigo

- **Rendimiento TM/ha**

Se determinó el rendimiento de frutos de banano expresado en TM/ha

- **Rendimiento de cajas exportables**

Este dato se tomó en planta empacadora, siguiendo la metodología que esta sigue para determinar el número de cajas exportables.

- **Análisis económico**

Se llevó un registro económico de producción del cultivo para determinar los costos variables por cada tratamiento a evaluar y se realizó un análisis de rentabilidad.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico

Una vez tabulados los datos de campo, se procedió a su análisis estadístico, mediante un análisis de varianza. Estos análisis se realizó con la ayuda del programa Infostat (versión estudiante), todos aquellos resultados que mostraron diferencia estadística significativa, se sometieron prueba de Tukey $\alpha = 0.05$, para comparación de medias.

6.11.2 Análisis económico

Se realizó a partir del registro de la inversión que se tuvo en cada uno de los tratamientos por efecto del experimento, con estos datos se hizo un análisis de rentabilidad, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad o ganancia}}{\text{Inversión}} \times 100$$

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Pre-muestreo

Con la finalidad de conocer el nivel de infestación de chinche hedionda y el patrón de dispersión en el área bajo estudio se procedió a determinar el nivel de población de insectos antes de la aplicación de productos (pre-aplicación),

Cuadro 2. Patrón de dispersión de *Scaptocoris talpa* en plantación de Banano.

Tratamiento.	μ	S ²	Relación μ/S^2	Tipo de dispersión
T1	9.00	0.6667	13.50	Uniforme
T2	9.25	2.2500	4.11	Uniforme
T3	10.50	1.6667	6.30	Uniforme
T4	10.00	0.6667	15.00	Uniforme
T5	9.00	0.6667	13.50	Uniforme

Al relacionar los valores de la media general y la varianza del conjunto de individuos plaga encontrados dentro del área donde se realizó el control, los valores de la relación media/varianza presentan valores mayores a 1, por lo que se determina que la dispersión de la plaga dentro de la plantación antes de iniciar la aplicación de los tratamientos es uniforme. Los resultados obtenidos como producto del conteo del número de chinches hediondas en cada una de las unidades experimentales se sometieron a análisis de varianza para determinar si se tenía diferencia en la población los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza para pre-muestreo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	7.199951	1.799988	1.2558	0.340 ^{NS}
Repeticiones	3	0.550049	0.183350	0.1279	0.941 ^{NS}
Error	12	17.199951	1.433329		
Total	19	24.949951			

C.V. = 12.54%

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza mostraron que no existe diferencia estadística significativa entre el número de chinches hediondas contabilizadas en cada una de las unidades experimentales de las cinco repeticiones, por lo que se determinó que los insectos están distribuidos de manera uniforme dentro de la plantación de banano, por lo que todas las unidades experimentales presentan igualdad de condiciones, lo que no alteraría los resultados.

7.2 PORCENTAJE DE EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS

Debido a que se tuvo una infestación uniforme de chinche hedionda antes de la aplicación, para el cálculo de la eficacia de cada uno de los tratamientos, se utilizó la fórmula de Abbott, esto debido a que la fórmula de Henderson-Tilton no ofrece ninguna ventaja.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de chinche hedionda, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 después de aplicación.

Tratamientos	Porcentaje de eficacia de tratamientos días después de aplicación						
	15	30	45	60	75	90	105
Testigo absoluto	10.55 ^c	14.02 ^b	10.83 ^c	13.95 ^c	13.68 ^b	13.68 ^c	17.15 ^c
Terbufos®	61.93 ^b	91.47 ^a	73.18 ^b	95.22 ^a	95.22 ^a	72.55 ^a	67.18 ^b
<i>Beauveria bassiana</i>	63.44 ^b	78.80 ^a	88.00 ^a	73.18 ^b	94.72 ^a	88.00 ^a	86.01 ^a
<i>Metharhizium anisopliae</i>	76.84 ^a	80.22 ^a	89.72 ^a	84.67 ^a	82.95 ^a	62.07 ^b	62.30 ^b
<i>Trichoderma viride</i>	94.44 ^a	83.19 ^a	94.07 ^a	80.76 ^b	88.82 ^a	84.44 ^a	86.32 ^a
C. V. (%)	21.34	11.05	9.13	9.11	7.70	11.99	9.23
P>F	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

De acuerdo al análisis de Tukey, se realizó separación de medias para cada una de las fechas de muestreo, mostrando significancia en cada uno de ellos (Ver anexas 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15). Se tuvo para todas las fechas en el testigo absoluto un porcentaje de mortandad entre el 10 y 20%, por lo que los datos después de 8 muestreos

comparados con el pre-muestreo en el testigo absoluto se puede inferir que la mortandad natural es del 20%, por lo que los datos obtenidos dentro de estos valores no son producto del efecto de los tratamientos.

De los tratamientos evaluados se tuvo que el mayor efecto biorregulador se logró con *Trichoderma viride* quien tuvo a los 105 días después de su aplicación un 86.32% de eficacia de control, comportamiento muy parecido se logró con *Beauveria bassiana* quien en el mismo periodo de tiempo tuvo un 86.01% de eficacia de control. La eficacia de control de estos hongos entomopatógenos se debe a que su mecanismo de acción suele ser de micoparasitismo, competencia por el sustrato y antibiosis, y aunque sus efectos son más lentos, su periodo de acción es más duradero, aspecto que no poseen los plaguicidas químicos. Además estos hongos fitopatógenos se ven favorecidos por la habilidad de colonizar la rizosfera de las plantas lo que les facilita que sus hifas se adhieran al hospedante degradando las paredes celulares para iniciar el proceso parasítico. La eficacia en el control de cada uno de los tratamientos se observa en la figura 2.

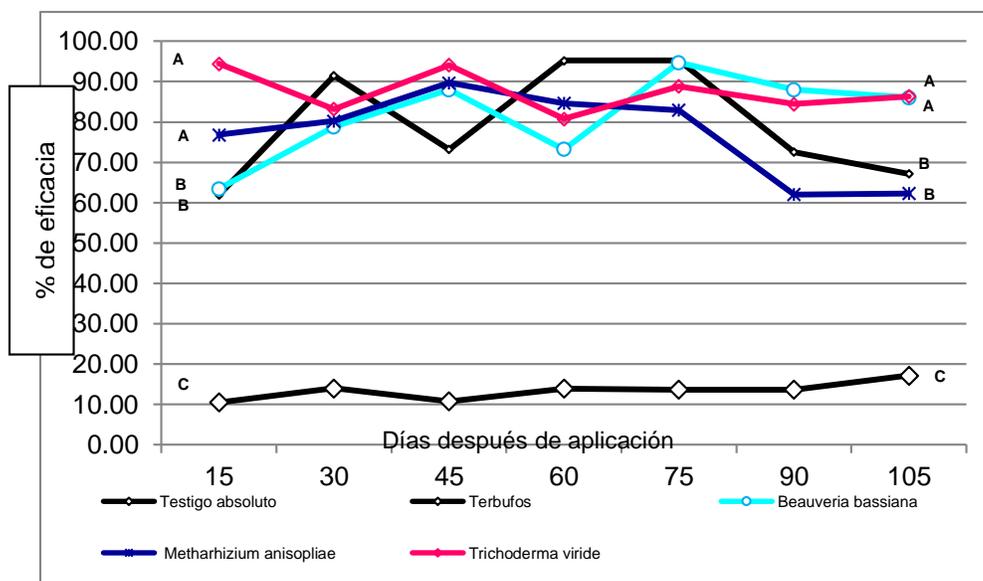


Figura 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de chinche hedionda, a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 después de su aplicación.

El control microbiano de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) insecto rizófago de reciente aparición en el cultivo de banano utilizando hongos fitopatógenos, Terbufos® como control químico (testigo relativo) y un testigo absoluto se observa en la figura 3.

De acuerdo al comportamiento de la curva de eficacia, se tuvo que *Trichoderma viride* y *Beauveria bassiana*, fueron los mejores tratamientos para la presente evaluación, ya que estadísticamente tienen resultados similares, siendo significativamente mayor al tratamiento químico. Los adultos muertos observados mostraron crecimiento fúngico, observándose que *Trichoderma viride*, presentó mortalidad del 94.40% a partir de los primeros 15 días después de aplicación de los tratamientos, mostrando una eficacia inmediata, la curva de comportamiento mostró que durante los 105 días de muestreo mantuvo una eficacia mayor al 80%.

La curva de porcentaje de eficacia de *Beauveria bassiana* en la figura 3, inicia con una efectividad del 63.44%, la cual fue incrementándose en cada una de las fechas de muestreo, teniendo a los 105 días después de aplicación un porcentaje de eficacia del 86.01%.

Al analizar la curva de eficacia del tratamiento químico Terbufos® en la figura 3, este tuvo su mejor control en el día 60 y 75 con una eficacia del 95.22%, siendo para estos muestreos el mejor tratamiento, luego la curva muestra descenso teniéndose al final de los 105 días una eficacia del 67.18%.

Los resultados obtenidos coinciden con los presentados por Gómez y Jiménez (1994) sobre control biológico de *Anthonomus grandis*, mostraron que *Beauveria bassiana* puede infectar pupas, larvas y adultos de este insecto. Asimismo, obtuvieron mortalidades de este insecto mayores al 90% mediante *Metarhizium anisopliae*. Coutinho y Oliveira (1991) en evaluaciones del control de *A. grandis* con *B. bassiana* obtuvieron mortalidades entre 67% y 100%.

Para los tratamientos biocontroladores evaluados *Metarhizium anisopliae* fue quien tuvo el menor porcentaje de eficacia al final de los 105 días.

7.3 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE CHINCHE HEDIONDA

La mortalidad causada por las cepas de los hongos entomopatógenos evaluados sobre chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*), varió en un rango de 64.57% a 86.32%, los resultados obtenidos en el análisis de varianza se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de chinche hedionda, 105 días después de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	215.718811	53.929703	584.9937	<0.0001*
Bloques	3	0.267151	0.089050	0.9660	0.558 ^{ns}
Error	12	1.106262	0.092189		
Total	19	217.092224			

C.V. = 4.28%

El análisis de varianza mostró que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que se sometió a una comparación de medias, por lo que se utilizó el test de Tukey, los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para porcentaje de mortalidad de chinche hedionda.

Tratamiento	Media
<i>Trichoderma viride</i>	86.32 A
<i>Beauveria bassiana</i>	86.01 A
Terbufos®	66.93 B
<i>Metharhizium anisopliae</i>	64.57 B
Testigo absoluto	0.00 C

Tukey = 0.6847

De acuerdo a la comparación de medias los tratamientos donde se utilizó *Trichoderma viride* y *Beauveria bassiana*, causaron el mayor porcentaje de mortalidad a los 105 días después de aplicación, con un porcentaje de mortalidad entre el 86.01% Y 86.32%, estos resultados son muy similares en el porcentaje de mortalidad.

Los tratamientos *Metharhizium anisopliae* y Terbufos®, quien fue evaluado como tratamiento relativo, tuvieron una media de mortalidad entre 64.57% y 66.53%, siendo esta una segunda opción para el control, teniendo Terbufos® el inconveniente de dejar trazas que afecta la inocuidad en los frutos.

7.4 PORCENTAJE DE PESO DE FRUTO GANADO POR TRATAMIENTO

Para determinar el porcentaje de peso de fruto ganado por cada tratamiento, se determinó la diferencia entre pesos medios de frutos provenientes de racimos de plantas bajo tratamiento con respecto al peso medio de frutos del tratamiento testigo, quien fue el que tuvo la mayor presión debido al ataque de chinche hedionda en el sistema radicular, los resultados se sometieron a análisis de varianza y se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para porcentaje de peso de fruto de banano ganado en cada tratamiento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1033.050537	258.262634	73.1511	<0.000*
Repeticiones	3	12.066162	4.022054	1.1392	0.373 ^{ns}
Error	12	42.366455	3.530538		
Total	19	1087.483154			

C.V. = 13.71%

El análisis de varianza para el porcentaje de ganancia de peso de frutos de banano, presentó diferencia estadística significativa para tratamientos, por lo que se tiene al menos un tratamiento que mostró mayor peso de fruta exportable, por lo que las medias se sometieron a comparación a través de la prueba de Tukey, los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para porcentaje de ganancia de peso de fruto de banano.

Tratamiento	Media	
<i>Trichoderma viride</i>	20.9633	A
<i>Beauveria bassiana</i>	20.2994	A
Terbufos®	13.1809	B
<i>Metharhizium anisopliae</i>	13.0710	B
Testigo absoluto	0.0000	C

$\alpha = 0.05$, Tukey = 2.1544, Valores de tabla = 4.51

La separación de medias, mostró que los tratamiento donde se aplicó *Trichoderma viride* con una ganancia de peso de 20.96% y *Beauveria bassiana* con una ganancia de peso de 20.29%, estadísticamente fueron los mejores tratamientos, con ganancia de peso similares, por lo que la aplicación de cualesquiera de los dos hongos entomopatógenos para el control de poblaciones de chinche hedionda y evitar el ataque al sistema radicular de la planta de banano permitirán obtener los mejores rendimientos de peso en kg/ha. Los daños que este insecto ocasiona al alimentarse del rizoma afecta el desarrollo normal de las planta, provocando un crecimiento lento y tallos delgados, lo que repercute en la disminución del peso del racimo y una merma en la producción.

Los tratamientos donde se utilizó Terbufos® quien obtuvo una ganancia de peso de fruto de 13.18% y *Metharhizium anisopliae* con una ganancia de peso de fruto de 13.07% con respecto al tratamiento testigo, estadísticamente permitieron obtener ganancias similares, siendo estos la segunda opción de uso de tratamientos, por lo que al analizarlos de acuerdo a las ventajas y desventajas que cada uno de estos tiene, la mejor opción son los biocontroles debido a que garantizan la inocuidad de los frutos. Terbufos® como tratamiento químico permite residualidad y trazas en la fruta, lo que restringe su uso de acuerdo a la normativa de exportación.

El tratamiento testigo fue quien sirvió de comparador con respecto a la ganancia de peso ya que fue quien tuvo la mayor presión por el ataque de chinche hedionda. El ataque de

este artrópodo reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes por la planta, y el otro es que afecta el anclaje de la planta.

7.5 RENDIMIENTO

Para cada uno de los tratamientos evaluados se determinó el rendimiento de banano en TM/ha, los resultados se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento en TM/ha de banano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	77.519531	19.379883	64.1541	<0.000*
Repeticiones	3	0.248047	0.082682	0.2737	0.844 ^{ns}
Error	12	3.625000	0.302083		
Total	19	81.392578			

C.V. = 1.41%

De acuerdo al análisis de varianza se tuvo que existió diferencia estadística significativa entre tratamientos para la variable rendimiento, por lo que se realizó comparación de medias a través de la prueba de Tukey, los resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para rendimiento en TM/ha de banano.

Tratamiento	Media
<i>Trichoderma viride</i>	40.75 A
<i>Beauveria bassiana</i>	40.68 A
Terbufos®	39.32 B
<i>Metharhizium anisopliae</i>	39.26 B
Testigo absoluto	35.35 C

Tukey = 1.2394

Al existir diferencia estadística significativa entre tratamientos y al realizar la comparación de medias se tuvo que el mayor rendimiento se logró donde se aplicó los hongos entomopatógenos *Trichoderma viride* con un rendimiento de 40.7504 TM/ha y *Beauveria bassiana* con un rendimiento de 40.6842 TM/ha, estadísticamente el uso de cualquiera de los dos permite obtener el mejor control y por ende los mejores rendimientos.

Los tratamientos donde se utilizó como control químico Terbufos® con un rendimiento de 39.3240 TM/ha y el biocontrol *Metharhizium anisopliae* con rendimiento de 39.2586 TM/ha, estadísticamente tienen rendimientos similares y se agrupan como la segunda opción como tratamientos para el control de chinche hedionda y rendimiento de TM/ha.

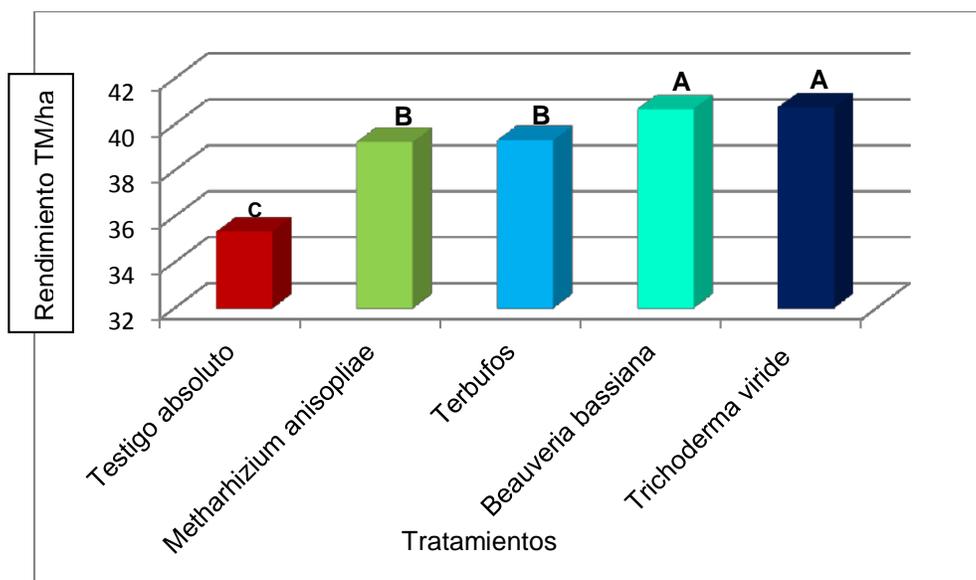


Figura 3. Rendimiento en TM/ha en cultivo de banano.

Al comparar los rendimientos de la figura 4, se tuvo que el tratamiento testigo produjo 35.3483 TM/ha de banano, siendo este el menor rendimiento, presentando una diferencia de 13.25% en relación a los mejores tratamientos, *Beauveria bassiana* y *Trichoderma viride*.

7.6 RENDIMIENTO DE CAJAS EXPORTABLES

Para cada uno de los tratamientos evaluados se determinó a nivel de planta empacadora el rendimiento de cajas exportables de banano, estos datos se sometieron a análisis de

varianza para determinar la existencia de diferencia estadística significativa, los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el rendimiento en cajas de banano exportable.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	203776.00	50944.00	64.1612	0.000*
Repeticiones	3	672.00	224.00	0.2821	0.838 ^{ns}
Error	12	9528.00	794.00		
Total	19	213976.00			

C.V. = 1.41%

El análisis de varianza mostró que existió diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo que los datos se sometieron a prueba de Tukey para separación de medias, los resultados de la prueba se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para rendimiento en cajas de banano exportable. Valores con la misma letra, indican que los tratamientos son estadísticamente iguales.

Tratamiento	Media
<i>Trichoderma viride</i>	2089.26 A
<i>Beauveria bassiana</i>	2085.87 A
Terbufos®	2016.13 B
<i>Metharhizium anisopliae</i>	2012.78 B
Testigo absoluto	1812.29 C

Tukey = 63.5414

La contabilización de cajas de banano exportable por parte de la planta empacadora, se sometieron a prueba de medias lo cual permitió determinar que los tratamientos T5 (*Trichoderma viride*) y tratamiento T3 (*Beauveria bassiana*), son los tratamientos que

tienen mejor control de chinche hedionda, permitiendo en promedio poder exportar 2087 cajas de banano/ha. Estadísticamente el uso de cualquiera de los dos tratamientos permite tener el mejor control y el aprovechamiento de la producción para la exportación. Los tratamientos T2 (Terbufos®) y tratamiento T4 (*Metharhizium anisopliae*), son la segunda opción como tratamiento para control de chinche hedionda y obtener en promedio 2014 cajas de banano exportable.

7.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se llevó registro de los gastos en que se incurrió por efecto del manejo de los tratamientos, con ellos y el precio de venta se determinó la rentabilidad, los resultados del análisis se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimiento de cajas/ha de banano e ingreso bruto.

Tratamiento	Rendimiento Cajas/ha	Costo de Producción (Q/caja)
Testigo absoluto	1812.30	Q. 21.45
Terbufos®	2016.13	Q. 20.04
<i>Beauveria bassiana</i>	2085.87	Q. 19.49
<i>Metharhizium anisopliae</i>	2012.78	Q. 20.15
<i>Trichoderma viride</i>	2089.26	Q. 19.55

Se determinó el costo de producción y rendimiento por hectárea, de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa. Se consideró un precio de venta de \$6.25/caja con esto se determinó el ingreso bruto e ingreso neto, valores útiles para determinar la rentabilidad, los resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de rentabilidad, para el rendimiento de cajas/ha de banano.

Tratamiento	Cajas/ha	Ingreso bruto (Q:)	Costo/ha (Q.)	Ingreso neto (Q.)	Rentabilidad (%)
Testigo absoluto	1812.30	Q 82,912.65	Q 38,888.75	Q 44,023.90	113.20 ^C
Terbufos®	2016.13	Q 92,238.17	Q 40,400.85	Q 51,837.32	128.31 ^A
<i>Beauveria bassiana</i>	2085.87	Q 95,428.63	Q 40,661.74	Q 54,766.89	134.69 ^A
<i>Metharhizium anisopliae</i>	2012.78	Q 92,084.69	Q 40,559.36	Q 51,525.33	127.04 ^B
<i>Trichoderma viride</i>	2089.26	Q 95,583.69	Q 40,852.66	Q 54,731.04	133.97 ^A

Los resultados obtenidos a través del análisis de rentabilidad del cuadro 14 mostraron que existió diferencia estadística significativa entre estas, teniendo que los tratamientos T3, donde se aplicó *Beauveria bassiana* a una concentración de 3.6×10^{11} conidias/ha, T5, donde se aplicó *Trichoderma viride* a una concentración de 3.5×10^{11} conidias/ha y T2, donde se aplicó Terbufos® 20 g/planta, como testigo relativo, presentan rentabilidades muy parecidas por lo que el uso de cualquiera de estos tratamientos permitirá tener resultados similares en el control de chinche hedionda en plantaciones de banano. Al analizar los resultados desde el punto de vista de impacto al ambiente y a la trazabilidad que puede causar el tratamiento químico, se recomienda descartarlo y realizar el control aplicando *Beauveria bassiana* o *Trichoderma viride*.

De los 5 tratamientos, se tuvo que el tratamiento T3, fue quien permitió obtener la mayor rentabilidad siendo esta de 134.69%, superando al tratamiento testigo en un 21.49%. Por lo que por cada Q1.00 invertido se ganó Q.1.34. El tratamiento T5, fue el segundo con mayor rentabilidad, siendo esta de 133.97%, superando en un 20.77% al tratamiento testigo. Para este tratamiento por cada Q. 1.00 invertido se ganó Q.1.34.

El tratamiento T4, donde se aplicó *Metharhizium anisopliae* a una concentración de 1×10^{11} conidias/ha, estadísticamente difiere de los tratamientos, T3, T5 y T2, siendo el segundo tratamiento más rentable con un 127.04%, ya que por cada Q1.00 que se invirtió se ganó Q.1.27.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó que el patrón de dispersión de chinche hedionda en el área bajo estudio es uniforme presentándose un nivel de 9.55 insectos/rizoma.
- El mejor efecto de control obtenido a los 105 días después de aplicación se logró con los tratamientos donde se aplicó *Trichoderma viride* con un 86.32% y *Beauveria bassiana* que en el mismo tiempo tuvo un 86.01% de eficacia de control.
- Al cuantificar el porcentaje de ganancia de peso de frutos de banano, se tuvo que los tratamientos donde se utilizó *Trichoderma viride* y *Beauveria bassiana* estadísticamente fueron los mejores con un incremento entre 20.29% y 20.96%.
- El mayor rendimiento se logró en las unidades experimentales donde se aplicó *Trichoderma viride* con un rendimiento de 40.7504 TM/ha y *Beauveria bassiana* con un rendimiento de 40.6842 TM/ha, estadísticamente el uso de cualquiera de los dos permite obtener los mejores rendimientos.
- La mejor rentabilidad se obtuvo con los tratamientos T3 (*Beauveria bassiana*) y T5 (*Trichoderma viride*), ya que por cada Q1.00 invertido se ganó Q.1.34.

9. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda como biocontrol de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*), la aplicación de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* a una concentración de 3.6×10^{11} conidias/ha y *Trichoderma viride* a una concentración de 3.5×10^{11} conidios/ha, aplicados en los primeros 30 cm del pseudotallo y alrededor del mismo dirigido al suelo hasta aproximadamente 60 cm de radio.

Se recomienda en futuras investigaciones determinar el periodo de acción de estos hongos entomopatógenos, para realizar programas de control.

Se recomienda determinar la capacidad que tienen estos hongos para colonizar la rizosfera de las plantas de banano y la velocidad que tienen sus hifas para adherirse al hospedante y degradar sus paredes celulares para iniciar el proceso parasítico.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, P. (2006). Evaluación del desmane en el racimo de banano (*Musa sapientum*, var. grand naine) para el aprovechamiento de calidad de exportación en la finca Santa Irene, santo domingo, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 67 Pag.
- Alves, S.B. (1986). Controle microbiano de insectos. Brasil. Editora Manole. 407p.
- Azevedo, J. L. (1985). Aspectos genéticos do controle genético de insectos por fungos. FEALQ. 114 p.
- Barrios, C.; Márquez, J. M. (2003). Patogenicidad de los nematodos enomopatogenos *Heterorhabditis* spp y *Diplogasteritus* spp, en Gallina ciega (*Phyllophaga* spp), Chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*) y Gusano alambre (*Ampedus* spp), en condiciones de laboratorio. En: Memoria de presentación de resultados de investigación, zafra 2002-2003. Guatemala, CENGICANÍA. pp 97-102.
- Carballo, M; Guharay, F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas. Managua, NI. CATIE, 232p. (Serie Técnica: Manual Técnico No. 53).
- Castillo Z, S. (2006). Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 183 p.
- CAÑAMIP (2004). Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar, GT. Boletín No.7; Guatemala, CENGICANÍA, Julio de 2004. 4 p.
- CENGICANÍA (2010). Informe Anual 2008-2009. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala: enero 2010. 56 p.
- Comip, (2012). Comité de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar. Guatemala, Cengicaña. 8 – 31p.
- Coutinho, L. Oliveira, V. (1991). Patogenicidade do isolado I-149Bb de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill a adultos de *Anthonomus grandis* (Coleoptera Curculionidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 20(1):199-207.
- Cruz, J.R. De La. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, basado en el sistema Holdridge, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- DIECA. (2004). Manejo integrado del salivazo en el cultivo de la caña de azúcar. Programa de Entomología. Grecia, CR. 16p.

- Domsh, H.; Gams, W. (1980). Compendium of soil fungi. Academic Press Ltd. New York, U. S. A. 859 p.
- Ebert G, M. (2009), Evaluación de la temperatura sobre la esporulación de entomopatógenos en plagas de la raíz de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el laboratorio de Cengicaña, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla
- FAO, (2007). Exportaciones de Guatemala por destino. (En línea). Guatemala, Guatemala, consultado 16 jun. 2014. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
- Fargues, J. & Remaudiere, G. (1977). Considerations on the specificity of entomopathogenic fungi. *Mycopathology*. 62:31-37 pp.
- Gómez, Y. (2002). Efectividad del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin en el control de especies de Cercopidae (Homoptera) en *Brachiaria ruziziensis*. Tesis Mag. Sc. San José, CR, UCR. 105p.
- Gómez, M. & Jiménez, C. (1994). Uso de hongos entomopatógenos para el manejo del picudo del algodón. In Hongos entomopatógenos de plagas en Nicaragua. Informe Final del Proyecto de Hongos Entomopatógenos. Centro Nacional de Diagnóstico Fitosanitario, MAG. Proyecto CATIEINTA-MIP (NORAD-ASDI) (1991-94).
- Gijón, A.; Trejo, Z.; López, C.; Ramírez, L.; y Arriola, V. (2015). Caracterización y efectividad de *Trichoderma* spp, sobre insectos descortezadores de pino. CENID-COMEF- INIFAP, México D. F.
- Guilcapi P. (2009) Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arábica*) variedad caturra a nivel de vivero. Consultado 5 mayo 2016. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627GUILCAPI%20DANILO.pdf>
- Kenton, H. Carl, L. (1976). Métodos de evaluación de pérdida de grano poscosecha. Asociación Americana de Químicos de Cereales. Slough, Inglaterra. 191 p.
- Lecuona, R. (1996). Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. Talleres gráficos Mariano. 338p.
- Lezama, R. (1994). Primer seminario sobre patogenicidad de organismos parásitos de insectos. Tacoma, Colombia. 116 p.

- Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas CATIE. Turrialba, 54: 1-12.
- Moore-Landecker, E. (1996). Fundamentals of the fungi. Prentice Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 575 p.
- Morton C O, (2004). Infection of plant-parasitic nematodes by nematophagous fungi - a review of application of molecular biology to understand infection processes and to improve biological control. Nematology. 6:161-170.
- Orellana, C. (2008). Descripción de las plagas del cultivo de banano de 1995 al 2002 en fincas de Cobigua, Tesis Ing. Agr. FAUSAC, Guatemala.
- Ortiz, L. (2001). El cultivo de banano. San José, Costa Rica: Euned, 2001. 186 p. ISBN 9968-3-048-4
- Pais, D. (1981). Depsipeptides from *Metarhizium anisopliae*. Phytochemistry 20:715-719 pp.
- Rodríguez, D. (1984). Hongos entomopatógenos registrados en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 10:57-64 pp.
- Roberts, D. (1981). Toxins entomopathogenic fungi. En: Burges, H. Microbial control of pests and plant diseases. 1970-1980. Academic Press. London, England. 441-464 pp.
- Rosas, A. (1994). XXIX Congreso nacional de entomología y asamblea anual de la Southwestern Branco. E. S. A. Oaxaca, México. 163 p.
- Rosenhein, A. & Hoy. M. (1987). Confidence intervals for Abbott's Formula correction of bioassay data for control response. J. Econ. Entomol. 82(2):331-335.
- Rivera, M. (1993). Estudio sobre la compatibilidad de *Beauveria bassiana* en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampey*). Revista Colombiana de Entomología 20(40):209-214 pp.
- Sierra, E. (1993). El cultivo de Banano: Producción y Comercio. Medellín, Colombia, 1993. 679 p.

- Simmons, C; Tárano, M & Pinto, H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra.
- Steinhaus, A. (1985). Microbial disease of insects. Annual Review of Microbiology 11: 165-182 pp.
- Subiros, F. (1995). El cultivo de la caña de azúcar. Ed. Universidad Estatal a Distancia, San José Costa Rica. 448 p.
- Tulloch, M. (1976). The genus *Metarhizium*. Transactions of the British Mycological Society 66:407-411 pp.
- Valdez, C. (2016). Entrevista personal, Gerencia Agrícola, Cultivo del banano, Finca Álamo, grupo HAME, Ayutla, San Marcos.
- Vallejos, J. Espinal, C. Mollinedo, P. y Terrazas, E. (2014). Evaluación de la actividad insecticida y quitinolítica de *Trichoderma inhamatum* y *Beauveria bassiana*, en la mosca de la fruta. Área de Biotecnología, Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímica, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Bolivia.
- Velásquez, M.; y Ovalle, W. (1990). Avances en el control biológico de plagas. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Laboratorio Integral de protección agrícola, - ICTA- Guatemala.
- Villegas, M. (2005). *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Consultado el 11 de marzo 2016 Disponible en: <http://www.oriusbiotecnologia.com/tecnica/128-trichoderma-pers-caracteristicas-y-su-potencial-biológico-en-la-agricultura-sostenible> .

11. ANEXOS

Cuadro15. Cronograma de actividades

Actividad	MES					
	OC	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Selección del área experimental	■					
Marcación de unidades experimentales	■					
adquisición de hongos entomopatógenos	■					
Pre-muestreo	■					
Preparación de tratamientos a aplicar	■					
Aplicación de tratamientos	■					
Limpia manual	■		■		■	
Fertilización		■	■	■	■	■
Practicás agronómicas del cultivo	■	■	■	■	■	■
Control de plagas y enfermedades	■	■	■	■	■	■
Muestreos		■	■	■	■	■
Cosecha						■
Fabulación de datos						■
Análisis y discusión de datos						■
Elaboración de informe						■
Presentación de informe final						■

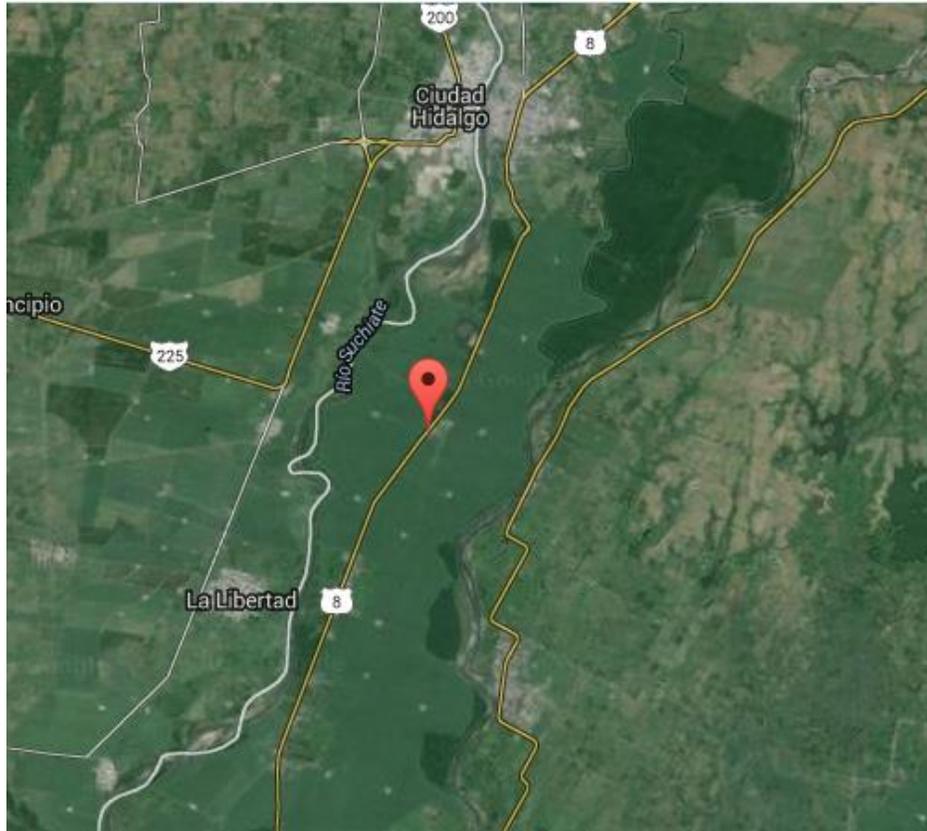


Figura 4. Ubicación de finca el Álamo, Ayutla San Marcos.

Cuadro16. Número de chinches hediondas encontradas en cada unidad experimental en el muestreo

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	8.0000	10.0000	9.0000	9.0000
2	11.0000	8.0000	10.0000	8.0000
3	9.0000	11.0000	10.0000	12.0000
4	11.0000	9.0000	10.0000	10.0000
5	10.0000	9.0000	9.0000	8.0000

Cuadro17. Porcentaje de Eficacia a los 15 días después de aplicación

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	11.1100	10.0000	11.1100	10.0000
T2	72.7300	75.0000	50.0000	50.0000
T3	72.7300	72.7300	50.0000	58.3300
T4	81.8200	55.5600	100.0000	70.0000
T5	100.0000	77.7800	100.0000	100.0000

Cuadro18. Análisis de varianza para la eficacia 15 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	15680.796875	3920.199219	22.8036	0.000*
Repeticiones	3	320.867188	106.955727	0.6222	0.617 ^{ns}
Error	12	2062.937500	171.911453		
Total	19	18064.601563			

C.V. = 21.34%

Cuadro 19. Porcentaje de Eficacia a los 30 días después de aplicación

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	12.5000	20.0000	11.1100	12.5000
T2	90.9100	100.0000	100.0000	75.0000
T3	72.7300	87.5000	80.0000	75.0000
T4	90.9100	80.0000	70.0000	80.0000
T5	80.0000	100.0000	75.0000	77.7800

Cuadro 20. Análisis de varianza para la eficacia 30 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	15797.835938	3949.458984	66.9259	0.000*
Repeticiones	3	494.125000	164.708328	2.7911	0.085 ^{ns}
Error	12	708.148438	59.012371		
Total	19	17000.109375			

C.V. = 11.05%

Cuadr021. Porcentaje de Eficacia a los 45 días después de aplicación

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	11.1100	10.0000	11.1100	11.1100
T2	72.7300	75.0000	70.0000	75.0000
T3	90.9100	77.7800	100.0000	83.3300
T4	100.0000	88.8900	80.0000	90.0000
T5	100.0000	88.8900	87.5000	100.0000

Cuadro 22. Análisis de varianza para la eficacia 45 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	19191.804688	4797.951172	113.6590	0.000*
Repeticiones	3	131.257813	43.752605	1.0365	0.413 ^{ns}
Error	12	506.562500	42.213543		
Total	19	19829.625000			

C.V. = 9.13%

Cuadro 23. Porcentaje de Eficacia a los 60 días después de aplicación

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	12.5000	10.0000	22.2200	11.1100
T2	90.9100	100.0000	90.0000	100.0000
T3	66.6700	72.7300	70.0000	83.3300
T4	90.9100	77.7800	90.0000	80.0000
T5	80.0000	77.7800	87.5000	77.7800

Cuadro 24. Análisis de varianza para la eficacia 60 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	16470.070313	4117.517578	102.4876	0.000
Repeticiones	3	59.679688	19.893229	0.4952	0.695
Error	12	482.109375	40.175781		
Total	19	17011.859375			

C.V. = 9.11%

Cuadro 25. Porcentaje de Eficacia a los 75 días después de aplicación

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	12.5000	20.0000	11.1100	11.1100
T2	90.9100	100.0000	90.0000	100.0000
T3	88.8900	100.0000	90.0000	100.0000
T4	81.8200	100.0000	70.0000	80.0000
T5	90.0000	100.0000	87.5000	77.7800

Cuadro 26. Análisis de varianza para la eficacia 75 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	19250.039063	4812.509766	143.9367	0.000*
Repeticiones	3	575.265625	191.755203	5.7352	0.055 ^{ns}
Error	12	401.218750	33.434895		
Total	19	20226.523438			

C.V. = 7.70%

Cuadro 27. Porcentaje de Eficacia a los 90 días después de aplicación

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	12.5000	20.0000	11.1100	11.1100
T2	72.7300	62.5000	80.0000	75.0000
T3	77.7800	90.9100	100.0000	83.3300
T4	72.7300	55.5600	60.0000	60.0000
T5	80.0000	88.8900	80.0000	88.8900

Cuadro 28. Análisis de varianza para la eficacia 90 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	14412.679688	3603.169922	60.8899	0.000*
Repeticiones	3	29.320313	9.773438	0.1652	0.917 ^{ns}
Error	12	710.101563	59.175129		
Total	19	15152.101563			

C.V. = 11.99%

Cuadro 29. Porcentaje de Eficacia a los 105 días después de aplicación

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	12.5000	25.0000	20.0000	11.1100
T2	73.7300	62.5000	70.0000	62.5000
T3	88.8900	81.8200	90.0000	83.3300
T4	63.6400	55.5600	60.0000	70.0000
T5	80.0000	88.8900	87.5000	88.8900

Cuadro 30. Análisis de varianza para la eficacia 90 después de aplicación de tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	12760.460938	3190.115234	92.0537	0.000*
Repeticiones	3	21.945313	7.315104	0.2111	0.887 ^{ns}
Error	12	415.859375	34.654949		
Total	19	13198.265625			

C.V. = 9.23%

Cuadro 31. Porcentaje de mortalidad 15 días después de aplicación, datos de campo.

TRATAMIENTO	Porcentaje de mortalidad				
	I	II	III	IV	MEDIA
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	72.73	75.00	50.00	50.00	61.93
T3	66.67	72.73	50.00	58.33	61.93
T4	81.82	55.56	100.00	70.00	76.84
T5	100.00	77.78	100.00	100.00	94.44

Cuadro 32. Porcentaje de mortalidad, datos transformados $\sqrt{X+3/8}$.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100
T2	8.5500	8.6800	7.1000	7.1000
T3	8.1900	8.5500	7.1000	7.6600
T4	9.0700	7.4800	10.0200	8.3900
T5	10.0200	8.8400	10.0200	10.0200

Cuadro 33. Porcentaje de mortalidad 105 días después de aplicación, datos de campo.

Tratamiento	I	II	III	IV	MEDIA
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	72.73	62.50	70.00	62.50	66.93
T3	88.89	81.82	90.00	83.33	86.01
T4	72.73	55.56	60.00	70.00	64.57
T5	80.00	88.89	87.50	88.89	86.32

Cuadro 34. Porcentaje de mortalidad, datos transformados $\sqrt{X+3/8}$.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100
T2	8.5500	7.9300	8.3900	7.9300
T3	9.4500	9.0700	9.5100	9.1500
T4	8.5500	7.4800	7.7700	8.3900
T5	8.9700	9.4500	9.3700	9.4500

Cuadro 35. Porcentaje de peso ganado.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	12.78	15.79	13.04	11.11
T3	19.45	21.05	18.48	22.22
T4	14.44	13.68	13.04	11.11
T5	22.22	21.05	23.91	16.67

Cuadro 36: Rendimiento TM/ha.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	35.0604	35.4925	36.2241	34.6162
T2	39.6644	39.0292	39.5772	39.0253
T3	40.7115	40.8346	40.9636	40.2272
T4	39.5812	39.4366	38.1471	39.8696
T5	40.8792	40.5706	40.8388	40.7128

Cuadro 37: Numero de cajas exportable de banano por tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	1797.5400	1819.6899	1857.2000	1774.7700
T2	2033.5900	2001.0200	2029.1100	2000.8199
T3	2087.2700	2093.5801	2100.2000	2062.4399
T4	2029.3199	2021.9100	1955.7900	2044.1000
T5	2095.8701	2080.0400	2093.8000	2087.3401

Cuadro 38. Costo de producción

Concepto	Costo/ha
Costos variables	
Renta de la tierra	Q 4,000.00
Siembra	Q 3,480.00
Fertilizantes	Q 2,284.00
Control fitosanitario	Q 1,705.00
Combustibles y Lubricantes	Q 5,364.00
Renta de equipo y maquinaria	Q 3,394.00
Empaque	Q 5,106.26
Mano de obra	Q 6,677.50
Total costos variables	Q 32,010.76
Costo fijos	
Administración	Q 1,676.54
IGSS	Q 712.49
Intereses	Q 4,246.25
Prestaciones Laborales	Q 1,991.90
Imprevistos	Q 3,357.07
Total costos fijos	Q 11,984.25
Costo Total de Producción	Q 43,995.01
Cajas producidas/ha	Q 2,003.27
Costo de producción/caja	Q 21.96
Costo de producción/caja	\$ 3.00