

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

CONTROL BIOLÓGICO DE *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) CON *Heterorhabditis bacteriophora* Y *Beauveria bassiana* EN EL CULTIVO DE BANANO; OCÓS, SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

GERSON USIEL LÓPEZ MAZARIEGOS
CARNET 23157-10

COATEPEQUE, JULIO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

CONTROL BIOLÓGICO DE *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) CON *Heterorhabditis bacteriophora* Y *Beauveria bassiana* EN EL CULTIVO DE BANANO; OCÓS, SAN MARCOS

TESIS DE GRADO

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

POR

GERSON USIEL LÓPEZ MAZARIEGOS

PREVIO A CONFERÍRSELE

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

COATEPEQUE, JULIO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULLIO 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

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: 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. ALVIN ROLANDO OVALLE LYNCH
MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala, 06 de julio de 2,017

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante GERSON USIEL LÓPEZ MAZARIEGOS, carné: 23157-10 titulada: **CONTROL BIOLÓGICO DE *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) CON *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* EN EL CULTIVO DE BANANO; OCOS SAN MARCOS.**

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente:

Hairo Amílcar Cifuentes Guzmán
INGENIERO AGRÓNOMO
COLEGIADO No. 4814



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

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante GERSON USIEL LÓPEZ MAZARIEGOS, Carnet 23157-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0699-2017 de fecha 28 de junio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CONTROL BIOLÓGICO DE Cosmopolites sordidus (Curculionidae) CON Heterorhabditis bacteriophora Y Beauveria bassiana EN EL CULTIVO DE BANANO; OCÓS, SAN MARCOS

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 7 días del mes de julio del año 2017.



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

AGRADECIMIENTOS:

- A DIOS: Por la vida, mi familia, la sabiduría, por esta meta cumplida y todas las bendiciones recibidas.
- A mis padres: Por el apoyo incondicional, por educarme y hacer de mí una persona con principios y valores, por la comprensión y la confianza que me han dado para obtener este logro.
- A mis hermanos: Por apoyarme moralmente, por los consejos brindados que fueron oportunos en mi formación académica.
- A: La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales por ser la institución de mi formación profesional.
- A mis docentes: Agradezco a mis docentes por instruirme y formarme profesionalmente.
- A mi asesor: Ing. Hairo Amílcar Cifuentes Guzmán, por sus conocimientos, experiencias y la asesoría brindada en el desarrollo de mi investigación.
- A mis compañeros: Por las experiencias obtenidas en la etapa de formación académica y la amistad brindada.

DEDICATORIA

A DIOS: Por las bendiciones derramadas en mí, por haberme guiado por el camino correcto y poder cumplir mis metas.

A mis padres: Hilda Elizabeth Mazariegos De León y Clementino López Sandoval, por motivarme a cumplir mis metas y apoyarme en todo momento.

A mi familia: Que Dios los bendiga siempre por el los consejos y el apoyo moral que me brindan en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mis amigos: Por las amistades brindadas en el trayecto de mi formación académica por demostrar confianza y respeto mutuo.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Antecedentes.....	2
2.2 Cultivo del Banano	4
2.2.1 Descripción botánica.....	4
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.2.4 Plagas insectidas.....	5
2.2.5 Nematodos benéficos.....	13
2.2.6 Hongos entomopatógenos.....	14
2.3 Productos a utilizar en la investigación.....	17
2.4 Trampas tipo disco	21
III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
3.1 Definición del problema	22
3.2 Justificación	23
IV. OBJETIVOS	24
4.1 Objetivo general	24
4.2 Objetivos Específicos.....	24
V. HIPÓTESIS.....	26
5.1 Hipótesis alternas	26
VI. METODOLOGÍA	27
6.1 Localización del trabajo	27
6.1.2 Características edafoclimáticas.....	27
6.2 Material experimental	28

6.2.1 Material vegetal	28
6.2.2 Material biológico.....	28
6.3 Factores a estudiar	29
6.4 Descripción de los tratamientos.....	29
6.6 Unidad experimental.....	30
6.7 Croquis	31
6.8 Manejo del experimento	31
6.9 Variables de respuesta	33
6.10 Análisis de la información	35
6.10.1 Análisis estadístico	35
6.10.2 Análisis económico.....	36
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
7.1 Número de picudos vivos	37
7.2 Número de picudos muertos.....	41
7.3 Promedio de picudos/trampa/día.....	45
7.4 Insectos con presencia de micelio (%)	49
7.5 Nivel de daño de cormos (%)	55
7.6 Comparación de costos de los tratamientos.....	61
VIII. CONCLUSIONES	62
IX. RECOMENDACIONES	64
X. BIBLIOGRAFÍA	65
XI. ANEXOS	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		pág
1	Clasificación taxonómica del Banano.....	4
2	Clasificación taxonómica del Picudo Negro.....	6
3	Rango de hospederos del picudo negro.....	9
4	Descripción de los entomopatógenos utilizados en el control de picudo negro.....	28
5	Tratamientos a evaluar utilizando diferentes concentraciones y tres frecuencias de aplicación de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Y <i>Beauveria bassiana</i> para el control de picudo del banano.....	29
6	Cantidad de conidios, organismos/dosis y solución de producto a utilizar por 1 litro de agua para el control de Picudo Negro en Banano.....	32
7	Escala de daño de Bridge utilizado para determinar la severidad de ataque del Picudo Negro.....	35
8	Número promedio de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	37
9	Datos transformados Raíz (x+1) para número de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	38
10	Análisis de varianza, para el número de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	38
11	Análisis de promedios del número de picudos vivos, mediante el comparador de Tukey al 5%, para el tipo de producto aplicado en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	39

12	Análisis de promedios del número de picudos vivos, mediante el comparador de Tukey al 5%, para la frecuencia de aplicación del producto en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	40
13	Número promedio de picudos muertos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	42
14	Análisis de varianza, para el número de picudos muertos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	42
15	Análisis de promedios del número de insectos (Picudos muertos), mediante el comparador de Tukey al 5%, para el Factor “A”, tipo de producto aplicado en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	43
16	Análisis de promedios del número de insectos (Picudos muertos), mediante el comparador de Tukey al 5%, para el Factor “B”, frecuencia de aplicación.....	44
17	Número promedio de picudos por trampa por día en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	45
18	Análisis de varianza, para el número promedio de picudos por trampa por día en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	46
19	Análisis de promedios del número de insectos capturados por trampa por día, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados.....	47
20	Porcentaje promedio de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	49

21	Datos transformados arcoseno ($\%x+1$) Porcentaje promedio de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	50
22	Análisis de varianza, para el porcentaje de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto.....	51
23	Análisis de promedios de porcentajes de insectos con presencia de micelio en el exoesqueleto, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	52
24	Promedio de porcentaje de picudos con presencia de micelio, para las tres frecuencias de aplicación estudiadas.....	53
25	Porcentaje de daño de cormos, al INICIO del experimento en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	55
26	Análisis de varianza, para el nivel de daño de los cormos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	56
27	Porcentaje de daño de cormos, al FINAL del experimento en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	57
28	Análisis de varianza, para el nivel de daño FINAL, de los cormos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	58
29	Análisis de promedios para el nivel de daño de cormos, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	59
30	Resumen de Costos por tratamiento para los diferentes productos biocontroladores, aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	61
31	Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos Picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 5 días.....	70
32	Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos Picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 8 días.....	70

33	Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos Picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	70
34	Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos Picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 5 días.....	71
35	Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos Picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 08 días.....	71
36	Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos Picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	71
37	Resultados del cuadro 15 para el Número de insectos Picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 05 días.....	72
38	Resultados del cuadro 15 para el Número de insectos Picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 08 días.....	72
39	Resultados del cuadro 15 para el Número de insectos Picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	72
40	Resultados del cuadro 18 para el Número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 05 días.....	73
41	Resultados del cuadro 18 para el Número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 08 días.....	73
42	Hace referencia de resultados del cuadro 18 para el Número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	73
43	Resultados del cuadro 22 para el Porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 05 días.....	74
44	Resultados del cuadro 22 para el Porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 08 días.....	74
45	Resultados del cuadro 22 para el Porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	74
46	Resultados del cuadro 24 para el Porcentaje en evaluación final de cormos, con frecuencia de aplicación de 05 días.....	75
47	Resultados del cuadro 24 para el Porcentaje en evaluación final de	

	cormos, con frecuencia de aplicación de 08 días.....	75
48	Resultados del cuadro 24 para el Porcentaje en evaluación final de cormos, con frecuencia de aplicación de 10 días.....	75
49	Costos de aplicación para el tratamiento 1 o Testigo absoluto.....	76
50	Costos de aplicación para el tratamiento <i>Baulería</i> 0% + <i>Heterorhabditis</i> 3%.....	76
51	Costos de aplicación para el tratamiento <i>Beauveria</i> 0.2% + <i>Heterorhabditis</i> 2%.....	77
52	Costos de aplicación para el tratamiento <i>Beauveria</i> 0.25% + <i>Heterorhabditis</i> 1%.....	77
53	Costos de aplicación para el tratamiento <i>Beauveria</i> 0.3% + <i>Heterorhabditis</i> 0%.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1	Longitudes de parcela grande y parcela pequeña en la evaluación de diferentes frecuencias de aplicación mezclando dos biocontroladores de Picudo en el cultivo de banano.....	31
2	Croquis de campo de la investigación.....	31
3	Promedio de insectos vivos en el control biológico del picudo en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	40
4	Promedio de insectos vivos en el control biológico del picudo en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	41
5	Número promedio de Picudos muertos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	44
6	Número promedio de Picudos muertos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria Bassiana</i>	45
7	Número promedio de insectos capturados por trampa por día, para diferentes tipos de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	48
8	Número promedio de insectos capturados por trampa por día, para las diferentes frecuencias de aplicación de los bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de banano.....	48
9	Número promedio del porcentaje de picudos con presencia de micelio, para los diferentes tipos de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	53
10	Promedio de porcentajes de picudos con presencia de micelio, para diferentes frecuencias de aplicación de bio-controladores, en el	

	control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	54
11	Porcentaje de daño promedio del picudo en el cormo, para los diferentes tipos de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.....	60
12	<i>Cosmopolites sordidus</i> , adulto macho. Escala 1mm.....	78
13	<i>Cosmopolites sordidus</i> , Abdomen. Escala 1mm.....	79
14	Ciclo de vida de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824)	79
15	Cormo con galerías de <i>Cosmopolites sordidus</i>	80
16	Elaboración de trampas tipo disco.....	80
17	Revisión y conteo de insectos vivos.....	81
18	Productos y materiales de aplicación.....	81
19	Aplicación de biocontroladores.....	82
20	Muestras de laboratorio (picudos con micelio)	82
21	Cormos sin galería de <i>Cosmopolites sordidus</i>	83

CONTROL BIOLÓGICO DE *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) CON *Heterorhabditis bacteriophora* Y *Beauveria bassiana* EN EL CULTIVO DE BANANO, OCOS SAN MARCOS.

RESUMEN

Para el control biológico de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano, se evaluaron dos biocontroladores, bajo condiciones edafoclimáticas del municipio de Ocos San Marcos. Se utilizó un diseño bifactorial con arreglo en parcelas divididas, con cuatro mezclas de biocontroladores y tres frecuencias de aplicación. Los tratamientos evaluados fueron: 1) testigo absoluto, 2) *Beauveria bassiana* al 0%+ *Heterorhabditis bacteriophora* al 3%, 3) *Beauveria bassiana* 0.2% + *Heterorhabditis bacteriophora* 2%, 4) *Beauveria bassiana* 0.25 + *Heterorhabditis Bacteriophora* 1% y 5) *Beauveria bassiana* 0.3 + *Heterorhabditis bacteriophora* 0%; con frecuencias de aplicación de cinco, ocho y diez días, a partir del segundo día de realizadas las trampas. Los resultados obtenidos demuestran que las variables: número de insectos vivos, número de picudo/trampa/día, porcentaje de insectos con miscelio y número de insectos muertos se determinó que existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo *Beauveria bassiana* 0.3% + *Heterorhabditis bacteriophora* 0% quien presentó mayor control. También se generó información para las mismas variables sobre frecuencias de aplicación, mostrando significancia en las frecuencias cinco y ocho días. Para la variable nivel de daño de cormos, determinó que el testigo presentó mayor daño, con igual dato estadístico está *Beauveria bassiana* 0%+ *Heterorhabditis bacteriophora* al 3%. Y para la variable de costo, el tratamiento *Beauveria bassiana* 0.3 + *Heterorhabditis bacteriophora* 0% resultó el más económico con un valor de Q 69.39 por hectárea, siendo el tratamiento que presentó mayor eficiencia en el control de *Cosmopolites sordidus*.

BIOLOGICAL CONTROL OF *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) WITH *Heterorhabditis bacteriophora* AND *Beauveria bassiana* IN BANANA; OCOS, SAN MARCOS

SUMMARY

Two biocontrollers were evaluated for the biological control of *Cosmopolites sordidus* in banana, under edaphoclimatic conditions in Ocos Township, San Marcos. A bifactorial design was used in split plots, with four biocontrollers mixtures of and three application frequencies. The evaluated treatments were: 1) absolute control, 2) *Beauveria bassiana* at 0% + 3% *Heterorhabditis bacteriophora*, 3) *Beauveria bassiana* 0.2% + *Heterorhabditis bacteriophora* 2%, 4) *Beauveria bassiana* 0.25 + *Heterorhabditis Bacteriophora* 1% and 5) *Beauveria Bassiana* 0.3 + *Heterorhabditis bacteriophora* 0%; with five, eight and ten days of application frequencies, from the second day of the traps. The results showed that the live insects number, weevil / trap / day number, insects percentage with miscelle and dead insects number variables presented statistically different among the evaluated treatments, being *Beauveria bassiana* 0.3% + *Heterorhabditis bacteriophora* 0%, which presented greater control. Information was also generated for the same variables on application frequencies, showing significance at five and eight day frequencies. For the level of corms damage variable, it was determined that the control presented greater damage, with equal statistical data *Beauveria bassiana* 0% + *Heterorhabditis bacteriophora* 3%. And for the cost variable, *Beauveria bassiana* treatment 0.3 + *Heterorhabditis bacteriophora* 0% was the most economical with a value of Q 69.39 per hectare, being the treatment that presented greater efficiency in the control of *Cosmopolites sordidus*.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es uno de los países de mayor rendimiento por hectárea cultivada en el cultivo de banano. Los ingresos por la venta registraron en enero de 2014, un aumento del 3.3% en comparación con el mismo período de 2013, obteniendo ingresos de Q488, 886,000, según el Banco de Guatemala (Banguat, 2014). De acuerdo con datos de la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB), el área cultivable es de 59,391 hectáreas con lo que produce no menos de 2.4 millones de toneladas anuales, con un rendimiento de 40.4 toneladas/ha. Según datos de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2014), Escuintla es la región que registra la mayor producción, pues 18553 hectáreas están destinadas a la siembra de este cultivo.

El banano ocupa el tercer lugar en exportación a nivel nacional, que lo convierte en un cultivo de importancia económica para el país, se caracteriza por generar mayor número de empleos directos, el equivalente a una persona por hectárea, para su manejo agronómico esto representa el sustento económico de 59,391 familias (MAGA) (2014).

Dentro del manejo agronómico, una de las plagas que ocasiona mayor daño en la producción es el Picudo Negro. El principal daño es causado por la larva, que eclosiona entre el quinto y octavo día, y con sus mandíbulas perfora el cormo y crea galerías (Ubilla, 2007). La profundidad de los túneles excavados por las larvas varía entre 8 y 10 cm, este daño retarda la iniciación de nuevas raíces, limita la absorción de nutrientes, favorece la entrada de patógenos causantes de otras enfermedades, debilita el anclaje de la planta y finalmente causa su muerte (Muñoz, 2001).

En finca La Zarca Ocos, San Marcos esta plaga se ha manejado con la aplicación de insecticidas, cuyo número de aplicaciones ha venido en aumento en los últimos años debido a la resistencia que ha adquirido la plaga a la molécula química. El uso excesivo de estos productos incrementa los costos de producción y provoca problemas de contaminación ambiental (López, 2014).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El cultivo de banano es importante debido a que representa el tercer lugar en exportación a nivel nacional, permitiendo que Guatemala sea uno de los principales países de exportación, siendo superado por Filipinas y Ecuador (MAGA, 2001). La principal plaga del banano es el insecto que pertenece al orden Coleóptera, conocido comúnmente como “Picudo Negro del banano”. Estudios realizados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones agropecuarias (INIAP, 1993) describen que esta plaga, causa la disminución en la población de plantas de banano hasta en un 10%, el daño más severo lo efectúa en estado larval, produciendo galerías en el cormo.

Belalcázar y Toro (1991), han estudiado seis tipos de trampas eficaces para la atracción de Picudo Negro en Colombia, las cuales se denominan trampas tipo: cepa, cepa modificada, tajada, tipo cuña y semicilíndrica. Las trampas formadas de la cepa viva son más atractivas que las de pseudotallo.

Según FIIA (1995), las trampas ensambladas con pseudotallo atraen a los Picudos sólo por efectos de refugio, este tipo de trampas, formadas con restos de plantas, pierden su efectividad después de una semana ya que el material se seca.

Estudios realizados por Rukazambuga (1997), citado por Muñoz (2001), sobre el control de Picudo Negro con diferentes tipos de trampas, explican que el efecto del ataque de Picudo sobre crecimiento y maduración de las plantas no fue tan severo, como el efecto sobre el tamaño y peso del racimo. De acuerdo al daño en el cormo representa el 28% de pérdida de peso en el racimo.

En Honduras se realizaron tres ensayos para evaluar la efectividad del nematodo *Heterorabditis bacteriophora* sobre el Picudo adulto en laboratorio y campo, evaluar el método y tamaño de muestra necesario para evaluar el daño del Picudo (adulto y larva) en cormos jóvenes de plátano, en los cuales se determinó: el porcentaje de mortalidad del Picudo adulto infectados por el nematodo en laboratorio, el tamaño del cormo de preferencia de *Cosmopolites sordidus* para su infección, la efectividad del nematodo *H. bacteriophora* en campo y el coeficiente de daño al empezar y al finalizar el ensayo. En el primer ensayo en el laboratorio se utilizaron cuatro concentraciones de

nematodos/Picudo adulto: 0, 10, 100, 1000. En el segundo ensayo para determinar el tamaño de preferencia de cormos los tratamientos fueron cuatro tamaños de plantas de 30, 50, 70 y 90 cm de altura. Para el ensayo de campo se evaluaron dos concentraciones de nematodos (200 y 400 millones de nematodos/ha), un control químico (terbufos), y un control con agua. En laboratorio se logró la mayor mortalidad de Picudo adulto (35%) con 1000 nematodos por Picudo adulto. En campo los cormos de plantas con 30 cm de altura tienen mayor coeficiente de daño y fue donde se encontró mayor presencia de Picudo adultos y larvas. Se determinó que muestras de cinco cormos por unidad experimental son suficientes para realizar el muestreo. En campo se observó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos terbufos, 200 y 400 millones de *H. bacteriophora*, los cuales redujeron un 69% de la población y un 12% el coeficiente de daño, comparado con el testigo que redujo un 7% la población y aumentó un 11% el coeficiente de daño (Carvajal, 2009).

A nivel de la finca se han realizado estudios referentes al uso de diferente dosis de *Beauveria bassiana*, se realizaron dos fases, de campo y de laboratorio. En la etapa de laboratorio se colocaron en cajas Petri especímenes de picudo negro con alimento y se le aplicó diferentes dosis de dicho hongo entomopatógeno y se observó que el hongo coloniza al insecto hasta provocarle la muerte, sin embargo a nivel de campo los resultados fueron distintos, pues el insecto únicamente fue inoculado una vez y el hongo entomopatógeno no fue efectivo, además las lecturas se tomaron 2 días después de realizada la aplicación por lo que se asume que el biocontrolador no logró desarrollarse completamente (Rodríguez, 2008).

2.2 Cultivo del Banano

2.2.1 Descripción botánica

Según Soto (1985), el banano es una planta herbácea con pseudotallo aéreo que se origina de cormos carnosos de los cuales se desarrollan numerosas yemas laterales o hijos. Las hojas tienen una distribución helicoidal (filotaxia espiral) y las bases foliares circundan el tallo dando origen al pseudotallo hasta alcanzar la superficie.

El cormo emite ramificaciones laterales a las que se les denomina retoños. Las hojas aparecen dispuestas en forma helicoidal e imbricadas formando el falso tallo (pseudotallo), el cual es cilíndrico, recto y rígido, llegando a una altura de hasta los 6 metros (Soto, 1985).

El sistema radicular primario, es reemplazado muy pronto por un sistema de raíces adventicias. El origen y desarrollo de las raíces adventicias es similar al de las laterales, el cuales endógeno. Las raíces de banano poseen forma de cordón y aparecen en grupos de 3 a 4, el diámetro oscila entre 5 y 10 mm y pueden alcanzar una longitud de 5 a 10 metros (Rodríguez & Barrich, 1979).

2.2.2 Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del Banano.

Taxón	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa sapientum</i>

(Villegas, *et al*, 2011).

2.2.3 Enfermedades que afectan el cultivo del banano

Dentro de las principales plagas y enfermedades que presenta el cultivo de banano, se pueden mencionar:

a) Sigatoka Negra

De acuerdo a IICA (2004), se ha convertido en la enfermedad más perjudicial para la producción actual de banano. Afecta el crecimiento y la productividad de las plantas y es el motivo principal por el cual los exportadores rechazan la fruta. El hongo *Mycosphaerela fijiensis Morelet* reduce la fotosíntesis, así como el tamaño del fruto, e induce a una maduración prematura.

b) Mal de Panamá ó "Veta Amarilla"

Ocasionada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, el síntoma provocado es un amarillamiento del área foliar de la planta (IICA 2004).

c) Ahongado del banano o "Punta de Cigarro"

Ocasionada por el hongo *Verticillium* o *Stachylidium theobromae* que produce una necrosis en la punta de la fruta, que se asemeja a la ceniza de un puro (IICA, 2004).

d) *Deightoniella torulosa*

En los últimos años han aparecido ataques de este hongo en los frutos, que provoca el desarrollo de unas manchas de un color verde oscuro de aspecto aceitoso, de unos 4mm de diámetro que poseen en su centro una puntuación similar a una picadura de insecto pero que no lo es (IICA 2004).

e) Enfermedad de Moko

Se trata de una marchites bacteriana que está tomando cada vez más incidencia en toda el área del Caribe el agente causal es *Ralstonia solanacearum* raza 2, (IICA 2004).

2.2.4 Plagas insectidas

Entre las principales plagas se encuentra el picudo negro.

Picudo negro

El adulto es un escarabajo de color Negro que mide cerca de 13 mm de largo, son nocturnos y se alimentan de material orgánico. La hembra abre un agujero en el corno a nivel del suelo y coloca huevos individuales, este tiene la capacidad de producir de 10 a 120 huevos, los que eclosionan después de cinco a siete días, las larvas son de color blanquecino, su ciclo larval dura de 20 – 25 días (Bustamante, 2000).

Las larvas empúpan en las galerías cerca de la superficie del corno su estado de pupa se desarrolla dentro del corno y dura de 4 a 22 días, el adulto emerge posteriormente, el cual puede vivir de dos a cuatro años, permanecen en el interior del corno, de 6 a 30 días para luego salir al exterior (Bustamante, 2000).

a) Clasificación taxonómica

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del Picudo Negro.

Taxón	Clasificación
Reino:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleóptera
Familia:	Curculionidae
Género:	<i>Cosmopolites</i>
Especie:	<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar, 1824

(Paucar, 2012).

b) Morfología del insecto

El insecto adulto tiene 1,1cm de longitud. Cuerpo de color negro brillante estrecho-alargado, superficie glabra, cubierta por abundantes y pequeños poros en la región

dorsal del tórax y del abdomen (Vallejo, 2007).

La cabeza es compacta, pequeña si se compara proporcionalmente con el resto del cuerpo; la superficie es brillante con diminutas puntuaciones. Los ojos oscuros y ovalados, ocupan más de la mitad del ancho de la cabeza; pico oscuro, largo y curvo con gran cantidad de pequeños poros; inserción antenal amplia, por encima de la línea media ocular, sobre la base del pico. (Figura 12) (Vallejo 2007)

Según Vallejo (2007), las antenas del tipo clavadas-acodadas, de 9 segmentos, presenta sedas cortas y escasas, el escapo, alargado, alcanza casi la mitad de la longitud total de la antena. Se observan poros sensoriales muy pequeños en la mayoría de los individuos. Respecto al funículo, los segmentos II y VII son de forma similar, cubiertos por sedas cortas y finas, los segmentos II y III son más largos que los siguientes, los segmentos IV al VI son iguales en longitud, muestra sedas pequeñas abundantes y bien distribuidas (Figura 12).

Las mandíbulas son de color oscuro, fuertemente esclerosadas, pequeñas de forma sub triangular y simétricas; cóndilo amplio en posición basal, presenta tres incisivos apicales puntiagudos y un molar en posición medial de forma semi redondeada. La maxila presenta el cardo y el estípite fusionados, palpífero membranoso bien definido; palpos maxilares cada uno compuesto de tres segmentos. (Vallejo 2007).

En el tórax, el pronoto es ovalado y alargado, superficie brillante que exhibe diminutos poros. En su porción media se aprecia un espacio estrecho; el margen basal es amplia, la distal es más estrecha. Los élitros son rectos y estrechos, se van curvando mientras cubren la parte posterior del abdomen.

En vista dorsal, desde el mesotórax hasta la parte media del último segmento abdominal; se observa en cada uno de ellos nueve estrías. Las alas posteriores son membranosas, hialinas; de venación sencilla debido a que no son buenos voladores,

las venas costal, subcostal, radial, medial, cubital y primera anal no muestran ramificaciones. El protórax exhibe bordes laterales semi-redondeados, cada uno de los extremos basal laterales se adelgazan hasta dar la apariencia de espinas, la superficie ventral presenta poros notorios, una sutura posterior separa el prosternum del proepimeron; las procoxas se ubican basalmente y sus cavidades ocupan casi la tercera parte del escleritopro torácico, (Figura 13) (Vallejo, 2007).

El mesotórax y el metatórax presentan poros distribuidos irregularmente; el mesotórax es corto, trapezoidal y su margen posterior sinuosa, la margen posterior del metatórax es más amplia. Las Coxas sonde coloración oscura, presentan poros diminutos, (Figura 13) (Vallejo, 2007).

Las patas anteriores son largas y finas, el trocánter es pequeño, triangular, está separado del fémur por una sutura membranosa; el fémur es amplio, largo su cilíndrico, se va ampliando hacia su zona distal, la tibia es delgada, redondeada, presenta espina tibial en la inserción con los tarsos, así como sedas cortas a los lados. Los tarsos con cuatro tarsómeros, el tarsómero basal es más largo que los tarsómeros II y III; estos últimos tienen forma triangular; el tarsómero IV es delgado y alargado, se proyecta desde la base superior del tarsómero III. En La región distal se insertan las uñas curvas y sencillas. La disposición de las sedas para cada uno de los tarsómeros se encuentra en su cara ventral, y se aprecian grupos de sedas cortas hacia los bordes y algunas largasen la parte apical; el tarsómero IV presenta sedas cortas y escasas. No se observan diferencias en las patas anteriores, medias y posteriores, (Figura 13) (Vallejo 2007).

c) Rango de hospederos

Según Abera (1999), establece que *Cosmopolites sordidus* ataca especies de *Musa sapientum* *Ensete ventricosum* (cuadro 3). El Picudo ataca a la planta hospedera en todas sus etapas, incluyendo los residuos del cultivo ya cortados. Los rizomas cortados,

son especialmente atractivos para los Picudos del banano. Por lo tanto, los brotes desprendidos utilizados como “mulch” pueden ser especialmente vulnerables al ataque y permitir el incremento de la plaga. Los huevos tienden a ser depositados en los pseudotallos y en segundo lugar en el rizoma, raramente son depositados en las raíces.

En estado natural la mayoría de huevos está en las plantas florecientes. Las larvas de *C. sordidus* pueden moverse de plantas madres a hijas (por ejemplo los retoños). La alimentación de los Picudos en la superficie de los rizomas puede desprender las raíces y el daño interno puede afectar el crecimiento de la raíz.

Cuadro 3. Rango de hospederos del picudo negro

Tipos hospederos	Especies
Hospederos primarios	<i>Musa paradisiaca</i> (plátano), <i>Musa sapientum</i> (banano)
Hospederos secundarios	<i>Musa textilis</i> (cáñamo de Manila).
Partes afectadas de la planta	Raíces y tallos.
Etapas afectadas de la planta	Etapa de plántulas, etapa de crecimiento vegetativo, etapa de floración, etapa de producción de frutos y etapa pos cosecha.

(Abera,1999)

d) Ciclo de vida

Según Whalley (1958), menciona que el ciclo de vida del *C. sordidus* está constituido por las siguientes cuatro etapas: (Figura 5).

Huevos: El huevo es un óvalo alargado, mide cerca de 2 mm de largo y es de un color blanco puro.

Larvas: Llegan a medir 12 mm de largo, es de un color blanco cremoso, robusta, corpulenta, sin patas, se caracteriza por estar curvada e hinchada al centro (segmentos abdominales del 4 al 6).

Pupas: Son de color blancas, casi 12 mm de largo. Comienza a notarse la forma adulta. El último segmento abdominal con una espina ventral grande y dos finas a los lados, superficie dorsal con cuatro papilas, con una espina simple cada una.

Adultos: Estos son negros o café muy oscuro. Bajo condiciones tropicales, la etapa del huevo dura normalmente entre 6 y 8 días, mientras que el período larval es de entre 20 y 25 días. La incubación toma cerca de 8 días en el verano y después de eclosionar, las larvas hacen túneles en los tejidos de la planta huésped. Estas desarrollan por completo luego de alrededor de 20 días, luego de los cuales cavan hasta cerca de la superficie del bulbo y de la cámara oval en la que estas pupan. Los adultos emergen en 5 - 8 días.

e) Daños en rizomas y raíces

Los Picudos Negros adultos son atraídos por las sustancias volátiles emanadas de las plantas hospederas. Los rizomas cortados presentan una atracción especial. Por lo tanto, puede ser difícil establecer un nuevo cultivo en campos infestados anteriormente o cerca de los campos severamente infestados.

Los Picudos Negros del banano son atraídos por los rizomas cortados, lo que convierte a los retoños que se utilizan como material de plantación especialmente susceptible al ataque. Se han registrado pérdidas de más de 40% del cultivo debido al Picudo Negro del banano (Ecured, 2011).

Los Picudos Negros interfieren con la iniciación de las raíces, matan las raíces existentes, limitan la absorción de nutrientes, reducen el vigor de las plantas, demoran la floración y aumentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, el

rompimiento de los rizomas, volcamiento), así como también reduce el peso del racimo hasta un 28% (Ecured, 2011).

f) Métodos de control

Los métodos de control para el Picudo Negro del plátano probablemente varían de sistema a sistema y reflejan la importancia y el estado de la plaga del Picudo Negro. En las plantaciones comerciales, el control químico es el método más difundido para controlar el Picudo Negro (Ecured, 2011).

g) Control químico

El control que se realiza en las plantaciones bananeras comerciales es principalmente químico, utilizando nemátocidas con actividad insecticida e insecticidas específicos aplicados en la base de la planta. Los insecticidas son de acción rápida y eficaz. Anteriormente se utilizaban ampliamente los insecticidas, pero eventualmente fueron abandonados debido al desarrollo de resistencia y a las implicaciones ambientales (Ecured, 2011).

Los compuestos botánicos pueden servir como sustitutos de los plaguicidas. La inmersión de los retoños en una solución a 20% de semillas de neem durante la siembra, protege a los retoños jóvenes de los ataques de los Picudos Negros reduciendo la ovoposición a través del efecto repelente sobre los Picudos Negros adultos (Ecured, 2011).

h) Control cultural

Es el único medio comúnmente disponible mediante el cual los pequeños productores con recursos limitados pueden reducir las poblaciones establecidas.

Donde sea posible, las nuevas áreas de producción deben ser establecidas en los campos no infestados utilizando material de plantación limpio. Las plántulas

procedentes de los cultivos de tejidos se utilizan ampliamente en las plantaciones bananeras comerciales para el control de plagas y enfermedades. En los lugares donde el cultivo de tejidos no está disponible, los agricultores deberían pelar los retoños para remover las larvas y huevos de los Picudos Negros (Ecured 2011).

Los retoños severamente dañados no deben ser utilizados para la siembra. El tratamiento con agua caliente también ha sido promovido ampliamente para el control de los Picudos Negros y nematodos. Las recomendaciones sugieren la inmersión de los retoños pelados en tinas con agua caliente a 52-55 °C por 15-27 minutos (Ecured 2011).

Estos baños son muy eficaces para eliminar los nematodos, pero matan sólo una tercera parte de las larvas de los Picudos Negros. De esta manera, es más probable que el material de plantación limpio proporcione protección contra los Picudos Negros solo durante unos pocos ciclos de cultivo (Ecured, 2011).

i) Control biológico

Los agentes del control biológico (incluyendo artrópodos y hongos entomopatógenos) se encuentran bajo estudio y pueden convertirse en agentes importantes en el desarrollo de estrategias integradas para el manejo del Picudo Negro del banano. El Picudo Negro es más importante en los lugares donde es una plaga introducida (África, Australia, América), sugiriendo que el control biológico clásico puede ser posible. Se encontraron varios escarabajos predadores alimentándose de las larvas de los Picudos Negros en el área de origen del insecto en el Sudeste de Asia (Ecured, 2011).

Sin embargo, los intentos de introducir estos enemigos naturales en otras regiones bananeras en gran parte fracasaron. La investigación de los depredadores endémicos (escarabajos, tijeretas) en África sugiere sólo un potencial limitado para el control en las

condiciones de campo. Las hormigas pueden ser alentadas a anidarse en los pedazos de seudotallo que luego pueden ser utilizados para su propagación. Las hormigas están muy propagadas y también pueden ser predadores importantes del Picudo Negro en otras localidades (Ecured, 2011).

2.2.5 Nematodos benéficos

Los nematodos entomopatogénicos pueden utilizarse como agentes de control biológico y se encuentran disponibles en forma comercial en muchos países de Latino América, Utilizándose exitosamente contra Picudos de la raíz de plátano y larvas de insectos perforadores de tallos (Poinar y Thomas, 1983).

Un alto número de especies y cepas de *Sterneinema* y *Heterorhabditis* son utilizados como agentes de control biológico de plagas en cultivos protegidos y cultivos intensivos de invernadero (Richardson, 1992). Algunos nematodos pueden penetrar la cutícula o la piel del insecto (Hanson, 1993). Barbercheck y Wang (1996) señalan que, en contraste con otros grupos de nematodos, los *Steinernematidos* y *Heterorhabditidos* son preferidos como entomopatogénicos por su asociación mutualista con bacterias del genero *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, respectivamente, que causan una septicemia en los insectos.

a) Ciclo de vida

De acuerdo con Ecured (2012), los nematodos de esta familia poseen un ciclo de vida simple que incluye el huevo y 4 estadios Juveniles, separados por mudas:

Huevo, L1 primera muda, L2 segunda muda, L3 (infectivo) tercera muda L4, cuarta muda (adulto). El L3 siendo el tercero, único capaz de sobrevivir fuera del hospedante, además de poseer en su interior la bacteria simbiótica la cual transporta de un insecto a otro.

Los juveniles infectivos penetran al hospedante por vía oral, anal, espiráculos o tráquea, en el caso de *Heterorhabditis* también a través del tegumento intersegmental, se dirigen

al hemocele donde se liberan las bacterias, las cuales se multiplican y causan la muerte del insecto al provocar una septicemia en 24-96 horas. Estas bacterias producen antibióticos que impiden la proliferación de otros organismos y por tanto preservan los tejidos semi descompuestos del huésped, los que son aprovechados por los nematodos para su alimentación y multiplicación.

Los nematodos continúan su desarrollo (muda) y llegan al estado y posteriormente pasan a adultos. En el mismo hemocele copulan y dan lugar a una nueva progenie que si las condiciones son favorables el juvenil L3, infectivo sale del insecto y busca un nuevo hospedante.

La bacteria asociada cuando se libera en la hemolinfa puede, producto de su metabolismo, producir sustancias alimenticias que son asimiladas por los nematodos. La muerte del insecto se asocia a la liberación de toxinas por la bacteria y a una septicemia provocada por la multiplicación bacteriana.

2.2.6 Hongos entomopatógenos

a) Mecanismos de acción de hongos entomopatógenos

Córdova (2010), menciona que los hongos entomopatógenos constituyen un grupo de microorganismos en donde la ingestión por el hospedero no es un requisito para llevar a cabo el proceso de infección, debido a que la enfermedad puede ser desarrollada por contacto del patógeno con su hospedero, logrando una penetración directa de la cutícula.

Córdova (2010), señala, que el desarrollo de la infección de un HEP en su insecto huésped son el resultado de la interacción entre el patógeno y el hospedero, dicha interacción está determinada por la velocidad de germinación, y de reproducción del patógeno, así como la tasa y velocidad de esporulación, el tiempo de exposición del insecto al patógeno, la producción de toxinas por parte del HEP y el estado de desarrollo y ciclo de vida del insecto hospedero.

Córdova (2010), describe que el proceso de la enfermedad de los HEP sobre los hospederos se puede dividir en las siguientes fases: adhesión, germinación, formación de aspersorios y estructuras de penetración, colonización y reproducción del patógeno. En todos los casos la unidad infectiva es la espora o el conidio que inician su proceso infectivo cuando las esporas viables son retenidas en la superficie del hospedero, y se realiza la asociación entre patógeno y hospederos.

b) La adhesión

Según Brinkman y Gardner (2000), Leger (2007), mencionan que la adhesión de la espora a la cutícula del hospedero es el primer contacto que hace la espora con la superficie del hospedero; las características físicas y químicas de las superficies de la cutícula del insecto y la espora son las responsables de esta unión. En algunos hongos, la adhesión es un fenómeno no específico, mientras en otros, esto es un proceso específico, determinado por componentes como la glicoproteína que pueden servir como un receptor específico para las esporas.

c) Germinación

Córdova (2010), especifica que es el proceso mediante el cual una espora emite uno o varios pequeños tubos germinativos, que al crecer o alargarse dan origen a las hifas. La espora que germina en el insecto forma un tubo germinativo a través de las hifas penetrando en la cutícula del insecto, después que las hifas penetran en el insecto forma un apresorio el cual ayuda a la adhesión de la espora.

d) Penetración

Según Córdova (2010), la penetración ocurre en la cutícula del insecto como resultado de la combinación entre la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica por el tubo germinativo.

La acción enzimática está determinada principalmente por proteasas, lipasas y quitinasas las cuales causan degradación de la cutícula, lo que facilita la penetración física. Esta acción depende de las propiedades de la cutícula como su grosor, esclerotizarían y la presencia de sustancias anti fúngicas y nutricionales, así las enzimas del HEP degradan la cutícula del insecto ayudadas por presión mecánica, algunos hongos como *Metarrizhium anisopliae*, producen un mucílago y un apresorio que asiste el anclaje de la espora a la superficie. El resultado de la germinación y la penetración no depende necesariamente del porcentaje total de germinación sino del tiempo de duración de la germinación, modo de germinación, agresividad del hongo, el tipo de espora y la susceptibilidad del hospedero.

e) Invasión y proliferación

Los hongos producen cuerpos que flotan libremente e invaden el hemocele hasta ocasionar la muerte. La muerte de los insectos que se produce por agotamiento de los nutrientes de la hemolinfa, bloqueo o inmovilización de elementos del sistema inmune y/o por toxemia, causada por metabolitos tóxicos del hongo (Cordova, 2010).

f) Factores ambientales y su relación con hongos entomopatógenos

Lingg y Donaldson (1981) y Rosas (2003), Thompson (2006) y Pucheta (2006) mencionan que uno de los aspectos más importantes cuando se utilizan hongos entomopatógenos para el combate de plagas, se relaciona con la fase de la germinación de los conidios. Esta fase está influenciada por las condiciones ambientales del lugar principalmente la temperatura, luz, precipitación y la humedad relativa, además de factores físicos y químicos relacionados al entomopatógeno y al hospedante. Otros factores que inhiben el crecimiento del hongo es el uso de fungicidas, insecticidas y coadyuvantes (Rivera, 2011).

Hongos entomopatógenos bajo condiciones controladas han demostrado altas mortalidades sobre el Picudo; sin embargo, esto no asegura que en condiciones de campo su eficacia sea igual, ya que los factores antes mencionados inciden

directamente en la actividad del entomopatógeno. La temperatura favorable para la germinación de los hongos imperfectos es de 25 °C. Por otro lado (Rivera, 2011).

g) Mecanismo de infección de *Beauveria bassiana*

El potencial de este microorganismo en el control biológico de insectos ha permitido su inclusión en diversos programas de manejo integrado de plagas que atacan cultivos de importancia económica en el mundo.

La acción del hongo sobre el insecto es facilitada principalmente por una gran variedad de metabolitos secundarios producidos a lo largo del proceso de infección. El proceso patogénico se inicia en la cutícula del insecto, con la germinación de los conidios y la producción de hifas invasoras, las cuales penetran los tejidos a través de los intersticios y partes blandas del insecto, dando inicio de esta forma a la actividad enzimática degradativa de la cutícula. Las hifas se ramifican, colonizan y llegan hasta la cavidad hemocélica del insecto, donde se produce una masa micelial por el crecimiento del hongo. En muchos casos, el insecto puede ser colonizado totalmente por el hongo. Además, se liberan toxinas, las cuales están implicadas en el bloqueo del desarrollo fisiológico y pueden causar la muerte del insecto. La presencia de enzimas hidrolíticas suele facilitar cada etapa de infección del hongo y adicionalmente puede ser importante en la invasión del hemocele del insecto (Grijalba, 2009).

2.3 Productos a utilizar en la investigación

2.3.1 Nematodos benéficos (*Heterorhabditis bacteriophora*).

Según Agrícola el sol (2013), presenta ficha técnica del producto:

Ingrediente activo

Nematodos benéficos (*Heterorhabditis bacteriophora*). En forma de huevos, larvas, adultos y hembras grávidas. Producción sobre larvas de lepidópteros para mayor virulencia.

Almacenaje

Manténgase en aire acondicionado o a temperatura cercana a 15 g. Centígrados hasta que se apliquen. No dejarlo al sol directo periodo máximo de almacenaje: 6 semanas.

Aplicación

Revolver bien pero despacio la arena dentro de la bolsa y esparcirla tal como viene sobre las áreas a tratar riegue la superficie del suelo donde se aplicarán previos a aplicar sobre tierra húmeda durante la temporada lluviosa. Para óptimos resultados aplique en horas de la tarde o al anochecer evitando el sol directo. No trabajan en tierra seca.

Seguridad

No son dañinos para las personas, animales domésticos, plantas o lombrices de tierra, no aplicarlos junto o inmediatamente con fertilizantes químicos, herbicidas insecticidas, enmiendas de cal u otras sustancias cáusticas o tóxicas. Por su inocuidad están exentos de registro en EPA.

Modo de acción

Los nematodos benéficos penetran a los insectos, llevan en su interior una bacteria que los invade matándolos en el curso de 72 horas, en el caso de las gallinas Ciegas mueren en 15 días, los Nematodos completan su ciclo biológico en el interior de los insectos y se reproducen en grandes cantidades, al consumir los tejidos susceptibles y agotar los nutrientes, las larvas juveniles infectantes abandonan el cadáver y se dispersan para encontrar nuevas víctimas.

2.6.2 TERABOVERIA® 0,5 L

Según Agrícola el sol (2012), presenta ficha técnica del producto:

Nombre comercial: TERABOVERIA 0,5 L.

Tipo de Producto: Insecticida en presentación líquida para aplicación en aspersión.

Presentación: Litros y canecas de 20 Litros.

Fabricante: Agrícola El Sol, 30 Calle 11-42 zona 12, Ciudad de Guatemala, GUATEMALA, 01012; PBX: + (502) 2476-0496; Sitio en la red: agricolaelsol.com. Empresa registrada como formuladora de plaguicidas biológicos con el #96 en el libro 1 folios 14 y 15 del registro empresas formuladoras y re-embasadoras de plaguicidas en el Departamento de Control y Registro de Plaguicidas del Ministerio de Agricultura de la República de Guatemala.

Licencia de operación sanitaria: DRPSA/ DGRVGS/UVMC/010-06.

Composición /información de los ingredientes

Ingrediente activo

Esporas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* Viull, mezcla en partes iguales de los aislados de Guatemala AESBbGc, AESBbMb y AESBbPb, a razón de 3.6×10^{11} esporas por Litro de producto comercial, equivalentes a 5 gramos de conidia (0,5% p/v).

Material inerte

Aceite mineral agrícola emulsificable, aceptado para aplicación en agricultura convencional y orgánica. El emulsificante es mezcla no iónica alkyl polisacáridos registrado en EPA para uso en agricultura.

Registro de libre venta en MAGA departamento de control y registro de plaguicidas, República de Guatemala: 96- 20.

Identificación de riesgos

No es irritante para la piel, si levemente para los ojos y mucosas por efecto de físico del aceite. No es tóxico para peces y otros organismos acuáticos. No es tóxico para seres humanos y animales domésticos.

Manejo y almacenamiento

Mantener el producto en su envase original bien cerrado en lugar seco apropiado para almacenarlo protegido de los rayos solares directos y temperaturas superiores a 35 grados centígrados. No transportarlo o guardarlo junto a alimentos o medicinas.

Control a la exposición /protección personal

Para la aplicación no genera vapores tóxicos de preferencia usar mascarilla contra polvos y gafas protectoras solo para evitar contaminación de nariz y ojos. Se recomienda lavarse las manos con jabón después de manipularlo o usar guantes desechables para evitar ensuciarse las manos.

Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Líquido oleoso viscosidad de Viscosidad SUS a 100°F, de 83.0 a 87.0. emulsificable en agua.

Color: Ámbar claro

Densidad: 0.930 g/ml. a 25 grados centígrados.

Punto de ignición: Superior a 160 grados centígrados.

Estabilidad y reactividad

No se han detectado reacciones de riesgo. No se producen productos riesgosos de descomposición. Exposición a temperaturas mayores de 35 grados durante más de treinta minutos inactivan las esporas del hongo.

Información toxicológica.

Toxicidad aguda: DL 50 Oral: > 5,000 mg/Kg.

DL 50 Dermal: > 2,500 mg/ Kg.

CL 50 Inhalación: > 2.5 mg/ metro cúbico (no es volátil)

Irritación: No es irritante para la piel, no se conocen síntomas. Levemente irritante a ojos y mucosas.

Información ecológica

No contamine las fuentes de agua con el producto o recipientes vacíos. No contaminar los ambientes terrestres o marinos con recipientes vacíos. El ingrediente activo o sean las esporas del hongo *Beauveria bassiana Vuill*, se degradan en el ambiente en presencia de humedad germinando en un periodo de veinte a cuarenta y ocho horas, si no encuentran un huésped apropiado son destruidas por la fracción ultravioleta de la luz

solar directa en término de 2 a 3 horas y seis días máximo por acción de los microorganismos y organismos descomponedores presentes en los ecosistemas. El agente inerte aceite mineral agrícola es destruido por los microorganismos del suelo. En ausencia de humedad y luz solar directa, las esporas o conidias a temperaturas cercanas a los diez grados centígrados pueden permanecer viables cerca de un año. Las esporas o conidia del hongo no son tóxicas para los peces.

Condiciones para desechar

Se recomienda desechar el producto esparciéndolo sobre tierra vegetal húmeda lejos de las corrientes de agua o nacimientos, los envases pueden entregarse para ser eliminados en los sitios de recolección de envases de agroquímicos.

2.4 Trampas tipo disco

El uso de trampas es un mecanismo eficaz para la aplicación de hongos entomopatógenos en condiciones de campo. Se obtiene mayor mortalidad del Picudo cuando se utilizan trampas tipo disco. La trampa tipo disco ha mostrado mayor capacidad de atracción de adultos de Picudo Negro que la trampa longitudinal. Esta se realiza utilizando el material o pseudotallo ya cosechado donde se le realiza un corte transversal dejándole canales de ventilación donde los Picudos se refugian y se alimentan (Figura 16) (Jiménez, 1990).

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema

En la actualidad el cultivo de banano presenta una serie de problemas fitosanitarios a nivel de campo donde el Picudo Negro constituye la plaga que mayores daños económicos representa a las plantaciones en Guatemala. Este insecto se alimenta del cormo y raíces provocando el volcamiento de las unidades productivas afectadas debido a que se ve disminuido el anclaje proporcionado por el sistema radicular, además por su hábito alimenticio provoca lesiones construyendo galerías en los tejidos lo que permite el ingreso de otros patógenos principalmente bacterias y nematodos, registrándose pérdidas de 10% de la plantación correspondiente a 7641 kg/ha/año (López, 2014).

En la zona bananera de la costa sur de Guatemala el manejo integrado de plagas y específicamente en La Zarca Ocos San Marcos se realiza a través del método químico-cultural, sin embargo el uso continuo de pesticidas ha generado que la plaga desarrolle resistencia a la molécula química (Imidacloprid), por lo que la empresa se ha visto obligada a aumentar las dosis recomendadas y a buscar otras moléculas químicas que puedan controlar el Picudo Negro aumentando de esta forma los costos por unidad de área productiva, además el uso recurrente de pesticidas en grandes cantidades en las plantaciones ha contribuido a la contaminación ambiental principalmente de las fuentes de agua subterráneas, ocasionando problemas al momento de trabajar con certificaciones y con el constante problema que representa la residualidad en los frutos.

De acuerdo con López (2014), con las nuevas exigencias de exportación el uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, se está restringiendo por las trazas residuales que provocan utilizar pesticidas de origen químico tal es el caso de la molécula Imidacloprid. La cual es utilizada como control para el Picudo Negro en La Zarca Ocos, aumentando los costos de producción en una plantación de banano.

Por lo anterior la empresa bananera busca alternativas que sean amigables con el ambiente, que no presenten residualidad, que no creen resistencia en el Picudo Negro y que no eleven los costos de forma significativa en la plantación de banano.

3.2 Justificación

Actualmente las plagas y enfermedades principalmente el picudo negro reducen hasta un 28% el peso del racimo lo que representa una menor producción anual, aunado a esto las lesiones que causa el Picudo Negro en el sistema radicular de las plantas ha registrado volcamientos de hasta el 38% de las plantaciones equivalente a 665 plantas/ha en época de lluvia.

Debido a la fuerte demanda de exportación de este cultivo y las normas de certificación que lo mercados internacionales exigen, se necesitan de nuevas estrategias para el manejo agronómico del cultivo y como opción viable a la problemática actual se dispone de agentes biocontroladores denominados hongos entomopatógenos los cuales no generan residualidad en el suelo y en el fruto por lo que no producen inconvenientes para exportación ni para el medio ambiente.

De acuerdo a investigaciones realizadas en el cultivo de Banano, se han utilizado cepas de *Beauveria bassiana* las cuales actúan desarrollándose y penetrando la cutícula del insecto provocándoles la muerte. A diferencia de los virus y bacterias tienen la capacidad de parasitar al hospedero de forma directa ingresando a través de espiráculos y la cutícula del insecto, ocasionándoles la muerte. Se ha evaluado el uso de *Beauveria bassiana* en plantaciones de Banano en la zona de investigación, utilizando diferentes dosis encontrando únicamente presencia de micelio a nivel de cutícula luego de dos días de realizada la aplicación de dichos hongos entomopatógenos sin llegar a controlar la plaga. En el caso del nematodo del género *Heterorhabditis* posee habilidad para buscar e introducir sus bacterias simbióticas del género *Phothonabdus*, dentro del cuerpo del insecto, matándolo por septicemia dentro de las 24-48 horas (López, 2014).

Es por tal motivo fue necesaria la investigación de 3 dosis y 3 frecuencias de aplicación de los biocontroladores *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* para el Picudo del banano.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Evaluación de aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* para el control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano, la Zarca Ocos San Marcos.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el número de insectos vivos por cada uno de los tratamientos a utilizar en el cultivo de banano.
- Determinar el número de insectos muertos en la aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* para el control de *cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano.
- Establecer el número de Picudos/trampa/día en el cultivo de banano la Zarca, Ocos San Marcos.
- Evaluar el porcentaje de insectos con presencia de micelio en especímenes de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano, la Zarca Ocos San Marcos.
- Evaluar el nivel de daño ocasionado por larvas de Picudo Negro en cormos de banano en aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* y para el control de *cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano, la Zarca Ocos San Marcos.

- Establecer el costo de aplicación para cada uno de los tratamientos a utilizar de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* para el control de *cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano la Zarca, Ocos San Marcos.

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alternas

Al menos uno de los biocontroladores presentará diferencia estadística significativa en el control de Picudo Negro en el cultivo de Banano.

Al menos uno de los biocontroladores presentará diferencia estadística significativa en insectos con presencia de micelio en el control de Picudo Negro en el cultivo de Banano.

Al menos una de las frecuencias de evaluación mostrará diferencia estadística significativa en el control de Picudo Negro en el cultivo de Banano.

Al menos un biocontrolador con una frecuencia de aplicación presentará diferencia estadística significativa en el control de Picudo Negro en el cultivo de Banano.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

La investigación se realizó en finca la Zarca, que tiene una extensión de 241 ha en producción de banano, se encuentra ubicada en el kilómetro 273 C.A. carretera al Pacífico en el municipio de Ocos san Marcos, Guatemala, sus coordenadas 14° 56'94" N -92° 18'42" O (Google earth, 2014).

6.1.2 Características edafoclimáticas

6.1.2.1 Topografía

Finca la Zarca se encuentra en un terreno no mayor de 3% de pendiente por lo que se considera un terreno plano.

6.1.2.2 Temperatura

Según Arreaga (2014), datos de estación meteorológica de finca la Zarca la temperatura es característica de la zona sub tropical, la mínima oscila 23° C mientras la máxima se mantiene entre 35° C, la temperatura promedio impera en 28° C.

6.1.2.3 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial media anual dentro de la finca es de 1,150mm. Con una altitud de 14 msnm (Arreaga, 2014).

6.1.2.4 Humedad relativa

Varía de acuerdo la época del año y al régimen de lluvias durante la época seca la humedad es de 30% y en la época lluviosa llega hasta un 75% (Arreaga, 2014).

6.1.2.5 Textura del suelo

Según la clasificación de Simmons (1964), la Zarca está ubicada en la zona del litoral del pacifico, y son clasificados dentro del grupo 11.c suelos serie Tiquisate, correspondiendo a los suelos franco arenosos.

6.1.2.6 Zona de Vida

Según la clasificación de Holdridge (1978), la región pertenece a una zona de vida es Bosque sub. -tropical seco, en esta zona de vida los días se presentan claros y soleados durante los meses que no llueve, y nublado en los meses de (enero-abril), la época lluviosa corresponde principalmente a los meses de junio a octubre.

6.2 Material experimental

6.2.1 Material vegetal

En la investigación se utilizó como material vegetal el pseudotallo de las plantas cosechadas recientemente para la elaboración de las trampas tipo disco donde se aplicaron las dosis de los hongos entomopatógenos.

6.2.2 Material biológico

Cuadro 4. Descripción de los entomopatógenos utilizados en el control de picudo negro.

Nombre comercial	Nematodos beneficios®
Ingrediente activo	<i>Heterorabditis bacteriophora</i>
Presentación	Emulsión concentrada
Concentración	0.4% de ingrediente activo
Dosis para la investigación	10,20, 30 ml/litro de solución

Nombre comercial	Teraboveria® 0.5 L
Ingrediente activo	<i>Beauveria bassiana viull</i>
Presentación	SL. Solución líquida
Concentración	0.5 % de ingrediente activo
Dosis para la investigación	2, 2.5, 3 ml/litro de solución

6.3 Factores a estudiar

Factor A: El factor A fue cada uno de los diferentes biocontroladores a utilizar en la presente investigación, siendo este el factor más importante.

Factor B: Este factor representó las tres frecuencias de aplicación de las dosis de la mezcla de biocontroladores.

6.4 Descripción de los tratamientos

Para la investigación de control biológico de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano. Se evaluaron los siguientes tratamientos.

Cuadro 5. Tratamientos a evaluar utilizando diferentes concentraciones y tres frecuencias de aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora* Y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	Frecuencia de aplicación	Concentración Biocontrolador (%)		Abreviación
		<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	
1	5 días	0	0	TESTIGO
2		0	3	B0 – H3
3		0.2	2	B0.2 – H2
4		0.25	1	B0.25 – H1
5		0.3	0	B0.3 – H0
6	8 días	0	0	TESTIGO
7		0	3	B0 – H3
8		0.2	2	B0.2 – H2
9		0.25	1	B0.25 – H1
10		0.3	0	B0.3 – H0
11	10 días	0	0	TESTIGO
12		0	3	B0 – H3
13		0.2	2	B0.2 – H2
14		0.25	1	B0.25 – H1
15		0.3	0	B0.3 – H0

6.5 Diseño Experimental

En la investigación se utilizó un diseño bifactorial con arreglo en parcelas divididas con cuatro mezclas de biocontroladores y tres frecuencias de aplicación. El experimento se trabajó por tres bloques (repeticiones) divididos cada uno en tres parcelas grandes (frecuencias de aplicación) las cuales se subdividieron en cuatro parcelas pequeñas (mezclas de biocontroladores) que representó cada uno de los tratamientos.

6.5.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = U + R_i + A_j + E_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta asociada a las frecuencias y mezclas de biocontroladora utilizar.

U = Efecto de la media general

R_i = Efecto asociado al i -ésimo bloque.

A_j = Efecto de las cuatro mezclas debiocontroladores a utilizar.

E_{ij} = Error experimental asociado a la parcela grande (error a)

B_k = Efecto de las frecuencias a utilizar.

AB_{jk} = Efecto de la interacción dosis y biocontroladores de Picudo Negro.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la parcela pequeña (error b)

6.6 Unidad experimental

Las unidades experimentales fueron constituidas por 4 trampas tipo disco distribuidas en un área de 36 m^2 , formando así la parcela pequeña correspondiente a cada una de las mezclas de biocontroladores a utilizadas. Las trampas tipo disco se usaron para realizar las aplicaciones de los diferentes tratamientos sabiendo que los Picudos serian atraídos por las trampas.

La parcela grande estuvo formada por 5 parcelas pequeñas de 36 m^2 cada una, por lo que la parcela grande constó de 180 m^2 . A continuación se describe el tamaño de la parcela pequeña y la parcela grande como se detalla en la siguiente figura:

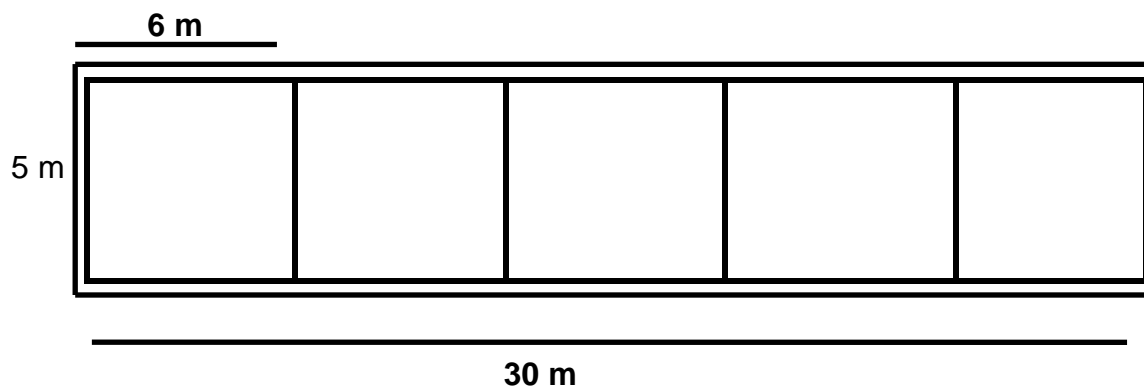


Figura 1. Esquema de parcela bruta y neta en la evaluación de diferentes frecuencias de aplicación de dos biocontroladores de Picudo en el cultivo de Banano.

6.7 Croquis

Presentación de los tratamientos en un diseño bifactorial combinatorio en parcelas divididas a nivel de campo.

	5 días					10 días					8 días				
R1	B2H2	B0H3	B2.5H1	B3H0	T	B3H0	T	B2H2	B2.5H1	B0H3	B2.5H1	T	B2H2	B2H0	B0H3
	8 días					10 días					5 días				
R2	B2.5H1	B2H2	B0H3	T	B3H0	B2H2	B3H0	B2.5H1	B0H3	T	B3H0	B2H2	T	B2.5H1	B0H3
	8 días					5 días					10 días				
R3	B0H3	B3H0	T	B2.5H1	B2H2	T	B2H2	B3H0	B2.5H1	B0H3	B0H3	B3H0	B2H2	B2.5H1	T

Figura 2. Croquis de campo empleado en la investigación para control biológico de *Cosmopolites sordidus*.

6.8 Manejo del experimento

6.8.1 Identificación y rotulación del área experimental

Se efectuó la identificación y rotulación de cada una de las parcelas brutas y las parcelas netas tal y como se especificó en el croquis de campo, para ello se utilizaron rótulos de madera de 0.3 m x 0.3 m con la nomenclatura correspondiente a cada tratamiento.

6.8.2 Realización de trampas

Se realizaron cuatro trampas tipo disco por cada parcela pequeña, utilizando el material vegetal del área de investigación. Distribuyéndolas en un área de 36 m² de tal forma que quedaran espaciadas dentro del área destinada.

6.8.3 Preparación de dosis

Para la preparación del producto se utilizaron nemátodos benéficos ® y Teraboveria 0.5®. El primero en una presentación de emulsión concentrada mientras que el segundo en una solución líquida. Para ello se formularon las mezclas correspondientes de acuerdo a la concentración (%) establecida para cada uno de los tratamientos a evaluados, tal y como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Cantidad de conidios, organismos/dosis y solución de producto a utilizados por 1 litro de agua para el control de Picudo Negro en Banano.

Biocontrolador	Concentración (%)	solución ml/L	organismos/dosis
	0	0	0
	0.2	2	1.44x10 ¹¹
	0.25	2.5	1.8x10 ¹¹
<i>Beauveria bassiana</i>	0.3	3	2.16x10 ¹¹
	0	0	0
	1	10	2x10 ¹²
	2	20	4x10 ¹²
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	3	30	6x10 ¹²

6.8.4 Preparación de la mezcla

Durante la preparación de la mezcla se utilizaron atomizadores esterilizados con capacidad de 2 L, se corrigió el pH del agua utilizada obteniendo un pH de 6.5 para la eficiencia de los organismos benéficos. Se determinó la cantidad de producto a utilizar por atomizador y se agitó durante 30 segundos.

6.8.5 Aplicación de la mezcla

Las aplicaciones se realizaron de acuerdo a las 3 frecuencias de aplicación establecidas (5, 8 y 10 días), haciendo un total de 3 aplicaciones por cada frecuencia, las aplicaciones se hicieron directamente en las trampas tipo disco distribuidas en las parcelas netas.

6.8.6 Revisión de trampas

Las trampas se revisaron antes de la primera aplicación y 8 días después de realizada la primera aplicación, realizando revisiones periódicas hasta 15 días después de realizada la última aplicación.

6.8.9 Evaluación de daño de rizoma

Se efectuaron muestreos mensuales para evaluar la cantidad de galerías o túneles en los cormos o rizomas, provocados por la larva del Picudo Negro, determinando el porcentaje de daño por medio de la escala de Bridge, para ello se tomaron las plantas cosechadas que se encuentren dentro de los 36 m² de cada parcela pequeña.

6.9 Variables de respuesta

6.9.1 Número de insectos vivos y muertos

Se realizaron revisiones periódicas a cada 15 días después de la última aplicación durante 2 meses con diferentes mezclas de biocontroladores utilizados, se cuantificaron la cantidad de insectos vivos que presentaron movilidad al momento de la toma de datos. Para la variable de Picudos muertos se tomó como referencia la cantidad de insectos que presentaron ausencia de movilidad.

6.9.2 Porcentaje de insectos con presencia de micelio

Para esta variable se consideraron la cantidad de Picudos dentro de las trampas que presentaron crecimiento de micelio en el exoesqueleto, las observaciones se efectuaron con ayuda de un microscopio luego de realizada la colecta de especímenes 15 días después de la última aplicación de biocontroladores.

6.9.3 Promedio de Picudos capturados/trampa/día

$$PPC = \frac{((\sum (PTx+PTy)) / 2) (Fy-Fx)}{(F. \text{ final}-F. \text{ inicial})}$$

PPC= Promedio de Picudos/día.

PTx= Número de Picudos encontrados en toma de datos x

PTy= Número de Picudos encontrados en toma de datos y

Fy-Fx= Diferencia en días entre la toma de datos y la toma de datos x.

F. final- F. inicial= Diferencia en días entre la fecha final y la fecha inicial del experimento (Muñoz M. 2001).

6.9.4 Porcentaje de insectos muertos.

Se determinó el porcentaje de insectos muertos a través la siguiente formula Muñoz M. (2001).

$$\% \text{Insectos Muertos} = \left(\frac{\text{Total de insectos muertos}}{\text{Total de insectos capturados}} \right) \times 100$$

6.9.5 Nivel de daño de cormos

Para determinar el nivel de daño de la larva del *Cosmopolites sordidus* se realizaron mensualmente evaluaciones de daño de rizoma en cada uno de los tratamientos. Esta determinación se hizo mediante el uso de coeficiente de infestación, donde se tomaron dos rizomas de unidades productivas recientemente cosechadas, se desenterró el cormo o rizoma para cuantificar el número de galerías o túneles provocados por la larva y se determinó aplicando la escala de Bridge (Ruiz, 2007).

La escala de Bridge consiste de una apreciación visual de las lesiones o galerías en el cormo, para lo cual se le hace un corte en forma de anillo o banda en su periferia y se cuantifica el número de orificios provocados por las larvas del Picudo Negro. El

siguiente cuadro es una representación de la escala constituida por cuatro niveles de lesión de rizoma (Ruiz, 2007).

Cuadro 7. Escala de daño de Bridge utilizado para determinar la severidad de ataque del Picudo Negro (Bridge, 1988).

Nivel	Tipo de lesión	% de tejido dañado	Número de galerías
1	Cero galerías	Tejido blanco sin túneles	Sin Picudo
2	Lesión ligera	<10% tejido expuesto con túneles	Hasta 20 galerías
3	Lesión moderada	11-30% tejido con túneles	Hasta 40 galerías
4	Lesión severa	>30% de tejido con túneles	Hasta 100 galerías

(Ardon, 2003) (Brinkman y Gardner, 2000; Leger, 2007).

6.9.6 Costos de aplicación.

Para la estimación de los costos, se realizaron presupuestos parciales y totales de cada uno de los tratamientos investigados para determinar la rentabilidad para su implementación.

6.10 Análisis de la información

6.10.1 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, se realizó el análisis de varianza empleando un Statistical Analysis System (S.A.S) 1997 vr 6.12 para Windows, a las frecuencias de aplicación y mezclas de biocontroladores utilizados, seguidamente se realizó una comparación múltiple de medias utilizando el cuadro de Tukey α 0.0 5% para comparar diferencias obtenidas entre los tratamientos.

6.10.2 Costos de aplicación

Para analizar la información desde la perspectiva económica se realizó un análisis comparativo de costos de aplicación para cada tratamiento evaluado, a través de los insumos y la estimación de costos asignados para dicha plaga. Se analizó cada tratamiento a evaluar para determinar cuál de estos genera mayor beneficio en relación a los mismos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación del control biológico del *Cosmopolites sordidus*, en el cultivo de Banano (*Musa sapientum*). Se presenta las diferentes variables medidas.

7.1 Número de picudos vivos

En el cuadro 8 se presenta el resultado del conteo del Número de insectos vivos, luego de la inspección o muestreo.

Cuadro 8. Número promedio de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	16.00	24.00	9.00
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	34.00	43.00	35.00
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	23.00	46.00	23.00
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	42.00	26.00	29.00
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	45.00	39.00	42.00

el cuadro 8, se puede observar que el tratamiento Testigo reportó el menor número de picudos vivos para las tres frecuencias estudiadas. Al aplicar los productos biológicos, el mayor número de insectos se encontró cuando se aplicó el tratamiento B2-H2 y frecuencia de 8 días, con un valor promedio de 46

Para la esta variable, en el tratamiento testigo no se obtuvieron datos cuantitativos ya que no se aplicó ningún tipo de biocontrolador, entonces fue necesario realizar una transformación de datos, ya que según situn, si existe presencia de ceros, la transformación debe ser Raíz ($x + 1$); con el objeto de que se pueda realizar el análisis de varianza y poder determinar la diferencia de al menos un tratamiento con efecto diferente a de los demás.

Cuadro 9. Datos transformados Raíz (x+1) para número de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	3,9	4,9	2,9
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	5,8	6,4	5,4
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	4,9	6,8	4,8
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	6,3	5,1	5,0
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	6,6	6,1	6,1

Se realizó un análisis de varianza a los datos, para establecer si existe diferencia estadística significativa, como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 10. Análisis de varianza, para el número de picudos vivos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f 5%
Bloque	2	0.240112	0.120056	0.3045	0.748 NS
Factor A	4	30.970459	7.742615	19.6408	0.001 *
Error a	8	3.153687	0.394211		
Factor B	2	8.828735	4.414368	9.7333	0.001 *
Interacción	8	2.991699	0.373962	0.8246	0.592 ns
Error B	20	9.070679	0.453534		
Total	44	55.255371			

CV=12.42%
* Diferencia significativa

En el cuadro 10, se puede ver que los niveles del factor A, tipos de productos biológicos evaluados si mostraron ser diferentes estadísticamente, utilizando una significancia de 5%. Esto indica que el efecto de cada uno incide en el control del insecto.

Con relación a los niveles del factor B, es decir, frecuencias de aplicación; se puede ver que también existió diferencia estadística significativa al 5%.

Para establecer esas diferencias, se realizó un análisis de los promedios, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para cada factor, como se muestra en los cuadros 10 y 11, respectivamente.

Cuadro 11. Análisis de promedios del número de picudos vivos, mediante el comparador de Tukey al 5%, para el tipo de producto aplicado en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.

Factor “A” (Tipo de producto microbiológico)

Tratamiento	Promedio	Literal	
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	6.25	A	
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3 %	5.89	A	
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2 %	5.63	A	
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1 %	5.47	A	Tukey 5%
1) Testigo	3.84	B	1.7726

Del cuadro 11, se puede ver que el tratamiento que permitió contabilizar el menor número de insectos vivos fue el testigo absoluto, sin aplicación.

Los demás productos biológicos comparados todos fueron iguales estadísticamente, siendo el B2.5 -H1, el que mostró el segundo menor valor de insectos vivos.

La gráfica de resultados se presenta en la siguiente figura.

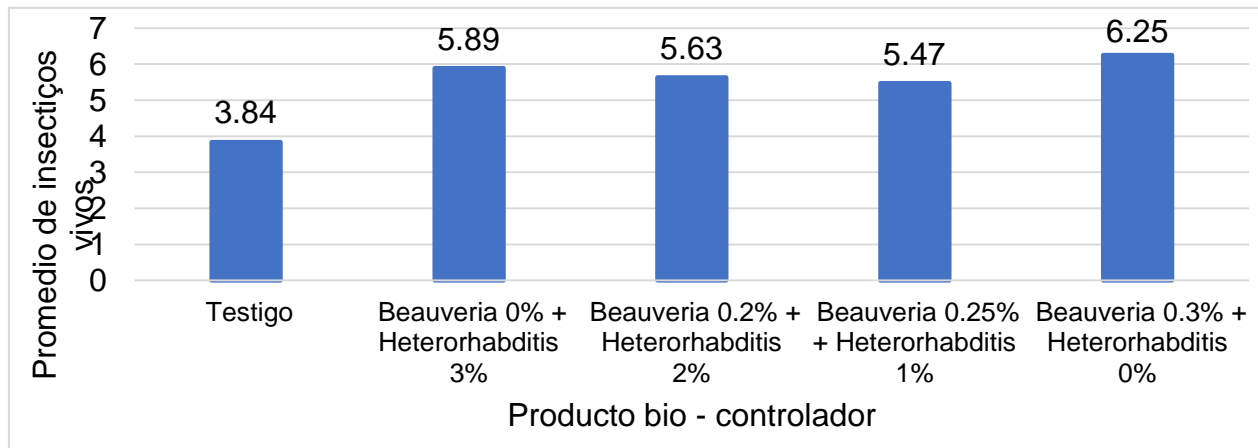


Figura 3. Promedio de insectos vivos en el control biológico del picudo en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Para los tipos de productos aplicados. Promedios transformados

En la anterior figura, se puede ver que todos los tratamientos donde se aplicó algún tipo de bio - controlador, brindaron resultados muy similares en su promedio.

El análisis de promedios para las diferentes frecuencias de aplicación, estudiadas como un factor “B”, se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 12. Análisis de promedios del número de picudos vivos, mediante el comparador de Tukey al 5%, para la frecuencia de aplicación del producto en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano. Promedios transformados.

Factor “B” (Frecuencias de aplicación)		(Datos transformados)		
Frecuencia	Promedio	Literal		
5 días	5.89	A		
8 días	5.52	A		
10 días	4.43	B	Tukey 5%	1.392

En el cuadro 12, se puede ver que en la frecuencia de 10 días ocurrió el menor número de insectos vivos; es decir resultado levemente mejor que para las otras dos frecuencias de aplicación.

La figura 4, muestra la gráfica comparativa entre los diferentes niveles del factor B, o frecuencias de aplicación.

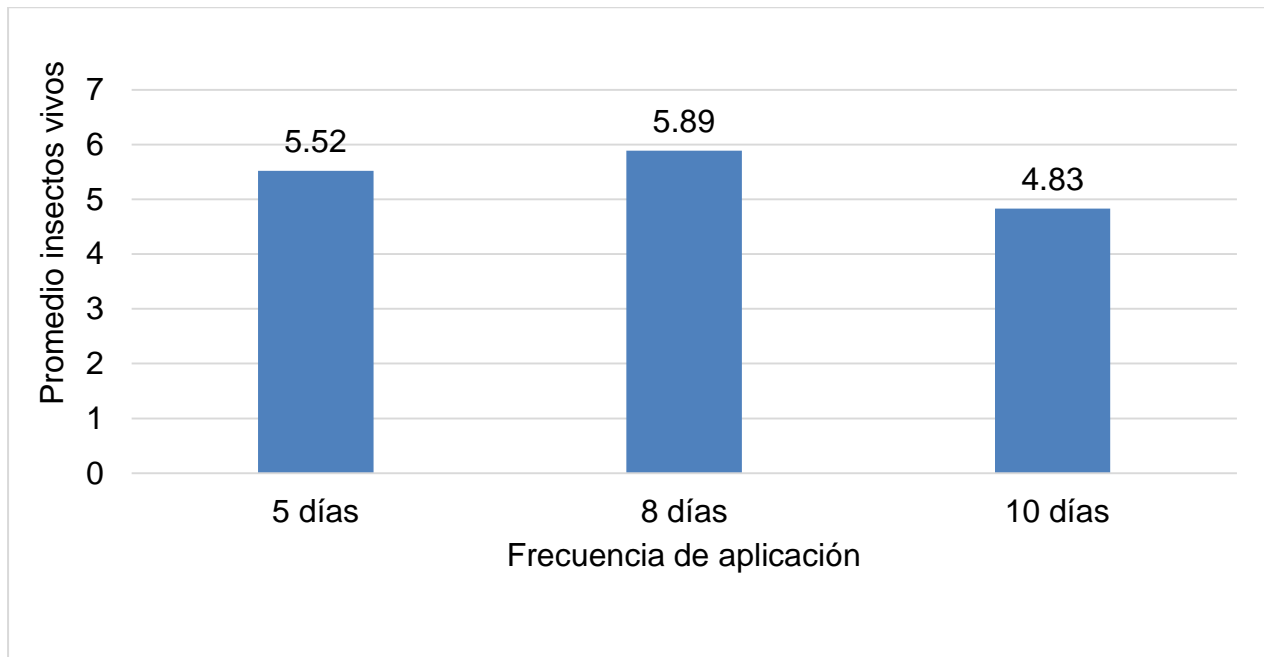


Figura 4. Promedio de insectos vivos en el control biológico del picudo en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Para la frecuencia de aplicación. Promedios transformados.

7.2 Número de picudos muertos

El conteo del Número de insectos muertos, después de la aplicación de los tratamientos se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Número promedio de picudos muertos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	0.00	0.00	0.00
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	12.67	16.00	8.33
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	14.67	18.67	8.00
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	23.00	25.33	11.33
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	30.33	24.33	17.33

Se realizó un análisis de varianza a esos datos, para establecer si existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, como se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza, para el número de picudos muertos en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.
Datos transformados Raíz (x+1)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f	5%
Bloque	2	0.007629	0.003815	0.0418	0.960	ns
Factor A	4	84.934143	21.233536	232.4498	0.000	*
Error a	8	0.730774	0.091347			
Factor B	2	8.318665	4.159332	20.3934	0.000	*
Interacción	8	3.640686	0.455086	2.2313	0.069	ns
Error B	20	4.079102	0.203955			
Total	44	101.710999				CV=12.66%

En el cuadro 14, se puede ver que tanto para los niveles del factor A (tipos de productos biológicos) y para los niveles del factor B (frecuencias de aplicación) para el control de picudo en banano evaluados, mostraron ser diferentes estadísticamente, utilizando una significancia de 5%. Esto indica que el efecto de éstos es diferente en el control del insecto.

Para la interacción entre los tratamientos, no hubo diferencia estadística significativa.

En tal sentido, se elaboró una prueba múltiple de promedios para los diferentes Niveles del factor A, como para los diferentes niveles del factor B; para ambos, se utilizó el comparador de Tukey al 5%. El resultado se presenta en los cuadros 15 y 16, respectivamente.

Cuadro 15. Análisis de promedios del número de insectos (Picudos muertos), mediante el comparador de Tukey al 5%, para el Factor “A”, tipo de producto aplicado en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano. (Datos transformados)

Tratamientos	Promedio	Literal	
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	4.96	A	
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3 %	4.49	A	
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2 %	3.76	B	
4) Beauveria 2.5 %+ Heterorhabditis 1 %	3.59	B	Tukey 5%
1) Testigo	1.00	C	0.8533

El cuadro anterior, demuestra que el tratamiento que permitió contabilizar el mayor número de insectos muertos fue el número cinco; es decir el B0.3 - H0. Con igual efecto estadístico se tiene el tratamiento 2 B0 – H3.

Cuadro 16. Análisis de promedios del número de insectos (Picudos muertos), mediante el comparador de Tukey al 5%, para el Factor “B”, frecuencia de aplicación.

Tratamientos	Promedio	Literal		
8 días	3.92	A		
5 días	3.80	A		
10 días	2.96	B	Tukey 5%	0.9334

Del cuadro anterior, se puede observar que el tratamiento que permitió contabilizar el mayor número de insectos muertos fue el número dos, es decir la frecuencia de 8 días. Con igual efecto estadístico, está el tratamiento 1, frecuencia de 5 días.

Gráficamente se presentan los resultados obtenidos, en las figuras 5 y 6, respectivamente.

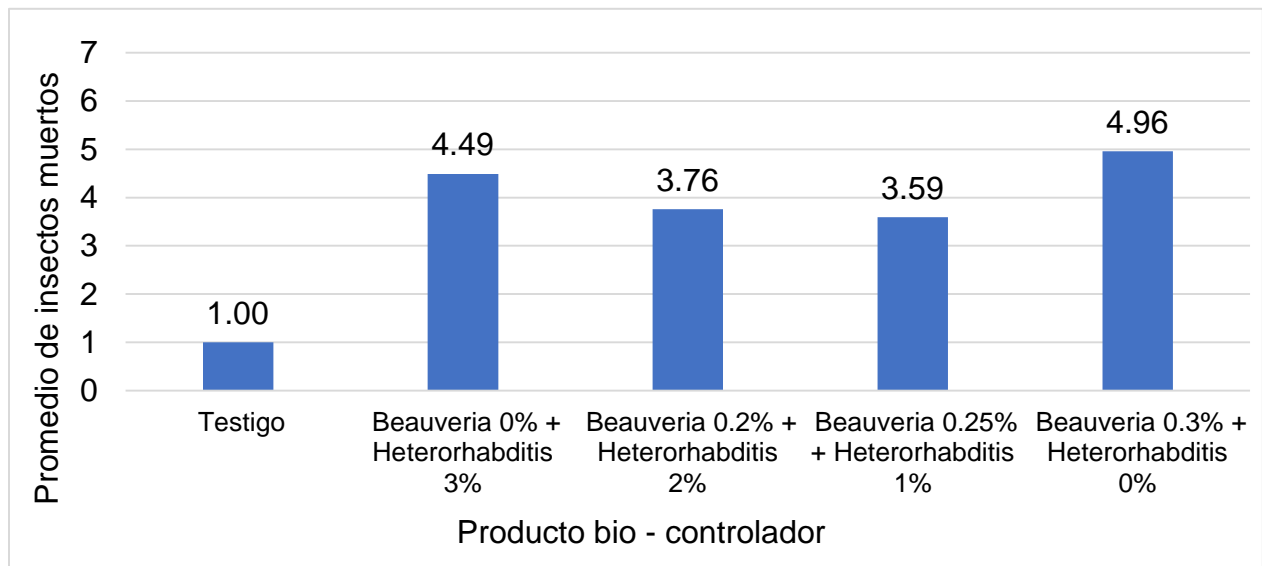


Figura 5. Número promedio de Picudos muertos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados

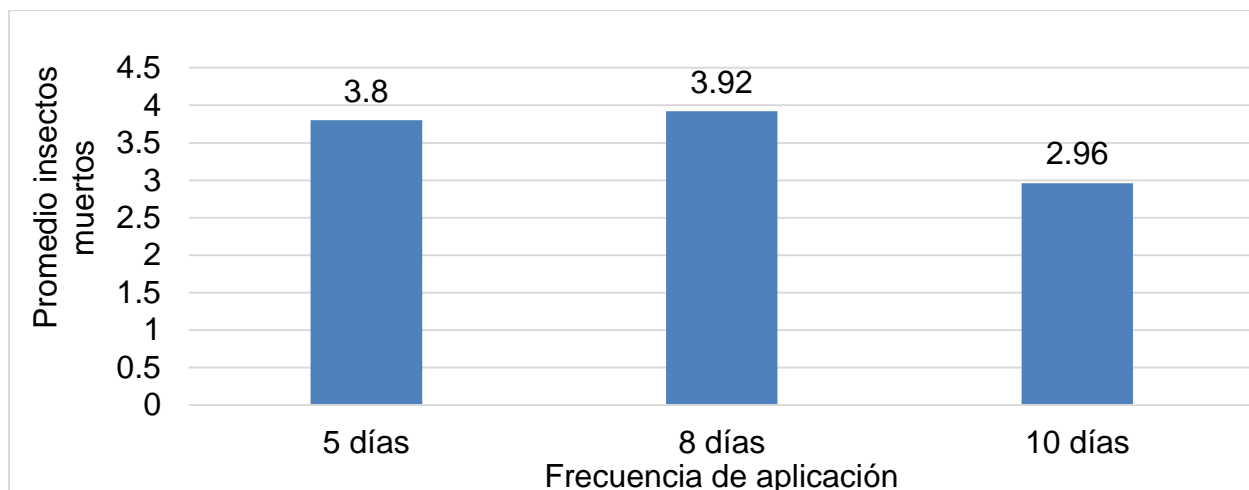


Figura 6. Número promedio de Picudos muertos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria Bassiana*.

Promedios transformados.

7.3 Promedio de picudos/trampa/día

Esta variable se obtuvo a partir de fórmula, como se indicó en la metodología y los resultados del número de insectos por trampa por día, luego de la inspección o muestreo se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 17. Número promedio de picudos por trampa por día en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamientos	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	0.19	0.17	0.14
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	0.42	0.48	0.30
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2%	0.35	0.51	0.26
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	0.37	0.40	0.27
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	0.48	0.50	0.37

En el cuadro 17, se puede ver que el tratamiento que mostró un mayor promedio de insectos capturados por trampa por día fue cuando se aplicó B2-H2 a una frecuencia de 8 días, con promedio de 0.51 insectos; el resto de tratamientos estuvieron por debajo de este tratamiento. Se puede ver en el mismo cuadro que en la frecuencia de 10 días, es donde se presentan los valores más bajos para esta variable.

Observando en campo que un efecto notable del Boicontrolador *Heterorabditis bacteriophora* sobre el insecto es la inmovilidad que le ocasiona, por tal motivo se refleja en el promedio de la captura de insectos en dicho tratamiento

Se realizó un análisis de varianza a esos datos, para establecer si existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, ya sea de forma individual o cuando éstos interactúan, como se muestra en el cuadro 17, para los niveles del factor A.

Cuadro 18. Análisis de varianza, para el número promedio de picudos por trampa por día en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Datos transformados Raíz (x+1).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f 5%
Bloque	2	0.001407	0.000703	0.1811	0.838 ns
Factor A	4	0.379692	0.094923	24.4428	0.000 *
Error a	8	0.031068	0.003883		
Factor B	2	0.110362	0.055181	10.7876	0.7876 ns
Interacción	8	0.027563	0.003445	0.6736	0.710 ns
Error B	20	0.102304	0.005115		
Total	44	0.652396			C.V. = 12.40 %

El cuadro 18 presenta que si existió diferencia estadística significativa para los diferentes niveles del factor A (productos insecticidas biológicos), no así para los diferentes niveles del factor B (frecuencias de aplicación) en el control de picudo en banano. La significancia fue de 5%. Esto indica que el efecto de los tipos de insecticidas biológicos si es diferente en el control del insecto.

Para la interacción entre los tratamientos, tampoco hubo diferencia estadística significativa, como consecuencia, se elaboró una prueba múltiple de promedios para los diferentes tipos de productos biológicos. Se utilizó el comparador de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 19. Análisis de promedios del número de insectos capturados por trampa por día, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano. (Datos transformados Raíz x)

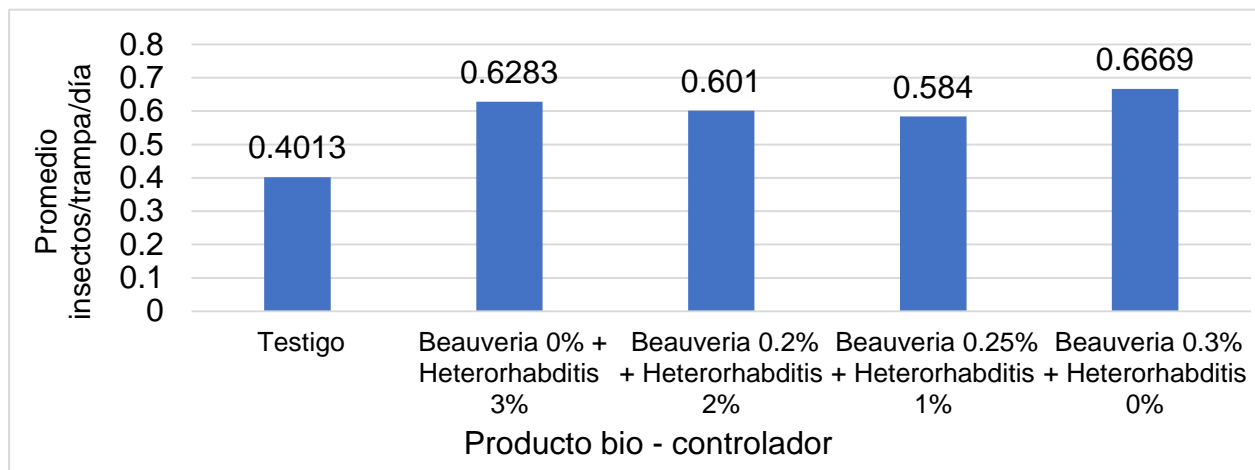
Tratamientos	Promedio	Literal	
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	0.6669	A	
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3 %	0.6283	A	
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2 %	0.6010	A	
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1 %	0.5840	A	Tukey 5%
1) Testigo	0.4013	B	0.1759

Del cuadro anterior, se puede ver que el tratamiento que permitió contabilizar el mayor número de insectos capturados por trampa por día fue el número 5; *Beauveria* al 0.30% sin *Heterorhabditis*. Con igual efecto se comportaron los tratamientos 2, 3 y 4. Al 5% de significancia.

El tratamiento donde se contabilizó menos insectos capturados por trampa por día fue el testigo; es decir donde no se aplicó ningún insecticida.

Gráficamente se presentan los resultados obtenidos, en la figura 7.

Para las diferencias frecuencias de aplicación estudiadas, no se hizo ninguna prueba; ya que las tres dieron el mismo resultado; siempre al 5% de significancia estadística.



Los resultados se pueden visualizar en la figura 8.

Figura 7. Número promedio de insectos capturados por trampa por día, para diferentes tipos de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados.

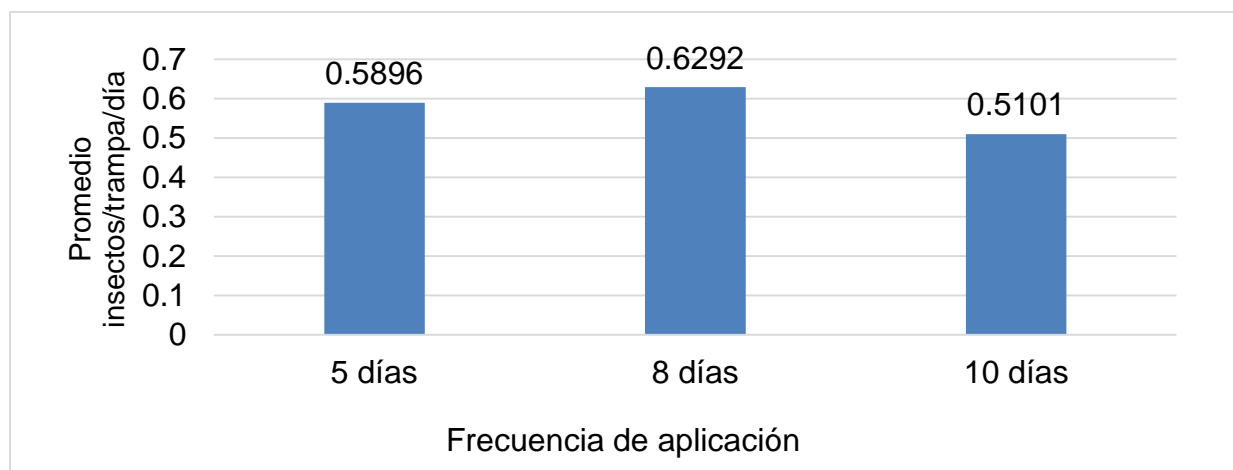


Figura 8. Número promedio de insectos capturados por trampa por día, para las diferentes frecuencias de aplicación de los bio-controladores, en el control biológico del

insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados

Se puede ver que los diferentes conteos, para las tres frecuencias de aplicación estudiadas son bastante similares, para esta variable.

7.4 Insectos con presencia de micelio (%)

Para esta variable se contaron los insectos (picudos) dentro de las trampas que presentaron crecimiento de micelio en el exoesqueleto, esto con ayuda de un microscópio, luego este dato se expresó en porcentaje.

Cuadro 20. Porcentaje promedio de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamientos	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	0	0	0
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	25	21	6
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	38	35	19
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	60	56	31
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	73	65	42

En el cuadro anterior, se puede ver que para el tratamiento que sirvió como comparador donde no se aplicó, ningún bio-controlador, como era de esperarse aparecen con valores de cero, para las tres frecuencias. Sin embargo, para los otros tratamientos en todos se encontró presencia de micelio; notándose mayor concentración en el tratamiento 5, consistente en la aplicación de *Beauveria* al 0.3 por ciento y sin *Heterorhabditis*, para las tres frecuencias de aplicación.

Para esta variable se utilizó la transformación de arcoseno de (%x +1); ya que, según Sitún (2005), los valores expresados en porcentajes deben ser transformados por medio del arcoseno, y si existe presencia de ceros, la transformación debe ser (%x +1); con el objeto de que se pueda realizar el análisis de varianza y poder determinar la diferencia de al menos un tratamiento con efecto diferente a de los demás.

Cuadro 21. Datos transformados arcoseno (%x+1) Porcentaje promedio de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*

Tratamientos	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	5,70	5,70	5,70
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	30,0	27,3	15,0
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	38,3	36,8	26,4
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	51,9	48,9	34,4
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	59,3	54,2	40,6

Fue necesario hacer un análisis de varianza para los datos y poder determinar así cuales de los tratamientos o interacciones manifestaron ser más efectivos en el control del picudo. Los resultados se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de varianza, para el porcentaje de picudos con presencia de micelio en el exoesqueleto, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Datos transformados Arcoseno (%x+1)

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f	5%
Bloque	2	6.640625	3.320313	0.2152	0.812	ns
Factor A	4	11764.14063	2941.035156	190.5787	0.000	*
Error a	8	123.457031	15.432129			
Factor B	2	1424.199219	712.099609	28.9157	0.000	*
Interacción	8	397.570313	49.696289	2.018	0.097	ns
Error B	20	492.535156	24.626759			
Total	44	14208.54297				CV=15.48%

El cuadro 22 manifiesta que si existió diferencia estadística significativa para los diferentes niveles del factor A (productos bio-controladores), así también para los diferentes niveles del factor B (frecuencias de aplicación) en el control de picudo en banano. La significancia fue también de 5%.

Para la interacción entre los tratamientos, no existió diferencia estadística significativa, todo el análisis fue al 5% de significancia.

Cuando se realizó la recolección de especímenes para llevar a laboratorio, se observaron insectos de picudo negro muertos por el efecto de los biocontroladores siendo más notorio en el tratamiento de *Beauveria bassiana*. (B0.3 – H0).

Considerando los resultados obtenidos, se elaboró una prueba múltiple de promedios para los diferentes tipos de productos bio-controladores y para las diferentes frecuencias de aplicación. Se utilizó el comparador de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 23. Análisis de promedios de porcentajes de insectos con presencia de micelio en el exoesqueleto, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.

Datos transformados.

Tratamiento	Promedio	Literal	
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	51.48	A	
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	45.10	A	
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2%	33.73	B	
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	24.18	B	Tukey 5%
1) Testigo	5.70	C	11.0908

Del cuadro 23, se observa que tanto el tratamiento 5 como el 4, fueron los que presentaron un mayor porcentaje de insectos con presencia de micelio; esto indica que,

a mayor presencia de micelio, mayor control. Los tratamientos corresponden a *Beauveria* al 0.30% sin *Heterorhabditis* y *Beauveria* al 0.25% y *Heterorhabditis* al 1%; ambos con igual efecto estadístico.

Gráficamente se presentan los resultados obtenidos, en la figura 9.

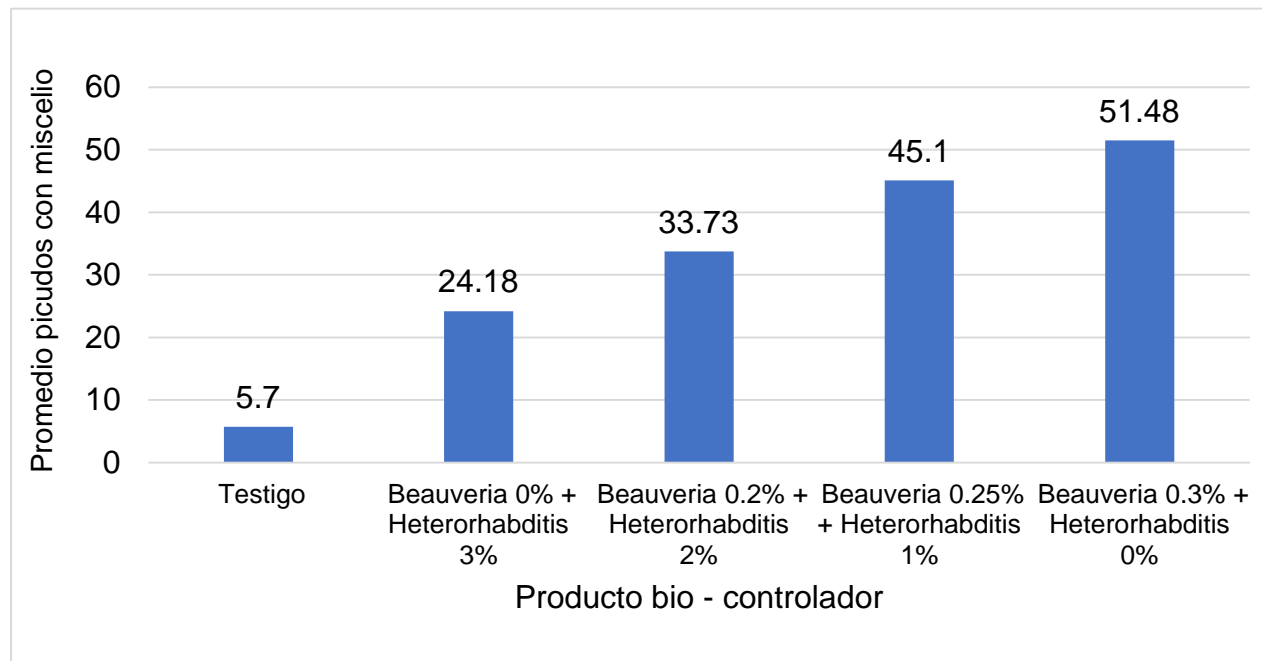


Figura 9. Promedio del porcentaje de Picudos con presencia de micelio, para los diferentes tipos de bio-controladores, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados.

La prueba de promedios para las diferencias frecuencias de aplicación estudiadas, se presenta en el cuadro 22; siempre al 5% de significancia estadística.

Cuadro 24. Promedio de porcentaje de picudos con presencia de micelio, para las tres frecuencias de aplicación estudiadas, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Datos transformados.

Tratamiento	Promedio	Literal		
5 días	37.09	A		
8 días	34.84	A		
10 días	24.19	B	Tukey 5%	10.2571

En el cuadro 24, se puede ver que la frecuencia en donde mayor porcentaje de insectos con presencia de micelio fue la de 5 días. Esto indica que entre más corta sea la frecuencia de aplicación, mayor presencia de micelio habrá en los insectos, lo que redundará en un mejor control; ya que el insecto con presencia de micelio seguramente morirá y por lo tanto se espera el control de la plaga.

Tal y como se observó en el área experimental entre más espaciada es la aplicación, la presencia de micelio en el exoesqueleto de los insectos disminuye.

Los resultados se pueden visualizar en la figura 10.

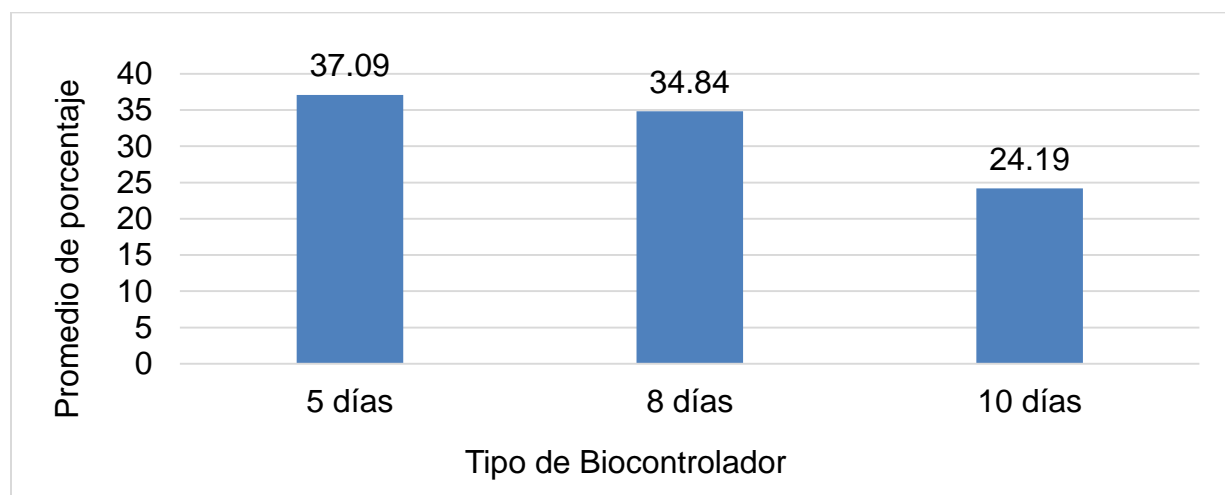


Figura 10. Promedio de porcentajes de picudos con presencia de micelio, para diferentes frecuencias de aplicación de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados.

Se puede ver que, para la frecuencia de 5 y 8 días, muestran resultados similares; no así cuando se aplica con una frecuencia de 10 días.

7.5 Nivel de daño de cormos (%)

Para el análisis de esta variable se hizo uso de la escala de daño propuesta por Bridge, la cual se basa en la cuantificación del tejido dañado y conteo del número de galerías, como se indicó en la metodología de este estudio. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro en porcentajes.

Cuadro 25. Porcentaje de daño de cormos, al INICIO del experimento en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	5 días	8 días	10 Días
1) Testigo	17.7	15.7	15.0
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	17.8	14.3	15.0
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	20.7	21.3	16.3
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	17.2	20.3	15.7
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	19.8	19.8	16.8

En el cuadro 25, se puede ver que, para el dato inicial el grado de daño se muestra bastante uniforme, para todos los bio-controladores utilizados y para las tres frecuencias; sin embargo, para constatar el dato se le realizó el análisis de varianza, para establecer si en algunas plantas donde se iba a aplicar determinado bio-controlador sería diferente. Esto para poder realizar una interpretación adecuada de los resultados.

Los datos obtenidos se presentan en el cuadro 26.

Cuadro 26. Análisis de varianza, para el nivel de daño de los cormos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.
 Datos transformados Arcoseno (%x)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f	5%
Bloque	2	0.291016	0.145508	0.0139	0.987	ns
Factor A	4	77.386719	19.34668	1.8429	0.214	ns
Error a	8	83.982422	10.4978			
Factor B	2	62.470703	31.23535	5.4559	0.1013	ns
Interacción	8	43.009766	5.376221	0.9391	0.058	ns
Error B	20	114.501953	5.725078			
Total	44	381.642578				CV=9.51%

El cuadro 26 presenta que en efecto no existió diferencia estadística significativa para los diferentes niveles del factor A (productos bio-controladores), ni tampoco para los diferentes niveles del factor B (frecuencias de aplicación) en el control de picudo en banano. La significancia fue también de 5%.

Lo anterior indica que todas las plantas y lotes en donde se llevaría a cabo el estudio, estaban en las mismas condiciones. Esto favorece y permite que los resultados obtenidos al final sean más confiables. Ya que toda el área experimental presentaba presencia de insecto a evaluar y los daños en los cormos eran notorios.

La interacción entre los tratamientos, resultó estar en 0.058 por lo tanto se consideraría diferencia estadística significativa, todo el análisis fue al 5% de significancia. Resaltando que el análisis de varianza se realizó con datos previo a la aplicación de los tratamientos.

Como los datos están dados en porcentaje, también fueron transformados por medio del arcoseno de (%x).

Los datos para la evaluación final para ésta misma variable se presentan en el cuadro 27.

Cuadro 27. Porcentaje de daño de cormos, al FINAL del experimento en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*.

Tratamiento	5 días	8 días	10 días
1) Testigo	16.00	15.00	17.00
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	10.80	10.70	9.00
3) Beauveria 0.2 %+ Heterorhabditis 2%	10.00	11.80	12.80
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	7.70	9.80	11.30
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	4.20	9.00	8.80

Con relación a los datos que se observan en el cuadro anterior, se puede notar que comparativamente con el cuadro 25, para el testigo se mantuvo el nivel de daño; no así para cuando se aplicó algún tipo de bio-controlador, ya que acá se puede ver que en todos ocurrió una merma en el nivel de daño; esto como producto del control efectuado por los productos insecticidas.

Para determinar cuál producto bio-controlador del picudo es más efectivo, se realizó su respectivo análisis de varianza, cuyo resultado se presenta en el cuadro 28.

Cuadro 28. Análisis de varianza, para el nivel de daño FINAL, de los cormos, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Datos transformados Arcoseno (%x)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f	5%
Bloque	2	18.724609	9.362305	1.077	0.387	ns
Factor A	4	319.728516	79.932129	9.1951	0.005	*
Error a	8	69.542969	8.692871			
Factor B	2	32.826172	16.413086	2.5215	0.104	ns
Interacción	8	61.695313	7.711914	1.1848	0.356	ns
Error B	20	130.183594	6.50918			
Total	44	632.701172				CV=13.29%

El cuadro 28 presenta que si existió diferencia estadística significativa únicamente para los diferentes niveles del factor A (productos bio-controladores), no para los diferentes niveles del factor B (frecuencias de aplicación) en el control de picudo en banano. Tampoco para la interacción entre los factores. La significancia fue también de 5%.

Los resultados indican que al menos un tipo de insecticida biológico provoca mejores resultados en el control del insecto picudo del banano.

Para identificar el tratamiento diferente se realizó la prueba de promedios, respectiva. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 29.

Cuadro 29. Análisis de promedios para el nivel de daño de cormos, utilizando el comparador de Tukey al 5%, para los diferentes productos aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.

Datos transformados.

Tratamientos	Promedio	Literal
1) Testigo	23.75	A
3) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2 %	19.91	A
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3 %	18.55	A
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1 %	18.09	B
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	15.64	B

En el cuadro 29, se puede observar tanto el tratamiento 1, 3 y 2, manifiestan ser iguales con mayores niveles de daño; es decir donde los productos insecticidas biológicos hicieron el menor control.

Por otro lado, los tratamientos 4 y 5, correspondientes a los productos *Beauveria* al 0.25%+*Heterorhabditis* 1% y el *Beauveria* 0.3% sin *Heterorhabditis*, respectivamente; fueron los que menor porcentaje de daño manifestaron, como consecuencia de haber efectuado un mejor control del insecto.

En la evaluación final de conteo de galerías se observaron larvas muertas colonizadas por el micelio de *Beauveria bassiana*, esto indica que los picudos aplicados dentro de las trampas tuvieron contacto con algunas larvas transmitiéndoles así el hongo biocontrolador.

Gráficamente se presentan los resultados obtenidos, en la figura 11.

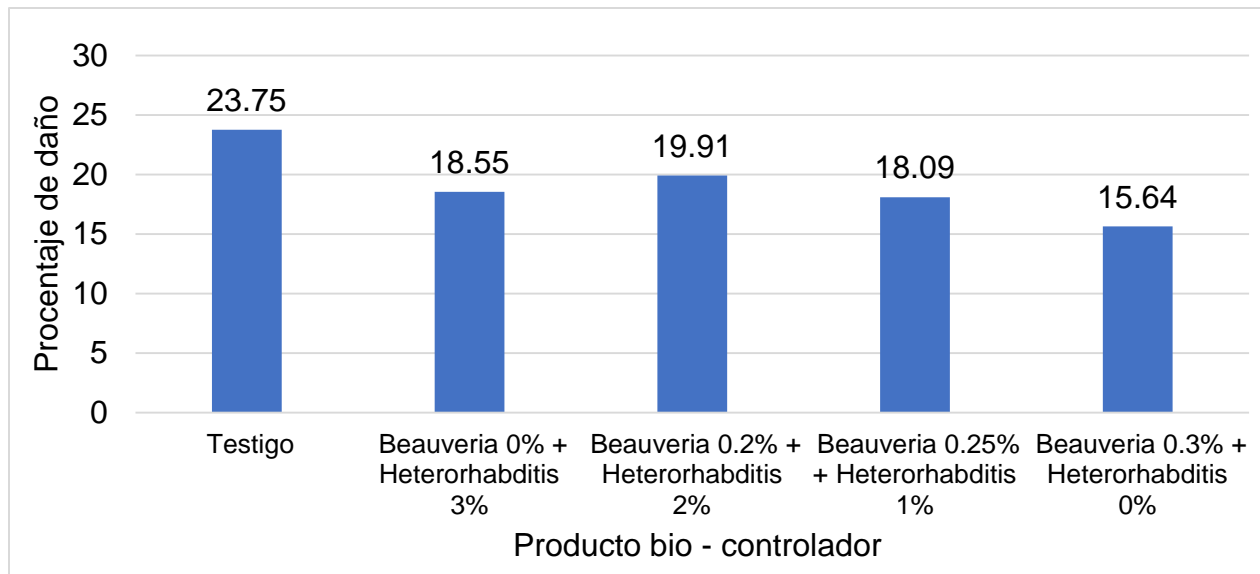


Figura 11. Porcentaje de daño promedio del picudo en el cormo, para los diferentes tipos de bio-controladores, en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano, utilizando *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana*. Promedios transformados.

En la gráfica se puede ver que en el testigo es donde el porcentaje de daño es mayor, a consecuencia de que no se aplicó ningún producto insecticida. Y el más bajo fue el *Beauveria* 0.3% sin *Heterorhabditis*.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro dosis de bio controladores y tres frecuencias de aplicación, presentó una alternativa para el manejo integrado del picudo negro en el cultivo de banano, sin embargo; es necesario tomar en cuenta una serie de factores que pueden afectar en la eficiencia de los mismos, tales como: temperatura, humedad relativa, falta de irrigación, el uso de insecticidas, fungicidas, deficiencia de materia orgánica.

Además, es importante resaltar el uso adecuado del manejo y almacenaje de los organismos biológicos, por el hecho de ser organismos vivos necesitan condiciones adecuadas de temperatura y humedad, así certificamos la eficiencia máxima de bio controladores.

7.6 Comparación de costos de los tratamientos

Se realizó un análisis comparativo de costos por tratamiento, el cual se presenta en el cuadro 30. La descripción de costos detallado por cada tratamiento se presenta en anexos.

Cuadro 30. Resumen de Costos por tratamiento para los diferentes productos biocontroladores, aplicados en el control biológico del insecto en el cultivo de Banano.

Tratamientos	Costos /ha. Para 100 trampas
1) Testigo	Q. 63.00
2) Beauveria 0 % + Heterorhabditis 3%	Q. 99.76
2) Beauveria 0.2 % + Heterorhabditis 2%	Q. 91.51
4) Beauveria 0.25 % + Heterorhabditis 1%	Q. 80.39
5) Beauveria 0.3 % + Heterorhabditis 0 %	Q. 69.39

En el cuadro 30 se puede ver que el tratamiento donde se incurren en menor costo es el Testigo. Sin embargo, los resultados apuntan a que es necesaria la aplicación de algún producto bio-controlador para contra-restar la población de insectos picudos en el cultivo de Banano. De éstos la combinación que mostro ser la siguiente más económica es la B3-H0; que consistió únicamente en la aplicación de *Beauveria* en una concentración de 0.3%.

VIII. CONCLUSIONES

Para la variable número de insectos vivos por tratamiento, se rechazó la hipótesis nula; es decir que si existió diferencia estadística significativa; siendo el tratamiento *Beauveria* 0.3 % + *Heterorhabditis* 0 %, el que mostró un mayor valor. Para las frecuencias de aplicación también existió diferencia estadística significativa; en este caso las frecuencias de 5 y 8 días mostraron la mayor cantidad de insectos vivos.

Para la variable número de insectos muertos, se rechaza la hipótesis nula, tanto para los diferentes tipos de bio-controladores, como para las diferentes frecuencias de aplicación. Esto quiere decir que mostraron efecto diferente. Los productos que mejor se comportaron fue *Beauveria* 0.3%, seguido de solo *Heterorhabditis* 3%, ambos con igual significancia estadística. Para las frecuencias de aplicación, las dos mejores fueron 8 y 5 días, respectivamente; también con igual significancia.

Para la variable número de picudos/trampa/día, se rechaza la hipótesis nula para los tratamientos biocontroladores; es decir que si existió diferencia estadística significativa entre tratamientos. El mayor número de insectos por trampa se registró para el tratamiento *Beauveria* 0.3 % + *Heterorhabditis* 0 %. Para la frecuencia de aplicación, no existió diferencia estadística significativa para ningún tratamiento.

Para la variable porcentaje de insectos con presencia de micelio, se rechaza la hipótesis nula, tanto para los tipos de productos biocontroladores como para las frecuencias de aplicación. Es decir que sí existió diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos. El mejor tratamiento fue *Beauveria* 0.3 % + *Heterorhabditis* 0 %, con igual resultado estadístico se tiene la combinación de *Beauveria* al 0,25% + *Heterorhabditis* al 1%. Para las frecuencias de aplicación, se observó que las que mostraron mejor resultado fue la de 5 y 8 días, con igual significancia estadística.

Para la variable nivel de daño del picudo negro; se tiene que para los datos tomados antes de iniciado el ensayo, se acepta la hipótesis nula; es decir que el nivel de daño se encontraba uniforme, estadísticamente, para iniciar las aplicaciones.

Para después de aplicados los tratamientos, ya se presentó diferencia; encontrándose que el testigo fue donde se presentó un mayor daño, con igual dato estadístico está el tratamiento *Beauveria* al 0.2% + *Heterorhabditis* al 2% y el tratamiento solo *Heterorhabditis* 3%. Indica que a mayor daño; menor efecto de control de la plaga.

En el análisis comparativo de costos reportó que el bio-controlador más económico fue el tratamiento *Beauveria* 0.3 % + *Heterorhabditis* 0 %, con valor de Q 69.39. Aplicar el Bio-controlador *Beauveria* al 0.3%.

IX. RECOMENDACIONES

Para el control de picudo negro en el corno del Banano, se recomienda aplicar solo *Beauveria* al 0.3%; considerando que fue el tratamiento que mostró ser más efectivo en el control de la plaga. Así también mostró ser el de menor costo.

En relación a la frecuencia de aplicación; se recomienda que se aplique a cada 8 días; ya que mostro tener igual efecto que al usar frecuencia de 5; pero resulta ser más económica.

En referencia a los resultados obtenidos, se recomienda realizar evaluación sobre el beneficio económico a largo plazo, sobre el control biológico picudo negro con *Beauveria bassiana* al 0.3%

X. BIBLIOGRAFIA

Abera, J. Gold, SC. (1999) Distribución del ataque por el gorgojo del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar Plátano (Musa AAA-EA) en Uganda. Florida, EE.UU. CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB) Compendio de protección (disco compacto).

Agrícola El Sol. (2012). Etiqueta del producto Nematodos benéficos. Guatemala. Consultado el 26 de Octubre de 2014. Disponible en: http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=article&id=99:nematodosbeneficos&catid=86:nematodosbeneficos&Itemid=53

Agrícola El Sol. (2013). Etiqueta del producto de Teraboveria 0.5 L. Consultado el 26 de octubre de 2014. Disponible en: http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=38&Itemid=60

Ardon, O. (2003). Evaluación de tres tipos de trampa y cuatro frecuencias de recolección de Picudo Negro, tesis, Ing Agro Facultad de Agronomía Universidad San Carlos. Guatemala 50 p.

Arreaga, A. (2014). Estación meteorológica de finca la zarca, Ocosingo. Historial de datos de temperatura en finca la zarca, Bananera Nacional S.A. BANASA Guatemala.

Belalcázar, S; Rosales, F y Espinoza, J. (2004). Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 55 – 63.

Bustamante, M. (2000). Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de banano y plátano. Recomendaciones para el técnico y productor. El Zamorano, Honduras.

Bridge, J. (1988). Escala de severidad de ataque del picudo negro en el cultivo de banano Fluctuación poblacional del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) del plátano (*Musa AAB*), Costa Rica Tecnología en Marcha. Vol. 19-1 - 2007.

Brinkman y Gardner, Leger, (2007). En su investigación de agentes entomopatógenos como biocontrolador de la Hormiga arriera *Atta colombica* (G.). Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Agronomía, Colombia pag, 26-27:

Carvajal, A. (2009). Control del Picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleóptera, Curculionidae) por el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* (Heterorhabditidae), tesis Ing. Agro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 20 p.

Córdova, S. (2010 a). Evaluación de hongos entomopatógenos como potencial biocontrolador para la Hormiga arriera *Atta colombica* (G.). Universidad nacional de Colombia Bogotá, d.c. 88 p.

Córdova, S. (2010 b). Evaluación de hongos entomopatógenos como potencial biocontrolador para la Hormiga arriera *Atta colombica* (G.). Tesis Ing. Agro. Universidad nacional de Colombia Bogotá, d.c. pag. 26.

Ecured. (2011). Biología y ciclo de vida del picudo negro, Consultado el 27 de Agosto de 2014. Disponible en [http://www.ecured.cu/index.php/PicudoNegro del banano](http://www.ecured.cu/index.php/PicudoNegro%20del%20banano)

Ecured. (2012). Nematodos benéficos *Heterorhabditis bacteriophora*. Consultado el 26 de Octubre de 2014, Disponible en http://www.ecured.cu/index.php/Heterorhabditis_bacteriophora.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 1998. Trampeo para el Picudo Negro en plátano. Lima, Cortés, Honduras, FHIA. 14 p. Guía Educativa # 1.

Grijalba, E. Villamizar, A (2009). Evaluación de la estabilidad de *Paecilomyces* sp. y *Beauveria bassiana* frente a la radiación ultravioleta. Revista Colombiana de Entomología. 35 (1): 1-6.

Google earth (2014), Ubicación geográfica, la zarca, Ocos San Marcos Consultado en noviembre 201. Disponible. www.google.com.gt/maps/search/google.

Hanson P. (1993). Control biológico de insectos. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Programa de Agricultura sostenible. Costa Rica. 4 p

Holdridge, R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. Consultado octubre 2014 disponible www.chmguatemala.gob.gt/images/zonas-de-vida_holdridge.pdf.

INIAP. (1999) Picudo Negro plaga del plátano, banano y abacá. Revista Informativa del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. No. 11:2325

IICA (2004). Documento Técnico para la competitividad de la cadena Plantación – Harina. Puré –Banano. Costa Rica.

Khachatourians, G. St Leger y Uribe, D. (2007). Genoma de hongos entomopatógenos,. Micología Aplicada y Biotecnología Ed. 4. Pág. 43

Lingg, A. Donaldson, M. (1981). Factores bióticos y abióticos que afectan la estabilidad de *Beauveria bassiana* en el suelo. Diario de patología. 38 (2): 191-200.

López, G. (2014). La importancia del Picudo en La Zarca Ocos, San Marcos. Bananera Nacional S.A. BANASA Guatemala.

MAGA. (2014). *Importancia del cultivo del banano*. Guatemala: 1-4.

Muñoz, M. (2001). Estudios de población, monitoreo y control del Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*, Germar) en el cultivo del plátano (Musa AAB). Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano. Honduras. 48 p.

Olivares, S. E. (1989). Paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 1.4 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Paucar, S, Vera, I. (2012). Determinación del nivel poblacional de *Cosmopolites sordidus* mediante el control etológico utilizando diferentes “Tipos de Trampa” en bananera establecida en la zona de Babahoyo. Tesis doctoral.

Richardson, P. (1992). Entomophatogenic nematodes and the protected crops industry. Phytoparasitica 20: pag 61-65.

Simmons SC. Taramo JM. (1959). Clasificación de reconocimientos de suelos de la república de Guatemala. Editorial del ministerio de educación publica, Guatemala. José de Pineda Ibarra 1000 p

Sitún, A. M. (2005). Investigación Agrícola. Guía de Estudio. Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA- Guatemala 137 p.

Soto, M. (1985) descripción botánica del banano. Consultado en octubre 2014.
Disponibile
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5604/2/CAPITULOS.doc>

Ubilla, L. (2007). Control de Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) con barrera de polietileno y Bazam (*Beauveria bassiana*) en plátano para condiciones de Zamorano, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras. 12-14 p.

Vallejo, E. Sánchez, R. Misael S. (2007). Morfología del Picudo negro *Cosmopolites sordidus*, en su estado maduro e inmaduro. Redescrípción del adulto y descripción de los estados inmaduros de *cosmopolites sordidus*. Boletín Científico - Museo de Historia Natural Vol. 11. 364-371.

Villegas, M. V., Correa, M. R., y Uribe, L. F. P. (2011). Diseño de un proceso productivo y desarrollo de un producto con base en rizobacterias del género *bacillus* para la promoción de crecimiento en banano *musa AAA*. Informe anual cenibanano, Medellin, Colombia 2010, 90p.

Whalley, P (1958). Ciclo de vida de *Cosmopolites sordidus* Germar 1824. Descripción de la larva de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). Boletín de Entomological Research 49: 421 - 426

XI. ANEXOS

Cuadro 31. Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 5 días.

NUMERO DE PICUDOS VIVOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	16,00	24,00	9,00	16,33
B0 - H3	34,00	37,00	31,00	34,00
B0.2 - H2	22,00	26,00	22,00	23,33
B0.25 -H1	46,00	44,00	35,00	41,67
B0.3 -H0	45,00	48,00	42,00	45,00

Cuadro 32. Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 8 días.

NUMERO DE PICUDOS VIVOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	24,00	26,00	22,00	24,00
B0 - H3	44,00	56,00	32,00	44,00
B0.2 - H2	48,00	42,00	48,00	46,00
B0.25 -H1	29,00	26,00	23,00	26,00
B0.3 -H0	38,00	40,00	39,00	39,00

Cuadro 33. Resultados del cuadro 7 para el Número de insectos picudos vivos, con frecuencia de aplicación de 10 días.

NUMERO DE PICUDOS VIVOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	13	8	6	9,00
B0 - H3	40	42	24	35,33
B0.2 - H2	26	21	24	23,67
B0.25 -H1	27	31	29	29,00
B0.3 -H0	35	40	51	42,00

Cuadro 34. Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 05 días.

NUMERO DE PICUDOS MUERTOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.00	0.00	0.00	0.00
B0 - H3	12.00	10.00	16.00	12.67
B0.2 - H2	10.00	23.00	11.00	14.67
B0.25 -H1	29.00	19.00	21.00	23.00
B0.3 -H0	33.00	28.00	30.00	30.33

Cuadro 35. Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 08 días.

NUMERO DE PICUDOS MUERTOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.00	0.00	0.00	0.00
B0 - H3	16.00	22.00	10.00	16.00
B0.2 - H2	19.00	18.00	19.00	18.67
B0.25 -H1	22.00	23.00	31.00	25.33
B0.3 -H0	21.00	26.00	26.00	24.33

Cuadro 36. Resultados del cuadro 11 para el Número de insectos picudos muertos, con frecuencia de aplicación de 10 días.

NUMERO DE PICUDOS MUERTOS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.00	0.00	0.00	0.00
B0 - H3	9.00	7.00	9.00	8.33
B0.2 - H2	10.00	7.00	7.00	8.00
B0.25 -H1	11.00	11.00	12.00	11.33
B0.3 -H0	17.00	14.00	21.00	17.33

Cuadro 37. Resultados del cuadro 15 para el número de insectos picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 05 días.

PROMEDIO DE PICUDOS/TRAMPA/DIA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.18	0.27	0.10	0.19
B0 - H3	0.39	0.49	0.40	0.42
B0.2 - H2	0.26	0.52	0.26	0.35
B0.25 -H1	0.48	0.30	0.33	0.37
B0.3 -H0	0.51	0.44	0.48	0.48

Cuadro 38. Resultados del cuadro 15 para el número de insectos picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 08 días.

PROMEDIO DE PICUDOS/TRAMPA/DIA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.18	0.15	0.18	0.17
B0 - H3	0.50	0.64	0.31	0.48
B0.2 - H2	0.55	0.43	0.56	0.51
B0.25 -H1	0.36	0.34	0.50	0.40
B0.3 -H0	0.43	0.45	0.60	0.50

Cuadro 39. Resultados del cuadro 15 para el número de insectos picudos/trampa/día, con frecuencia de aplicación de 10 días.

PROMEDIO DE PICUDOS/TRAMPA/DIA				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0.14	0.15	0.13	0.14
B0 - H3	0.31	0.24	0.36	0.30
B0.2 - H2	0.25	0.27	0.25	0.26
B0.25 -H1	0.30	0.27	0.24	0.27
B0.3 -H0	0.33	0.34	0.44	0.37

Cuadro 40. Resultados del cuadro 158 para el número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 05 días.

PORCENTAJE DE INSECTOS CON PRESCENCIA DE MICELIO.				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0%	0%	0%	0%
B0 - H3	18.75%	31.25%	25.00%	25%
B0.2 - H2	37.50%	31.25%	43.75%	38%
B0.25 -H1	56.25%	56.25%	68.75%	60%
B0.3 -H0	75.00%	68.75%	75.00%	73%

Cuadro 41. Resultados del cuadro 18 para el número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 08 días.

PORCENTAJE DE INSECTOS CON PRESCENCIA DE MICELIO.				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0%	0%	0%	0%
B0 - H3	25.00%	18.75%	18.75%	21%
B0.2 - H2	37.50%	37.50%	31.25%	35%
B0.25 -H1	68.75%	56.25%	43.75%	56%
B0.3 -H0	68.75%	75.00%	50.00%	65%

Cuadro 42. Resultados del cuadro 18 para el número de insectos con presencia de micelio, con frecuencia de aplicación de 10 días.

PORCENTAJE DE INSECTOS CON PRESCENCIA DE MICELIO.				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	0%	0%	0%	0%
B0 - H3	0.00%	12.50%	6.25%	6%
B0.2 - H2	18.75%	25.00%	12.50%	19%
B0.25 -H1	31.25%	25.00%	37.50%	31%
B0.3 -H0	50.00%	31.25%	43.75%	42%

Cuadro 43. Resultados del cuadro 22 para el porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 05 días

EVALUACION INICIAL DE RIZOMAS (5D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	19.0	20.0	14.0	17.7
B0 - H3	17.5	17.5	18.5	17.8
B0.2 - H2	21.0	21.0	20.0	20.7
B0.25 -H1	16.0	19.5	16.0	17.2
B0.3 -H0	21.5	17.5	20.5	19.8

Cuadro 44. Resultados del cuadro 22 para el porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 08 días

EVALUACION INICIAL DE RIZOMAS (8D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	14.5	19.5	13.0	15.7
B0 - H3	15.0	8.0	20.0	14.3
B0.2 - H2	23.0	21.0	20.0	21.3
B0.25 -H1	21.0	21.5	18.5	20.3
B0.3 -H0	21.0	18.5	20.0	19.8

Cuadro 45. Resultados del cuadro 22 para el porcentaje en evaluación inicial de cormos, con frecuencia de aplicación de 10 días

EVALUACION INICIAL DE RIZOMAS (10D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	16.0	19.5	9.5	15.0
B0 - H3	11.0	17.0	17.0	15.0
B0.2 - H2	14.5	14.0	20.5	16.3
B0.25 -H1	15.0	17.0	15.0	15.7
B0.3 -H0	15.5	15.5	19.5	16.8

Cuadro 46. Resultados del cuadro 24 para el porcentaje en evaluación final de cormos, con frecuencia de aplicación de 05 días

EVALUACION FINAL DE RIZOMAS (5D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	17.5	17.5	13.0	16.0
B0 - H3	7.0	14.0	11.5	10.8
B0.2 - H2	9.5	11.5	9.0	10.0
B0.25 -H1	5.5	9.5	8.0	7.7
B0.3 -H0	5.0	5.0	2.5	4.2

Cuadro 47. Resultados del cuadro 24 para el porcentaje en evaluación final de cormos, con frecuencia de aplicación de 08 días

EVALUACION FINAL DE RIZOMAS (8D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	13.5	18.5	13.0	15.0
B0 - H3	10.0	6.5	15.5	10.7
B0.2 - H2	14.0	11.0	10.5	11.8
B0.25 -H1	8.5	10.0	11.0	9.8
B0.3 -H0	7.5	12.5	7.0	9.0

Cuadro 48. Resultados del cuadro 24 para el porcentaje en evaluación final de cormos, con frecuencia de aplicación de 10 días

EVALUACION FINAL DE RIZOMAS (10D)				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	I	II	III	
TESTIGO	19.0	18.5	13.5	17.0
B0 - H3	10.0	7.0	10.0	9.0
B0.2 - H2	7.0	13.0	18.5	12.8
B0.25 -H1	13.0	13.0	8.0	11.3
B0.3 -H0	8.0	10.5	8.0	8.8

Cuadro 49. Costos de aplicación para el tratamiento 1 o Testigo absoluto.

COSTO DE APLICACIÓN.			100 TRAMPAS/HECTAREA			
ACTIVIDAD	Número de unidades	Dosis/Ha	Unidad de medida	Valor por unidad	Costo por Héctarea	Porcentaje de costos
MANO DE OBRA						
Elaboración de trampas	100		trampas	0.315	31.50	
aplicación (biocontroladores)	100		trampas	0.315	31.50	
					63.00	100%
PRODUCTOS						
Nematodos benéficos	0	0 ml	Litro	160.00	0.00	
Terravería 0,5 L	0	0 ml	Litro	250.00	0.00	
corrector de pH	0	0 ml	Litro	28.00	0.00	
					0.00	0%
COSTOS TOTALES					63.00	100%

Cuadro 50. Costos de aplicación para el tratamiento *Beauveria* 0% + *Heterorhabditis* 3%

COSTO DE APLICACIÓN.			100 TRAMPAS/HECTAREA			
ACTIVIDAD	Número de unidades	Dosis/Ha ml	Unidad de medida	Valor por unidad	Costo por Héctarea	Porcentaje de costos
MANO DE OBRA						
Elaboración de trampas	100		trampas	0.3167	31.67	
aplicación (biocontroladores)	100		trampas	0.3167	31.67	
					63.34	63%
PRODUCTOS						
Nematodos benéficos	0.225	225 ml	Litro	160.00	36.00	
Terravería 0,5 L	0	0	Litro	250.00	0.00	
corrector de pH	0.015		Litro	28.00	0.42	
					36.42	37%
COSTOS TOTALES					99.76	100%

Cuadro 51. Costos de aplicación para el tratamiento *Beauveria* 0.2% + *Heterorhabditis* 2%.

COSTO DE APLICACIÓN.			100 TRAMPAS/HECTAREA			
ACTIVIDAD	Número de unidades	Dosis/Ha ml	Unidad de medida	Valor por unidad	Costo por Hectárea	Porcentaje de costos
MANO DE OBRA						
Elaboración de trampas	100		trampas	0.317	31.67	
aplicación (biocontroladores)	100		trampas	0.317	31.67	
					63.34	69%
PRODUCTOS						
Nematodos benéficos	0.15	150 ml	Litro	160.00	24.00	
Terraboveria 0,5 L	0.015	15 ml	Litro	250.00	3.75	
corrector de pH	0.015		Litro	28.00	0.42	
					28.17	31%
COSTOS TOTALES					91.51	100%

Cuadro 52. Costos de aplicación para el tratamiento *Beauveria* 0.25% + *Heterorhabditis* 1%.

COSTO DE APLICACIÓN.			100 TRAMPAS/HECTAREA			
ACTIVIDAD	Número de unidades	Dosis/Ha ml	Unidad de medida	Valor por unidad	Costo por Hectárea	Porcentaje de costos
MANO DE OBRA						
Elaboración de trampas	100		trampas	0.317	31.67	
aplicación (biocontroladores)	100		trampas	0.317	31.67	
					63.34	79%
PRODUCTOS						
Nematodos benéficos	0.075	75 ml	Litro	160.00	12.00	
Terraboveria 0,5 L	0.0185	18.75 ml	Litro	250.00	4.63	
corrector de pH	0.015		Litro	28.00	0.42	
					17.05	21%
COSTOS TOTALES					80.39	100%

Cuadro 53. Costos de aplicación para el tratamiento tratamiento *Beauveria* 0.3% + Heterorhabditis 0%.

COSTO DE APLICACIÓN.						
100 TRAMPAS/HECTAREA						
ACTIVIDAD	Número de unidades	Dosis/Ha ml	Unidad de medida	Valor por unidad	Costo por Hectárea	Porcentaje de costos
MANO DE OBRA						
Elaboración de trampas	100		trampas	0.317	31.67	
aplicación (biocontroladores)	100		trampas	0.317	31.67	
					63.34	91%
PRODUCTOS						
Nematodos beneficios	0	0	Litro	165.00	0.00	
Terraveria 0,5 L	0.0225	22.5 ml	Litro	250.00	5.63	
corrector de pH	0.015		Litro	28.00	0.42	
					6.05	9%
COSTOS TOTALES					69.39	100%

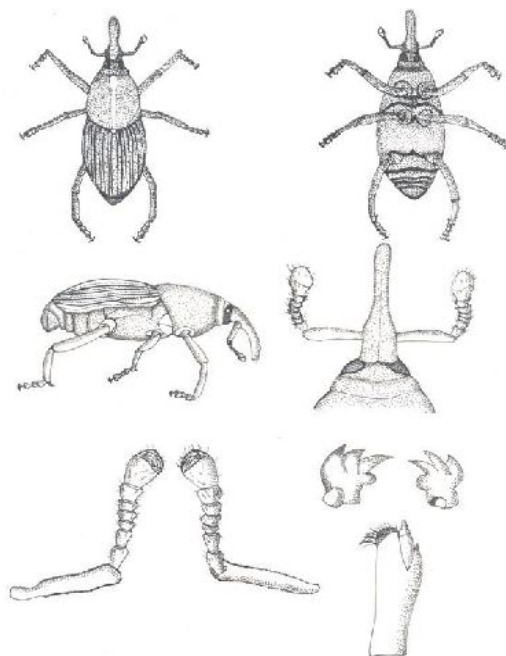


Figura 12. *Cosmopolites sordidus*, adulto macho. Escala 1mm.

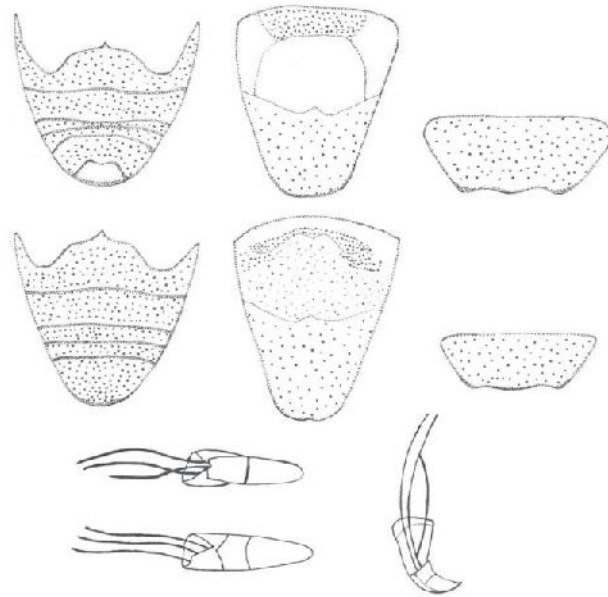


Figura 13 *Cosmopolites sordidus*, Abdomen. Escala 1mm.

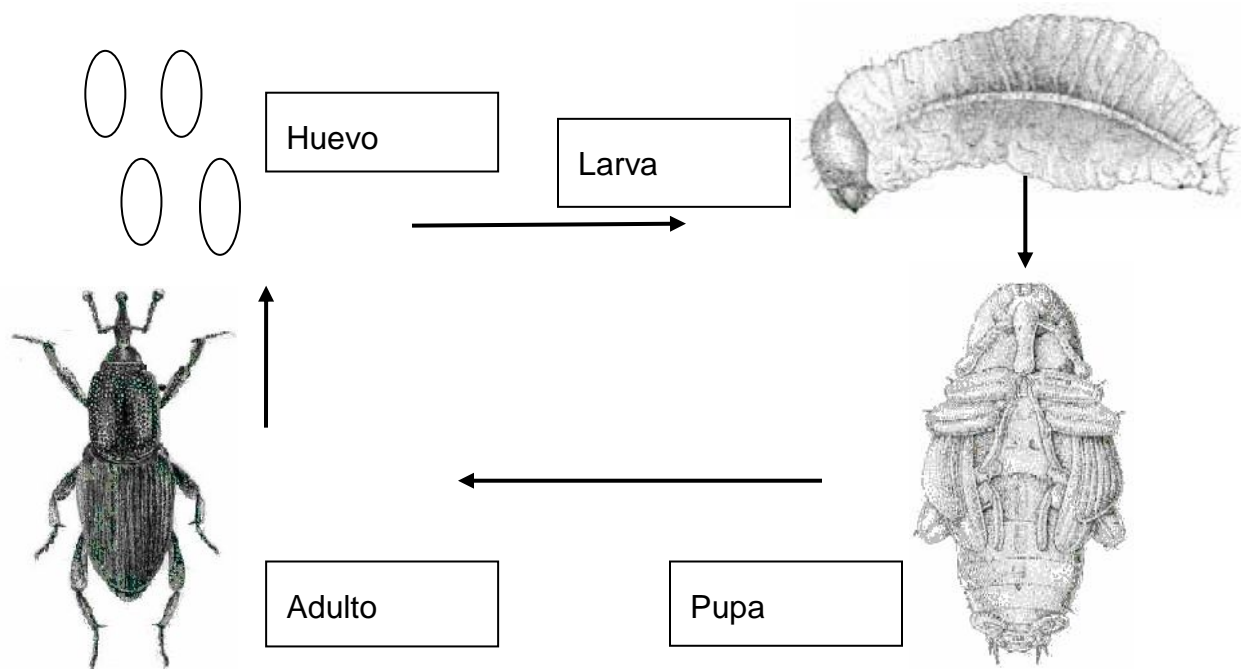


Figura 14. Ciclo de vida de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

Fuente: Matute 1999 (20) y Treverrow 1983.



Galerías de *Cosmopolites sordidus*

Figura 15. Corno con galerías de *Cosmopolites sordidus*.



Figura 16. Elaboración de trampas tipo disco.



Figura 17. Revisión y conteo de insectos vivos.



Figura 18. Productos y materiales de aplicación.



Figura 19. Aplicación de biocontroladores.



Figura 20. Muestras de laboratorio (picudos con micelio).



Figura 21. Cormos sin galerías de *Cosmopolites sordidus*.