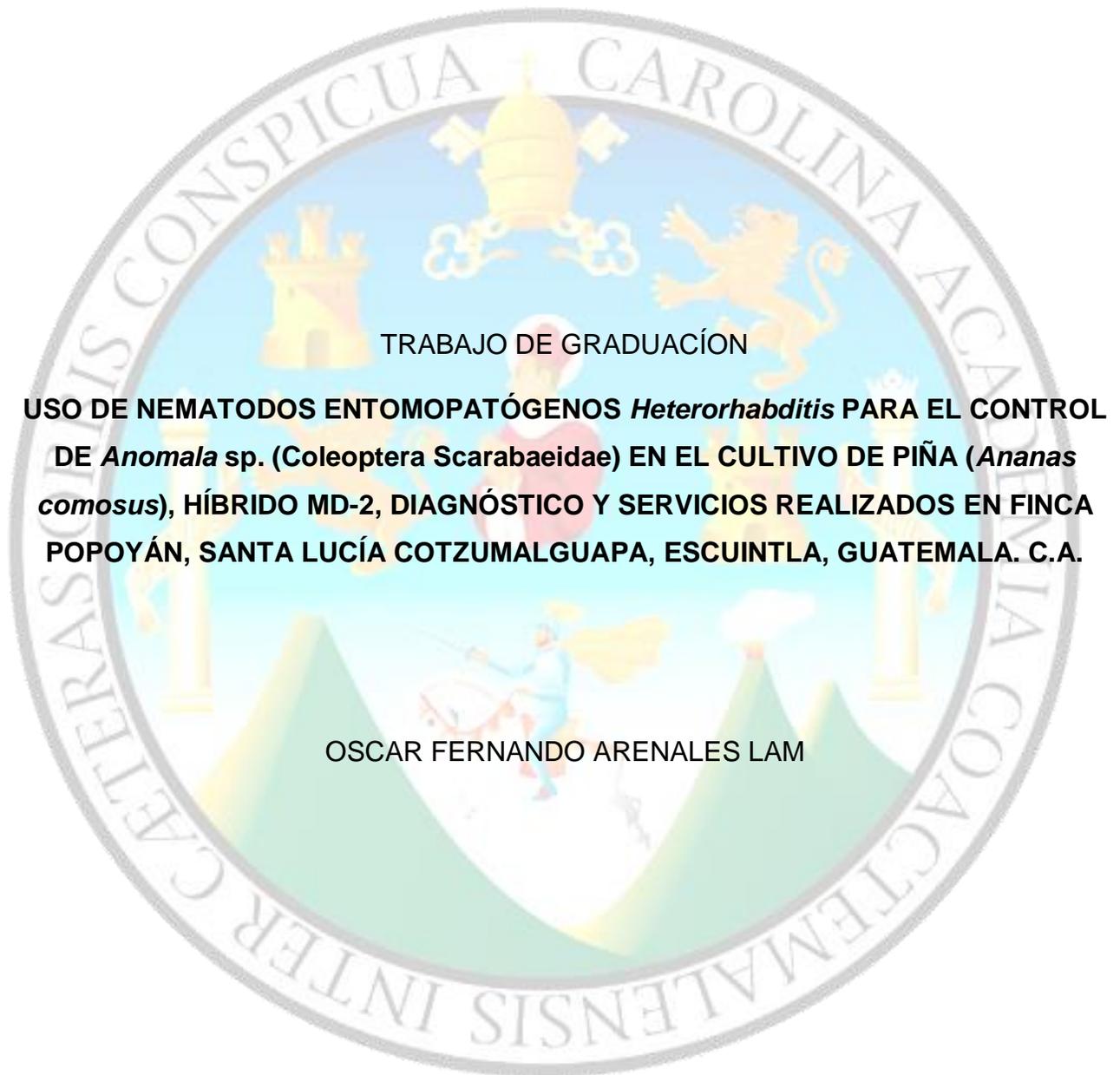


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS *Heterorhabditis* PARA EL CONTROL DE *Anomala* sp. (Coleoptera Scarabaeidae) EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*), HÍBRIDO MD-2, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A.

OSCAR FERNANDO ARENALES LAM

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS *Heterorhabditis* PARA EL CONTROL DE *Anomala* sp. (Coleoptera Scarabaeidae) EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*), HÍBRIDO MD-2, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

OSCAR FERNANDO ARENALES LAM

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomas Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P.C Neydi Yassmine Jucarán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

Guatemala, septiembre 2017

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado **“USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS *Heterorhabditis* PARA EL CONTROL DE *Anomala sp.*(*Coleoptera Scarabaeidae*) EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*), HÍBRIDO MD-2, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Oscar Fernando Arenales Lam

ACTO QUE DEDICO

A DIOS por ser mi compañero fiel durante el transcurso de mi carrera.

A MIS PADRES Julio Roberto Arenales y Rina Yohana Lam, por motivarme con su ejemplo a culminar mis estudios y por el apoyo incondicional que me han brindado siempre.

A MIS HERMANOS Julio Roberto y Rina Alejandra por ser mi fiel compañía en cada una de las etapas de mi vida.

A MIS ABUELAS por su cariño.

AGRADECIMIENTOS

MI CASA DE ESTUDIOS Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

MIS CATEDRÁTICOS: por su paciencia, esmero y dedicación para educar y formar mejores guatemaltecos.

MI ASESOR: Ing. Agr. Filadelfo Guevara, gracias por su apoyo, colaboración y paciencia.

MI SUPERVISOR: Dr. Marco Vinicio Fernández, gracias por su apoyo durante el proceso.

Ing. Agr. Abelardo Melgar Pérez, por brindarme la oportunidad de expandir y ampliar mis conocimientos durante la práctica.

Ing. Agr. Fredy Ruano López, por brindarme su apoyo durante la investigación.

P. Agr. Casildo Leonardo, gracias por el apoyo.

POPOYÁN: por permitirme crecer en el ámbito profesional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN LA EMPRESA OPERACIONES DEL CAMPO S.A., EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, C.A..	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.1 Objetivos Específicos	4
1.3 METODOLOGÍA.....	5
1.3.1 Elaboración del plan.....	5
1.3.2 Ejecución del plan	5
1.3.3 Descripción de las actividades	5
1.3.4 Análisis de la información.....	6
1.3.5 Jerarquización de la problemática.....	6
1.4 RESULTADOS	8
1.4.1 Marco referencial	8
1.4.1.1 Ubicación geográfica.....	8
1.4.2 Insectos plaga y enfermedades	11
1.4.2.4 Thecla (<i>Strymon basilides</i>).....	12
1.4.3 Organigrama de la empresa.....	14
1.4.4 Actividades desarrolladas por el departamento de manejo integrado de plagas ..	14
1.4.4.4 Aplicación de cebos	20
1.4.4.5 Investigación	21
1.4.5 Árbol de problemas	21
1.4.6 Jerarquización.....	23
1.5 BIBLIOGRAFÍA	26
CAPÍTULO II USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS <i>Heterorhabditis</i> PARA EL CONTROL DE <i>Anomala sp. (Coleoptera Sacarabaeidae)</i> EN EL CULTIVO DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i>), HÍBRIDO MD-2, EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A..	27
2.1 PRESENTACIÓN	29
2.2 MARCO TEÓRICO	31
2.2.1 Marco conceptual.....	31
C. Sinfilidos	35
2.2.2 Marco referencial	42
2.2.3 Antecedentes de estudios realizados.....	47
2.3 OBJETIVOS	48
2.3.2 Objetivo General	48
2.3.3 Objetivos Específicos	48
2.4 HIPÓTESIS	48

CONTENIDO	PÁGINA
2.5 METODOLOGÍA	49
2.5.2 Premuestreo	49
2.5.3 Identificación de la gallina ciega asociada a la piña.....	49
2.5.4 Manejo de la plantación	50
2.5.5 Preparación y evaluación de los nematodos.....	51
2.5.7 Unidad experimental	52
2.5.8 Tratamientos.....	53
2.5.9 Diseño Experimental.....	55
2.5.10 Determinación de la relación beneficio costo	56
2.5.11 Identificación de la presencia del nematodo a través del hospedero alterno.....	57
2.5.12 Análisis de datos.....	57
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
2.6.1 Identificación del género de gallina ciega	59
2.6.2 Determinación de la eficacia del tratamiento químico.....	60
2.6.3 Determinación de la eficacia de los nematodos.....	64
2.6.4 Determinación del requerimiento hídrico para aplicación.....	64
2.6.5 Presencia de Nematodos en el suelo después de ambas aplicaciones.....	66
2.7 CONCLUSIONES	69
2.8 RECOMENDACIONES.....	70
2.9 BIBLIOGRAFÍA	71
2.10 ANEXO	76
CAPÍTULO III_ SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1 PRESENTACIÓN.....	81
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA	81
3.3 OBJETIVO GENERAL	81
3.4 SERVICIOS PRESTADOS	82
3.4.1 Manual de Descripción de Plagas y su Manejo en Piña	82
3.4.2 Evaluación de trampas pegajosa y de luz para la captura de lepidópteros	115
3.4.3 Manejo y Seguimiento de Investigaciones Establecidas.....	122
3.5 BIBLIOGRAFÍA	131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Organigrama	14
Figura 2. Árbol de problemas debilitamiento del sistema radicular	21
Figura 3. Árbol de problemas baja en la calidad de la piña para exportación	22
Figura 4. Ubicación de finca Popoyán.....	43
Figura 5. Distribución espacial de los tratamientos	55
Figura 6 Promedio de gallinas ciegas presentes antes de la primera aplicación	58
Figura 7 Promedio de gallinas ciegas antes de segunda aplicación	58
Figura 8. Promedio de larvas muertas en primera aplicación.....	61
Figura 9. Promedio de larvas muertas segunda aplicación	61
Figura 10. Promedio de gallinas ciegas muertas en primera aplicación.....	62
Figura 11. Promedio de gallinas ciegas muertas en segunda aplicación	62
Figura 12. Cantidad de agua necesaria para hacer llegar el agua suelo en una plantación de piña con diferentes edades.	65
Figura 13. Monitoreos de hormigas después de aplicación en el Pante el Morrito.....	125
Figura 14. Número de hormigueros posterior a las aplicaciones de Sige Pro	126
Figura 15. Trampas para hormigas	126
Figura 16. Aplicaciones con ácido giberélico.....	130
Figura 17. Medición de grados brix	130
Figura 18. Condición interna del fruto después de aplicación	130

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO

Cuadro 1 Problemas encontrados.....	23
Cuadro 2. Matriz de análisis de pares	24
Cuadro 3 Influencia de los efectos sobre problema	25
Cuadro 4. Tratamientos evaluados para el control de gallina ciega, finca Popoyán	53
Cuadro 5. Cantidad total de producto utilizado en cada aplicación, finca Popoyán	54
Cuadro 6. Número de larvas de <i>Paranomala</i> con síntomas de daño, finca Popoyán.	60
Cuadro 7. Cantidad de agua necesaria para superar la reserva y drenar hasta el suelo.....	65
Cuadro 8. Verificación de presencia de nematodos entomopatógenos en el suelo.	66
Cuadro 9A. Prueba de hospedero alternativo en piña	76
Cuadro 10A. Prueba de hospedero alternativo en café	77
Cuadro 11. Número de insectos atrapados en trampas pegajosas	117
Cuadro 12. Número de Insectos por familia.....	117
Cuadro 13. Número de insectos atrapados en trampa luminosa	121

USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS *Heterorhabditis* PARA EL CONTROL DE *Anomala* sp. (Coleoptera Scarabaeidae) EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*), HÍBRIDO MD-2, EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A.

RESUMEN

La gallina ciega (*Coleoptera Scarabaeidae*) es una de las principales plagas del suelo, en algunos cultivos como la piña. Esta se alimenta de las raíces, causando un marchitamiento generalizado, retardos en el crecimiento y mayor susceptibilidad al ingreso de agentes fitopatógenos.

La presente investigación y el diagnóstico para la generación de información sobre el manejo de esta plaga en el cultivo de piña, fue orientada a un control biológico, a través del uso de nematodos entomopatógenos.

El diagnóstico se realizó en la empresa Operaciones del Campo S.A. quien es propietaria de la finca Popoyán, la cual está ubicada en el kilómetro 102.5 carretera al Pacífico, Santa Lucía Cotzumalguapa. Se identificaron las plagas presentes en el cultivo de piña, su manejo agronómico, alternativas biológicas y prácticas culturales.

El enfoque principal del diagnóstico fue el manejo integrado de plagas. Como apoyo a esta área se identificaron la principales plagas que afectan al cultivo de piña en la finca Popoyán, siendo la gallina ciega (*Paranomala*) y la cochinilla harinosa (*Pseudococuss* sp.) las que ocasionan el daño más significativo al cultivo.

Se realizaron aplicaciones con nematodos entomopatógenos para el control biológico de la gallina ciega (*Paranomala*), en plantaciones de nueve meses de edad.

Se identificaron tres lotes con presencia de la plaga, los cuales conformaban un área total de 7,450 m². Las aplicaciones se realizaron con el equipo de aplicación conocido como spray boom con un intervalo de 15 días, evaluando tres dosificaciones de nematodos entomopatógenos, 10,000 nematodos/m², 7,500 nematodos/m², 5,000 nematodos/m². Se utilizó el producto Ethoprophos como testigo relativo.

Durante los muestreos realizados post aplicaciones no se presentaron larvas de gallina ciega (*Paranomala*) infectadas por nematodos entomopatógenos. La mortalidad solo se presentó en los tratamientos en los que se aplicó ethoprhopos, presentando las características comunes de una muerte por este tipo de producto.

Por ello se realizaron tres pruebas para determinar la ausencia de infección de larvas de gallina ciega por nematodos entomopatógenos. Se realizó una prueba de hospedero alterno, para la cual se realizó una colecta de suelo en las áreas donde se realizaron las diferentes aplicaciones de nematodos, estas se enviaron al laboratorio MIC,S.A, en donde se colocaron larvas sanas dentro del suelo con nematodos entomopatógenos y se determinó el porcentaje de nematodos presentes en el suelo, luego de aplicación fue de 26 % para la dosis de 10,000 nematodos/m² y 13 % para la dosis de 7,500 nematodos/m².

Los nematodos entomopatógenos son una herramienta biológica muy efectiva para el control de larvas en el suelo, estos dependen de algunos factores como el contacto directo con el suelo, humedad relativa y un rango de temperatura dependiendo de la especie a la que pertenezcan; en el caso de las aplicaciones realizadas durante esta investigación algunos de estos factores interfirieron la infección de las gallinas ciegas. El cultivo de piña en edad de nueve meses proporciona una gran cantidad de cobertura vegetal, debido al tamaño de las hojas, por lo que el espacio para realizar una aplicación foliar y que esta drene hasta el suelo fue mínima, la protección del cultivo con mulch también dificultó el ingreso de los nematodos al suelo, ya que esta cubre una buena porción del suelo que queda expuesto a la aplicaciones.

Debido a que no se obtuvieron resultados positivos en la investigación se realizó una prueba para medir la cantidad de agua necesaria para desbordar la reserva de las plantas de piña, en edades desde uno hasta los nueve meses. Esto permitió identificar que es posible realizar aplicaciones con esta metodología si el cultivo tiene hasta tres meses, debido a que con el implemento agrícola spry boom es posible aplicar 171 ml/ planta.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN LA EMPRESA
OPERACIONES DEL CAMPO S.A, FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA
COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

1.1 PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico se realizó en el Departamento de Manejo Integrado de Plagas de la empresa Operaciones del Campo S.A, ubicada en la finca Popoyán en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. La finca cuenta con 650 hectáreas; de las cuales utiliza 400 para la producción y comercialización de piña (*Ananas comosus*. L.Merr.) y 250 se utilizan para el cultivo de hule (*hevea brasiliensis*).

La problemática, está principalmente relacionada con la diversidad de organismos y microorganismos conocidos como plagas que afectan el cultivo de piña. Dentro de las cuales se encuentra la gallina ciega, la cual en su estado larval tres, es estrictamente rizófaga por lo que se alimenta de la raíz de la planta de piña, dejando heridas que organismos oportunistas como hongos y bacterias utilizan para introducirse a la planta.

La cochinilla harinosa también es una de la plagas que ocasionan problemas en el cultivo de piña; ya que esta se adhiere al fruto y a las raíces provocando heridas que permiten la entrada de hongos y bacterias, además de ser un vector del virus Wilt, el cual produce la muerte de la planta, su efecto más perjudicial es al momento de la exportación.

Otros organismos como Sinfilidos (*Scutiguerella immaculata*), tecla (*Strymon basilides*) y los nocheros constituyen el conjunto de problemas que comúnmente afectan al cultivo produciendo disminuciones en su producción.

Son varias las alternativas de manejo encontradas para este tipo de problemas, sin embargo los métodos más utilizados son los químicos, los cuales tienen un alto costo para el ambiente, ya que muchas veces disminuyen las poblaciones de insectos y microorganismos benéficos. En la empresa actualmente se utilizan algunas alternativas de manejo como el uso de organismos benéficos para el control de gallina ciega.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Conocer y describir las principales actividades de manejo integrado de plagas realizadas por la empresa Operaciones del Campo S.A, ubicada en la finca Popoyán.

1.2.1 Objetivos Específicos

A. Conocer la situación el departamento de manejo integrado de plagas de la empresa Operaciones del Campo S.A.

B. Describir las principales actividades de manejo integrado de plagas que se realizan en la empresa.

C. Detectar la problemática del departamento integrado de plagas.

D. Jerarquizar la problemática encontrada.

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Elaboración del plan

En esta fase se procedió a investigar a través de fuentes secundarias, toda la información referente al departamento de manejo de plagas, se consultaron tesis, registros de actividades, manuales; también se entrevistó a las personas que laboran en dicho departamento.

1.3.2 Ejecución del plan

La ejecución de campo consistió en un recorrido de la finca durante el primer mes en donde se observaron las diferentes actividades a las que se dedica el departamento de manejo integrado de plagas.

1.3.3 Descripción de las actividades

Para la elaboración del diagnóstico se realizaron recorridos con el personal encargado de las algunas actividades como los muestreos y las aplicaciones. Se consultaron manuales ya establecidos por la empresa para diversas actividades como las aplicaciones. La información referente a los productos utilizados se extrajo del archivo de la empresa.

1.3.4 Análisis de la información

Se realizó luego de recorrer la finca, realizar los diferentes muestreos, entrevistar a algunos encargados de esta área. De esta forma se identificó a través de un árbol de problemas, la problemática actual en el departamento de manejo integrado de plagas, la cual esta descrita en los resultados de este diagnóstico.

1.3.5 Jerarquización de la problemática

La jerarquización de la problemáticas, se realizó a través de una matriz de análisis de pares. Para ello se definieron los siguientes criterios de clasificación.

1.3.5.1 Escala de clasificación

1 = El criterio "a" (fila) es un criterio mucho menos importante que el criterio "b" (columna)

2 = El criterio "a" (fila) es un criterio menos importante que el criterio "b" (columna)

3 = El criterio "a" (fila) es un criterio igual de importante que el criterio "b" (columna)

4 = El criterio "a" (fila) es un criterio más importante que el criterio "b" (columna)

5 = El criterio "a" (fila) es un criterio mucho más importante que el criterio "b" (columna)

1.3.5.2 Construcción de la matriz

- a. Según la escala de clasificación se asignaron los valores correspondientes resultantes de la comparación de los dos criterios, que en este caso fueron todos los efectos casados por los problemas encontrados.

- b. Luego se realizó una sumatoria de la ponderación asignada a cada comparación de variables.
- c. Se promediaron los resultados de las sumatorias y se calculó el porcentaje de influencia de cada uno de los efectos encontrados en cada problema.
- d. Para la jerarquización se realizó una sumatoria de todos los efectos pertenecientes a cada uno de los problemas y conforme al resultado se clasificó como problema principal, aquel que obtuviera mayor sumatoria por influencia de sus efectos.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Marco referencial

1.4.1.1 Ubicación geográfica

La finca Popoyán, propiedad de Operaciones del Campo S.A. Se encuentra ubicada en el sur del país, en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. Se encuentra a una altitud de 324 m.s.n.m., la finca colinda al Norte con la finca La Ceiba, al Sur con la finca El Naranja, al Este con la finca La Gracia dedicada a la explotación ganadera y al Oeste con la finca Las Ilusiones. Dedicándose a la explotación de ganado, café (*Coffea arabica* L.) y hule (*Hevea brasiliensis* Müll.).

1.4.1.2 Vías de acceso

La finca se localiza sobre el Kilómetro 102.2 carretera al Pacifico, y 900 metros sobre la carretera de terracería que dirige hacia Yepocapa, Chimaltenango.

1.4.1.3 Características Biofísicas

A. Temperatura

Las temperaturas máximas oscilan entre los 33 °C - 26 °C, mínima entre los 22 °c - 16 °C (Según registros finca popoyán 2013).

B. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial media es de 3,500 mm anuales, teniendo precipitaciones dispersas durante todo el años, (Según registros finca popoyán 2013).

C. Humedad relativa

La humedad relativa se mantiene entre 65 % las mínimas y un máximo de 85 %.

D. Pendientes

El terreno presenta pendientes desde 1 % hasta 45 %, siendo utilizadas las pendientes desde 1 % hasta 30 % para el cultivo de la piña, y de 31 % hasta 45 % para el cultivo de hule.

E. Edafología

En la finca se encuentran suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color oscuro susceptible a erosión. Según su clasificación taxonómica, pertenece al grupo de los andisoles, una textura franco arcilloso y franco arenosa.

Los suelos andisoles son de orígenes volcánicos, altamente porosos, ligeros, permeables, de buena estructura y fáciles de trabajar.

1.4.1.3 Datos de la finca

A. Extensión de la finca

La finca cuenta con una extensión de 14 caballerías, de las cuales se utilizan 9 para el cultivo de piña y 5 para el cultivo de hule.

B. Fuente hídrica

El agua que abastece a la finca proviene del río Coyolate.

C. Infraestructura

La finca cuenta con un edificio utilizado como oficinas, una planta industria de empaque de frutas, una de habitación, un taller mecánico y soldadura, una enfermería y una bodega de agroquímicos.

El Departamento de Manejo Integrado de Plagas de la Empresa Operaciones del Campo S.A fue formado 2007 año desde el cual se tiene registros del comportamiento de plagas; este se compone de 12 empleados los cuales se dedican a diversas actividades para el control de las plagas en el cultivo de piña.

El cultivo de piña se ve afectado por una diversidad de factores bióticos y abióticos, entre los bióticos se encuentran los organismos y microorganismos conocidos como plagas, entre los cuales se encuentran:

1.4.2 Insectos plaga y enfermedades

1.4.2.1 Gallina ciega (*Coleoptera Scarabaeidae*)

Afecta el cultivo de piña al igual que otros cultivos, en su estado de larva, esto ocurre regularmente en los meses de julio y agosto cuando tiene alrededor de 2 meses a 3 meses de vida (Dix et. Al 1995), los adultos suelen alimentarse del follaje de árboles, por lo que en esta etapa de su ciclo biológico no representan ningún daño.

Este insecto ocasiona mayor daño durante su estado de larva específicamente cuando se encuentra en el instar tres, ya que en este estado es estrictamente rizófaga, alimentándose de las raíces de la planta de piña, debilitando el sistema radicular y permitiendo la entrada de otros microorganismos como *Phytophthora* y *Erwinia*.

1.4.2.2 Cochinilla harinosa (*Pseudococcus sp*)

Este es un pseudooccido que afecta a las raíces de la planta y los frutos. La cochinilla tiene una relación simbiótica con la hormiga, ya que esta le brinda desplazamiento y protección a cambio de las mielecillas presentes en los exudados de la cochinilla,

Las cochinillas se localizan en las hojas inferiores de la planta, las raíces y en el fruto. La cochinilla chupa savia del tallo y las raíces, secretando toxinas que debilitan la planta. Estas son vectores del virus Pineapple Mealybug Wilt-associated, (PMWaV), conocido como el virus del wilt, (Sether et al., 1998) que provoca un desecamiento del ápice hacia la base de la hoja y un enrollamiento en el borde de las hojas más afectadas.

1.4.2.3 Sinfilidos (*Scutigerella sp*)

Son pequeños artrópodos de color blanco y cuerpo blando, antenas muy largas. Se alimentan de las secciones más jóvenes de las raíces, provocando el síntoma de escoba de bruja, afectando la absorción de elementos nutritivos, por lo que se reduce los rendimientos de los cultivos. (Abarca, 1992).

1.4.2.4 Thecla (*Strymon basilides*)

Es un lepidóptero de hábito diurno, se encuentra cerca de áreas boscosas, y donde existen malezas principalmente heliconeas. El daño se ocasiona cuando la hembra coloca el huevo en las brácteas de la fruta antes de que se abran las flores. Las larvas penetran las brácteas hasta llegar al fruto provocando galerías internas (Aguirre, 2013).

1.4.2.5 Gusano Nocheros (Noctuidos)

Este Noctuido se alimenta de la planta de la piña, principalmente cuando la planta se encuentra en el estadio de flor seca, los adultos ovipositan en las hojas de la base del fruto, al desarrollarse las larvas se alimentan del fruto construyendo galerías dentro del mismo.(Carrillo, 2011).

1.4.2.6 Phytophthora sp

Este oomicete se presenta en diversas etapas de crecimiento de la planta, donde muchas veces entra a través de heridas hechas por insectos, condiciones de alta precipitación y alta humedad propician el desarrollo de sus estructuras reproductivas. Al infectar las plantas suelen formar parches en la plantación, con síntomas como clorosis y amarillamiento, además de una necrosis progresiva en las hojas apicales las cuales se desprenden fácilmente y suelen tener un olor a descomposición material.

1.4.2.7 Erwinia

Bacterias gram negativas, aparece en ocasiones por el maltrato mecánico, sus síntomas se presentan en las hojas basales en donde se produce una pudrición y un olor intenso amónico y necrosis en las hojas.

1.4.2.8 Thelaviopsis

Esta enfermedad es producida por daños mecánicos en la plantación, así como cambios climáticos bruscos, sus síntomas afectan hojas tallos y frutos; se identifica por que el hongo forma una coloración gris en la planta, en los frutos se produce una pudrición acuosa y finalmente se torna de color negro oscuro por la reproducción generalizada del hongo.

1.4.3 Organigrama de la empresa

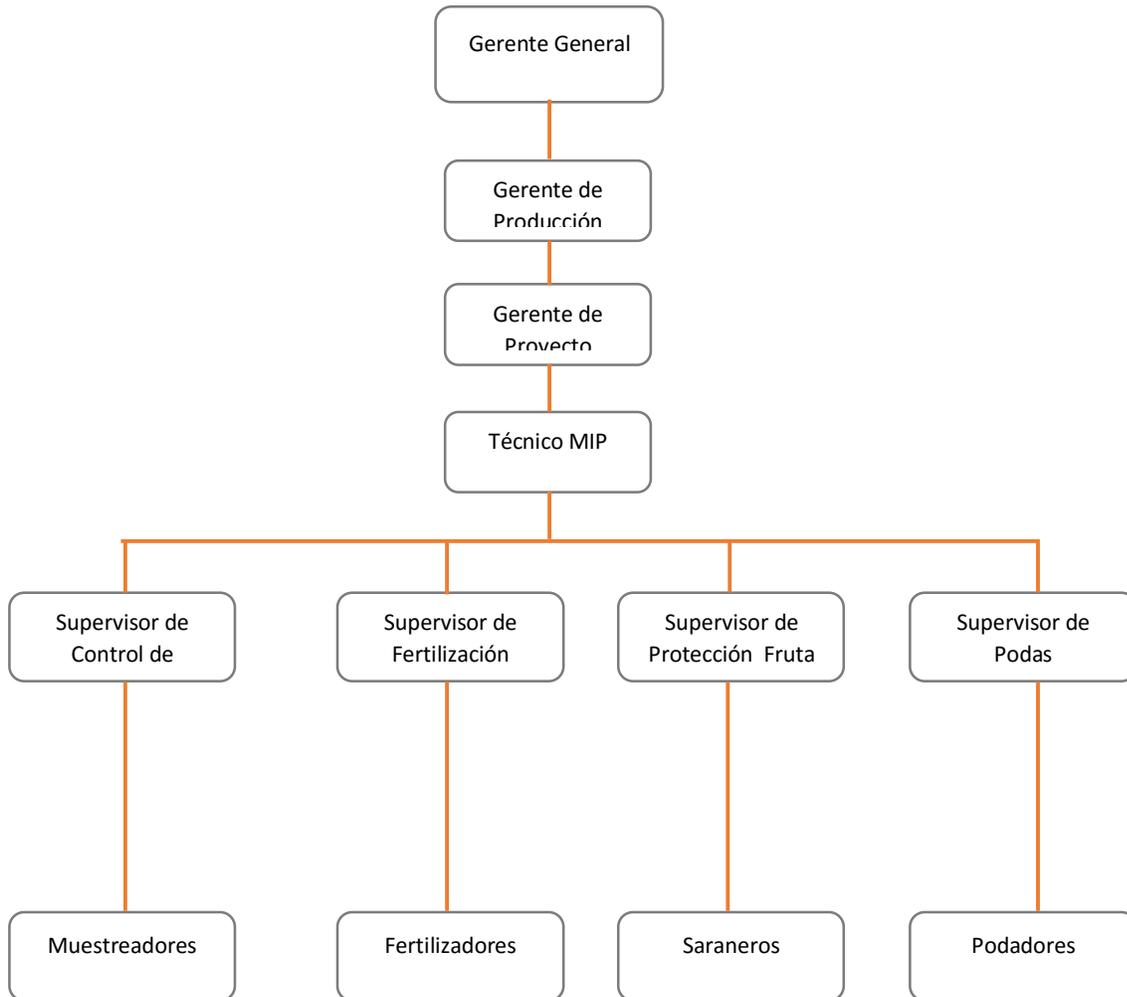


Figura 1. Organigrama

1.4.4 Actividades desarrolladas por el departamento de manejo integrado de plagas (MIP)

1.4.4.1 Monitoreos

Se realizan una diversidad de muestreos durante el ciclo del cultivo, para poder contar con información que permita proveer un mejor manejo y asegurar la producción.

Los diferentes monitoreos que se realizan son los siguientes:

A. Monitoreo para el control de cochinilla harinosa

Este tiene como objetivo cuantificar la cantidad de cochinillas presentes en los diferentes partes de la finca, se realiza escogiendo 50 plantas con fruta al en tres puntos de muestreo (extremos y centro del block) revisando 15 plantas en los extremos y 20 en el centro del block. Se revisa cada fruta en los bordes de la corona y entre las hojas, al mismo tiempo se llena el formato de registro.

El umbral para esta plaga es de: 8 plantas con presencia de cochinilla por block.

B. Monitoreo para el control de Gallina Ciega (*Anomala sp.*)

Este tiene como objetivo cuantificar la cantidad de gallinas ciegas presente en los diferentes partes de la finca, se realiza escogiendo 9 plantas al azar en tres puntos de muestreo en los extremos y el centro del block, se hace en forma de diagonal, en cada punto se arrancan tres plantas y se revisan cuidadosamente, se realiza un agujero de 25 cm de profundidad con la ayuda de una pala y se cuentan las gallinas ciegas vivas y muertas, luego se llena el formato de registro.

El umbral para esta plaga es de una gallina ciega por block.

C. Monitoreo para el control de Erwinia

Este tiene como objetivo cuantificar las plantas que presenten los síntomas de esta bacteria que son coloración café claro en la base, plantas dobladas y tienden a formarse bolsas en la base de las hojas, se realiza de forma diagonal cambiando de camellón en camellón. Se cuentan las plantas infectadas y las no infectadas de la diagonal recorrida dentro del block, al mismo tiempo se llena el formato de registro.

D. Monitoreo para el control Phytophthora

Este tiene como objetivo cuantificar las plantas que presentan los síntomas de este hongo que son hojas con decoloración, enrollamiento y puntas desdobladas de color café, al arrancar las hojas del centro estas se desprenden fácilmente debido a la pudrición en la base de estas, la planta despide un olor desagradable. Se realiza contando las plantas infectadas en forma diagonal, cambiando de camellón en camellón, se cuenta las plantas infectadas y las no infectadas de la diagonal recorrida dentro del block, al mismo tiempo se llena el formato de registro.

E. Monitoreo de Inducción

Este tiene como objetivo determinar si las plantas ya se encuentran lista para la inducción; se realizan arrancando seis plantas del centro del camellón, luego se va cortando las plantas en forma diagonal con relación al block, se cortan las hojas dejando solo el tallo de la planta, se corta de 2 a 3 centímetros la base del tallo. El tallo debe quedar con un largo

de 15 cm luego se corta a la mitad de forma longitudinal. La planta inducida mostrará un pequeño abultamiento en el centro del tallo, si no está inducida tendrá forma de arco. Luego se llena el formato de registro.

F. Monitoreo de Parición

Este tiene como objetivo determinar cuántas plantas parieron después de la forza, se realiza contando las plantas paridas y las no paridas del camellón de cada gaveta, el avance se hace en cada camellón en forma diagonal para obtener un perfil del block, la planta que ha parido muestra en el cogollo el brote de un cono de color amarillo pálido a rojizo, esta significa que la futra ya se está formando, la planta que no esté parida no muestra el cono y su crecimiento es vertical con sus hojas rectas y amacollada. Luego se llena el formato de registro.

G. Monitoreo de Mortalidad

Este tiene como objetivo determinar cuántas plantas muertas se encuentran en cada uno de los pantes, se cuentan las plantas vivas y muertas, se realiza en forma diagonal al respecto del block, contando camellón por gaveta luego se llena el formato de registro.

1.4.4.2 Aplicaciones

Las aplicaciones se realizan dependiendo de los resultados de los muestreos realizados, ya que si la presencia de plagas supera el umbral permitido en los pantes muestreados se programa una aplicación para evitar los daños que causan estas.

A. Control Gallina ciega

Para el control de la Gallina Ciega (*Paranomala*) y los sinfilidos se realizan aplicaciones con ethoprophos el cual es un nematicida e insecticida organofosforado que actúa por contacto, se aplica en dosis de 8 litros por hectárea, esto si la presencia de la plaga supera el umbral que es de una gallina ciega por block.

B. Control Tecla y Gusano nochero

Diazinon se utiliza para el control de estos lepidópteros, este es un insecticida organofosforado, la dosis utilizada varía entre 0.5 l/ha - 1.5 l/ha. La aplicación se realiza dependiendo del muestreo de lepidópteros, si el muestreo indica que la presencia de tecla y gusano nochero es focalizada en los bordes de los pantes, la aplicación se realiza con bomba de mochila, si la incidencia es alta y generalizada se realizan aplicaciones con spray boom.

Carbarilo la aplicación se realiza con una dosis de 0.7 kg/ha a 2.1 kg/ha. Si la presencia de tecla en el block supera el umbral que es de uno, se aplica en forma granulada mezclada con arena, se aplican 12 gramos del producto por planta. Si las plantas han sido inducidas y superan el umbral de un individuo de tecla (*Strymon basilides*) se realiza una aplicación con spray boom.

Bacillus thuringiensis subesp. *Aizawai* es un insecticida microbiológico, se aplica en una dosis de 250 g/ha a 500 g/ha por cada 200 litros de agua. La aplicación se realiza con spray boom en los lotes en donde los muestreos indican alta incidencia de tecla (*Strymon basilides*) y gusano nochero (Noctuidae).

Bacillus thuringiensis var. *Kurstaki* es un insecticida microbiológico se aplica en una dosis de 125 g/ha – 500 g/ha. la aplicación se realiza con spray boom en los lotes en donde los muestreos indican que se ha superado el umbral de un individuo por planta de (*Strymon basilides*) y gusano nochero (Noctuidae).

1.4.4.3 Destrucción de hospederos

A. Manejo del Camote

Posterior al corte de la fruta, la plantación se deja en el campo hasta que la semilla vegetativa llega al peso necesario para la siembra que es 400 g a 600 g, luego se cosecha la semilla y se retira la planta de cada uno de los lotes, el camote se deja en la calle debido a los altos costos que genera su extracción, por lo que este se convierte en un hospedero para plagas.

El manejo del rastrojo (camote) se realiza un mes después de haber colocado el rastrojo en la calle, se pasa la rastra dos veces, la profundidad a la que se realiza es de 20 cm a 25 cm, esto permite pulverizar el camote y a la vez incorporarlo al suelo formando materia orgánica. También se hace una aplicación de diazinon un día después de haber pasado la rastra para controlar la cochinilla y las hormigas.

B. Control de malezas

El control de malezas se realiza a través de limpiar las calles, antes de establecer la plantación, también se aplican herbicidas pre y post-emergentes con el stroller; las

aplicaciones se realizan a los 8 días a los 40 días y a los 100 días después de haber establecido la plantación.

Los herbicidas que se aplican son los siguientes.

- Glifosato (Roundup 35,6 SL) el cual es un herbicida regulador de crecimiento fosfórico a base de glifosato para el control de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).
- Diuron (Karmex 80 WG) este es un herbicida sistémico, residual, pre y post-emergente e inhibidor fotosintético, se utiliza para el control de malezas de hoja ancha y de gramíneas.
- Triazina (Hexacto 75 WP) este es un herbicida de contacto, se aplica en una relación de 0.5 kg/ha – 1.5 kg/ha diluido en 650 gal de agua.

1.4.4.4 Aplicación de cebos

A. Roedores

Para el control de los roedores se utilizan cebos que constan de maíz con Racumin, estos se colocan dentro de las camas donde se encuentre presencia de daños ocasionados por los roedores. Se realiza una distribución de cebos si durante el muestreo de fruta se encuentran cinco frutas con daño de rata de las ocho muestreadas.

B. Hormigas

Se utiliza un cebo a base de hidrametilona (SIEGE Pro) para el control de hormigas, este es un insecticida granulado, se utiliza una dosis de 1.1 kg/ha - 1.6 kg/ha. El control de las hormigas es una actividad indispensable dentro del manejo integrado de plagas, ya que esta vive en simbiosis con la cochinilla harinosa, por lo que la protege para alimentarse de los azúcares producidos por sus exudaciones.

1.4.4.5 Investigación

El departamento de manejo integrado de plagas realiza investigaciones con regularidad, con la finalidad de dar respuesta a los principales problemas, para este caso en particular corresponden a las diversas plagas presentes en el cultivo de piña.

1.4.5 Árbol de problemas

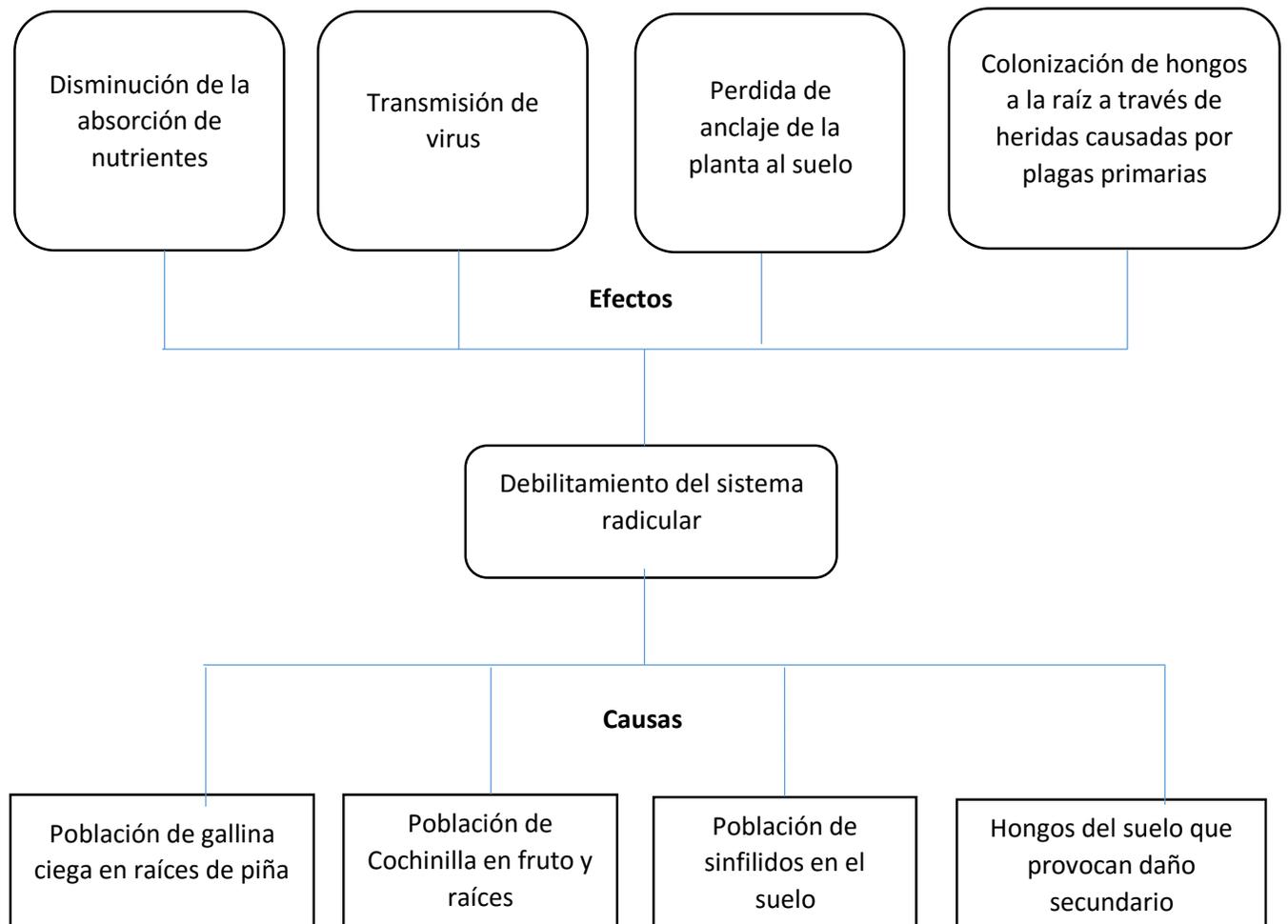


Figura 2. Árbol de problemas debilitamiento del sistema radicular

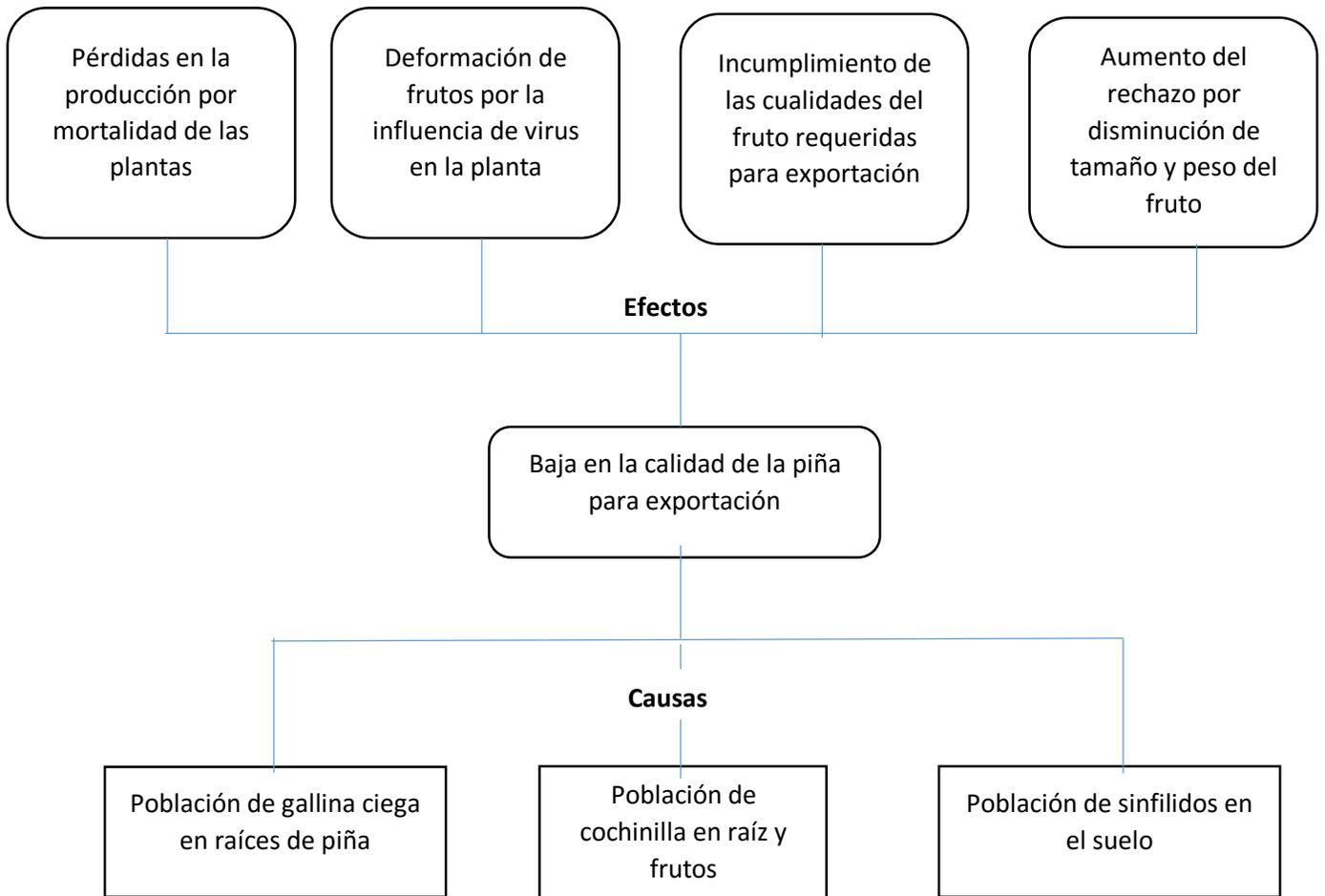


Figura 3. Árbol de problemas baja en la calidad de la piña para exportación

1.4.6 Cuadro resumen de los problemas encontrados

Cuadro 1 Problemas encontrados

Problema	Causas	Efectos	Soluciones
Debilitamiento del sistema radicular	Plagas del suelo	Disminución en la absorción de nutrientes.	Uso de entomopatógenos
	Hongos del suelo que provocan daño secundario	Transmisión de virus	Control de hormigas de los géneros <i>Dorymyrmex</i> y <i>Solenopsis</i> que viven en simbiosis con cochinillas
		Heridas en la planta que permiten el ingreso de otros agentes patógenos. Mortalidad de la planta	Minimizar plagas del suelo
Baja en la calidad de la piña para la exportación	Plagas del suelo	Perdidas de la producción por mortalidad de la planta	Monitoreos constantes para poder realizar las aplicaciones para controlar las plagas en el momento indicado.
		Deformación frutos por la influencia de virus	Minimizar la presencia de cochinilla por ser un vector de virus en las plantas
		Aumento del rechazo por disminución del peso en los frutos	

1.4.7 Jerarquización de la problemática

Cuadro 2. Matriz de análisis de pares

		a	b	c	d	e		
		Disminución en la absorción de nutrientes	Heridas en la planta	Mortalidad de la planta	Deformación de los frutos	Aumento del rechazo por disminución del peso del frutos	Total	Porcentaje de Influencia
a	Disminución en la absorción de nutrientes	-	4	4	2	5	15	25 %
b	Heridas en la planta causadas por otros insectos	2	-	4	1	3	10	17 %
c	Mortalidad de la planta	2	2	-	5	5	14	23 %
d	Deformación de frutos por influencia de virus	4	5	1	-	4	14	23 %
e	Aumento del rechazo por disminución del peso en los frutos	1	3	1	2	-	7	12 %

Los efectos que presentaron un mayor porcentaje de influencia sobre la problemática encontrada fueron: Disminución en la absorción de nutrientes, mortalidad de la planta y deformación de frutos por influencia de virus.

Cuadro 3 Influencia de los efectos sobre problema

Problema	% de influencia de los efectos
Debilitamiento del sistema radicular	65 %
Baja en la calidad de la piña para exportación	35 %

A través de la matriz de pares se determinó que el problema debilitamiento del sistema radicular obtuvo un mayor porcentaje de influencia de los efectos, por lo que este es considerado el problema que más afecta la disminución de la producción en el cultivo de piña en finca Popoyán,

1.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca, G. 1992. Los sinfilidos (Arthropoda: Symphyla), el complejo de jobotos (Col: Sacarabaeidae) (Phyllophaga spp., Anomala spp. Y Ciclocephala spp.) y sus relaciones con la raíz corchosa, en algunos suelos de Costa rica. Universidad de Costa Rica. Costa rica. 3 p.
2. Aguirre, MD. 2013. Etiología y manejo de la pudrición de frutos de piña (Ananas comosus) en postcosecha. Montecillo, Texcoco, México, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 91 p.
3. Carrillo, EV. 2011. Guía para la identificación y manejo integrado de plagas en piña. Costa Rica; PROAGROIN. Consultado 07 set 2015. Disponible en: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-proagroin/Guia%20Manejo%20de%20plagas%20en%20pina.pdf>.
4. Dix, AM;Caroll, CR; Dix, MW.1995. The patchy distribution of whithe grubs (Coleoptera, Scarabaeidae) in broccoli fields; the significance of buried corn residue. Virginia Tech, Blacksburg, US, IMP/CRSP Working Paper 5:10 p.
5. Sether, DM, Ulman DE, Hu SJ. 1998. Transmission of pineapple mealybug wilt associated virus by two species of mealybug (Dysmicoccus spp.). Honolulu, University of Hawaii, Phytopathology 88:1224-1230

30
FAUSAC
TESIS DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
* REVISIÓN *

Polando Ramos



CAPITULO II

USO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS *Heterorhabditis* PARA EL CONTROL DE *Anomala* sp. (Coleoptera Scarabaeidae) EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*), HIBRIDO MD-2, EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de la piña en Guatemala, es un cultivo con un alto incremento en los últimos 12 años (Velásquez, 2015). Representando un área de crecimiento del 35% en el sector agrícola en el país (MAGA, 2011).

La piña se ve afectada por una diversidad de plagas; la gallina ciega (larva de *Anomala*) es una de las principales plagas del suelo. Esta se alimenta de las raíces de las plantas produciendo un marchitamiento generalizado, además de provocar heridas que permiten el ingreso de agentes patógenos como hongos y bacterias. Esta plaga es controlada comúnmente con insecticidas químicos, los cuales en algunas ocasiones producen efectos negativos en los ecosistemas, devastando poblaciones de enemigos naturales y reduciendo el control biológico natural (Devine, 2008).

En la finca Popoyán ubicada en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, este insecto se presenta constantemente durante todo el año, debido a las condiciones de humedad y alta precipitación. En la actualidad las gallinas ciegas se controlan con productos químicos y con nematodos entomopatógenos que son parásitos naturales de muchas especies de insectos.

La larva de gallina ciega presente en la finca Pópyan, pertenece al género *Paranomala* (*Anomala*) sp. La cual completa su ciclo de forma anual (Saunders, 1998).

Esta investigación evaluó el efecto de la aplicación de 3 dosis de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* sobre larvas de gallina ciega. Las aplicaciones se realizaron con el implemento agrícola “spray boom”, utilizando las siguientes dosis de juveniles infectivos (JI's): 5,000 JI's/m², 7,500 JI's/m², 10,000 JI's/m². Al final de la evaluación de estas aplicaciones no se presentaron larvas de gallina ciega con síntomas de infección por nematodos entomopatógenos en ninguno de los tratamientos. El único tratamiento en el que se presentó mortalidad en larvas de gallina ciega fue el testigo relativo en el cual se utilizó el producto químico organofosforado ethoprophos.

El muestreo realizado luego de la disección de larvas expuestas a cada uno de los tratamientos confirmó la ausencia de nematodos dentro de larvas de gallina ciega. Factores

como la densidad vegetal, edad de la planta, protección del cultivo con mulch y la cantidad de agua utilizada para aplicación interfirieron en la infección de larvas de gallina ciega.

La principal limitante que interfirió en la infección de larvas de gallina ciega fue haber realizado las aplicaciones en plantas de nueve meses de edad lo que dificultó la penetración de los nematodos entomatógenos en el suelo, por ello se realizó una prueba en la que se midió la cantidad de agua necesaria para que los nematodos puedan llegar al suelo en este tipo de plantaciones; con esta edad el análisis reveló que son necesarios 820 ml de agua por planta para que los nematodos lleguen al suelo, en la aplicación realizada se utilizaron 171.26 ml por planta, lo que indica que fue insuficiente para la aplicación, sin embargo con la misma aplicación realizada en esta investigación es posible aplicar nematodos en plantaciones de uno dos y tres meses de edad.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Guatemala, la piña es un cultivo importante para muchas empresas, trabajadores y productores independientes. Los departamentos donde se produce este cultivo son Guatemala, Alta Verapaz, Escuintla, Izabal y Petén (MAGA, 2011).

El complejo de gallina ciega es una de las principales plagas del suelo en una gran variedad de cultivos. Tales como: maíz, frijol, arroz, sorgo, cebada, remolacha, zanahoria, espinaca, acelga, chile, haba, garbanzo, papa, café, caña de azúcar, tabaco, cebolla, pastos, tomate, espárragos, brócoli, rosas, arveja china, fresa y mora (Cano et al., 2000). También ha sido reportada en el cultivo de piña, en donde este coleóptero causa daños a las plantas en donde ataca las raíces y parte baja del tallo, produciendo marchitez y muerte de la planta (Guido, 1983).

La gallina ciega produce daño a los cultivos, esto ocurre regularmente en los meses de julio y agosto cuando tienen alrededor de 2 a 3 meses de vida (Dix et al., 1995), los adultos suelen alimentarse del follaje de árboles, por lo que en esta etapa no representan ningún daño para el cultivo de piña.

Debido a las preferencias alimenticias y a los hábitos crípticos de desarrollo del complejo gallina ciega, el control mediante productos químicos ha sido poco eficiente (Nájera, 1993), además de afectar otras especies que viven en el suelo permitiendo el equilibrio que debe existir en el suelo. No todas las larvas son plaga por lo que este tipo de control puede afectar tanto larvas rizófagas, saprófagas o facultativas (Falcón y Smith, 1983).

Para realizar un mejor control de gallina ciega es necesario primero identificar la especie o género con el que se está tratando, así como sus hábitos alimenticios y duración de sus ciclos de vida.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Descripción botánica de la Piña

A. Raíz

Son cortas y gruesas. Se considera que la mayor concentración de raíces se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad y muy excepcionalmente a los 60 cm. El conjunto de raíces en la planta adulta es muy superficial, pero su distribución depende esencialmente de las características físicas del suelo, textura, estructura, aireación y humedad (Guido, 1983).

C. Variedades

Existen diversas variedades de piña, las cuales varían en tamaño, color, sabor y grados brix. Las variedades cultivadas en Guatemala son: Cayena Lisa, Española Roja y el híbrido MD-2.

D. Clima

El clima afecta la calidad de la fruta, tanto en la composición de azúcares y ácidos como en la susceptibilidad al daño por frío. Este cultivo se desarrolla bien de 50 m s.n.m. – 600 m s.n.m. a mayores altitudes la fruta tiende a ser más ácida; el rango favorable de temperatura oscila entre los 22 °C a 30 °C (Guido, 1983).

E. Precipitación

El óptimo de precipitación se estima entre 1000 mm - 1500 mm, bien distribuido en el año. La piña es una planta poco exigente en agua y tiene una gran resistencia a la deshidratación (Guido, 1983).

F. Luminosidad

La luminosidad ejerce una acción muy marcada en el rendimiento. Según Castañeda (2003), las plantas que crecen con limitaciones de luz producen frutas opacas y poco atractivas; las plantas que se desarrollan con una luminosidad favorable son brillantes y atractivas al consumidor. Sin embargo una exposición frecuente a intensidades lumínicas muy fuertes causa quemaduras externas e internas en la fruta en FUSADES (1990), se menciona que la planta de piña se desarrolla mejor en días cortos siempre y cuando se alcance la cantidad de 100 horas luz promedio mensuales y 1200 horas luz a 1500 horas luz por año.

G. Viento

La piña es una planta susceptible al efecto de los vientos fuertes dado que permite que la fruta sea tumbada con facilidad. Si el viento es muy seco, activa la transpiración y se produce entonces un desecamiento en los extremos de las hojas. En tal sentido las plantaciones afectadas por fuertes vientos deben ser protegidas con cortinas rompe vientos (Guido, 1983).

H. Suelo

Debe evitarse hasta donde sea posible el uso de suelos pesados o arcillosos, porque estos tienen un drenaje deficiente. Cuando es necesario usarlos, las plantas deben sembrarse en camas o camellones. La reacción óptima del pH del suelo para el cultivo varía entre 5.5 y 6.2 (Guido, 1983).

I. Híbrido

Un híbrido producido por dos progenitores genéticamente diferentes. El término se reserva usualmente por los fitomejoradores para casos en que los progenitores difieren de varios aspectos importantes. Los híbridos son frecuentemente más vigorosos que sus progenitores, pero no pueden reproducirse (IICA, 2002).

J. Híbrido MD2

Esta variedad de piña es de color amarillo, es tolerante a algunas plagas y enfermedades. Sus flores son de color amarillo con peso promedio de 1.8 kg a 2.0 kg por fruto. También es conocida como “Golden Ripe”, “Extra Sweet”, y “Maya Gold” (Cerrato, 2013).

K. Características

- El color externo del fruto es verde con amarillo
- La forma del fruto es cilíndrica
- Cuello leve
- La pulpa es de color amarillo oro
- Jugosidad intermedia

- Fibra cruda menor cantidad (0.31 %)
- Índice de grados brix 12-15
- Color de hojas verde esmeralda

2.3.1.2 Insectos que afectan a la piña

A. Cochinillas harinosa (*Pseudococcus sp.*)

Se encuentra en las hojas, cerca del tallo, en los extremos de las raíces, en la inflorescencia, en el fruto y aún dentro de las pequeñas brácteas (ojos) de los frutos de la piña, con lo cual produce deformidad en el fruto. Las ninfas y las hembras adultas succionan la savia de la planta lo que provoca desnutrición y marchitamiento. Pueden encontrarse de manera individual o grupal, en especial en la base de los frutos. Su presencia es a menudo indicativa de desbalances fisiológicos (Vindas, 2012).

Las cochinillas son vectores del virus del Wilt o PMWaV (pineapple mealybug wilt-associated virus).

B. Tecla o barrenador (*Strymon basilides*)

Esta ataca la fruta, las reducciones en el rendimiento alcanzan hasta 20 % en ataques severos. La mariposa adulta deposita los huevos en las brácteas florales de la piña; al eclosionar, las larvas penetran las inflorescencias. Los síntomas y daños causados por el barrenador de la piña son fácilmente observables: los frutos barrenados producen una exudación inicial incolora y poco consistente; posteriormente este exudado se va tornando marrón oscuro; finalmente sobre los frutos se aprecia abundante mielecilla color ámbar. El resultado del daño de la tecla es la deformación del fruto y la pérdida de su valor comercial (Aguirre, 2013).

C. Sinfilidos

Tres especies de sinfilidos han sido reportados causando daños en las raíces de la piña en el mundo, estas son: *Hansenielfa unguiculada*, *Hansenielfa ivorensis* y *Scutigerrella sakimurai Scheller*. Estos son artrópodos muy pequeños de 6 mm a 10 mm de largo, se alimentan de las raíces jóvenes, detienen su crecimiento y en el campo se pueden notar plantas con síntomas de amarillamiento en forma aislada sin razón alguna; pero al observar las raíces jóvenes se ve fácilmente cortes secos sobre ellas y la formación de la llamada “escoba de brujas” y proliferación de raicillas finas (Aguirre, 2013).

D. Lepidoptera (Familia Noctuidae)

La larva del gusano nochero ocasiona un raspado superficial de la fruta, produciendo una coloración translúcida de la pulpa y a menudo una “gomosis” externa. Estos daños o lesiones son motivos de rechazo en la planta de empaque, siendo la fruta descartada para exportación (Carrillo, 2011).

E. Paranomala (Anomala) sp. (Coleoptera)

- **Hábitos alimenticios**

Se alimentan principalmente de materia orgánica en descomposición al inicio y posteriormente de raíces de pastos y de algunos cultivos. Han sido reportadas comportándose como rizófagas (Melo, et al., 2007).

- **Ciclo de vida**

Básicamente similar a *Phyllophaga metriesi*, pero más corto en la mayoría de especies (Saunders, 1998).

- **Huevo**

Los huevos son puestos individualmente a una profundidad entre 5 cm a 10 cm, inicialmente son ovales y de color blanco mate, al final se tornan esféricos y ligeramente lustrosos, con una longitud inicial de unos 2 mm y 1 mm de anchura, pasando después de 24 h a 2.5 mm de longitud y 1.25 mm de anchura; son puesto en pequeños grupos de 10 - 20 durante un período de 2 días - 4 días y tardan de 3 a 4 semanas en eclosionar emergiendo pequeñas larvas de color blanco (King, 1994). Su periodo de desarrollo es de 13 días a 30 días dependiendo de las condiciones de temperatura (García, 2012).

- **Larva**

- **Ínstar 1:** Se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas, son susceptibles a condiciones ambientales desfavorables así como la falta de alimento, anegamiento del suelo y enfermedades fungosas (King, 1994). Este ínstar larval tiene una duración 27 días (Melo, et al., 2007)
- **Ínstar 2:** Las larvas se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas, este tiene un periodo de desarrollo de 29 días (Melo, et al., 2007).
- **Ínstar 3:** Las larvas son de color blanco o cremoso, carnosos, y arrugados, el cuerpo tiene la forma de una "C". es este ínstar que tiene la mayor importancia económica ya que es estrictamente rizófaga. Este estado larval se desarrolla en un periodo de 163 días (Melo, et al., 2007).

- **Pupa**

Los primeros signos de empupamiento son coloración corporal amarillenta uniforme principalmente, y falta de movilidad. Las larvas se profundizan en el suelo habiéndose encontrado hasta 1 m de profundidad (Chávez, 1997). Este estado requiere un periodo de 16 días a 46 días.

Los adultos emergen del suelo a finales de mayo principios de junio, que es cuando empiezan a establecerse las primeras lluvias, estos se alimentan principalmente del follaje de árboles y arbustos; copulan durante el verano y por la noche, que es cuando las hembras se alimentan del follaje. El adulto tiene una longevidad de 8 días a 30 días, aunque algunas hembras pueden llegar a vivir hasta 60 días (Morón, et al., 2008).

2.3.1.3 Enfermedades que afectan la piña

A. Thielaviopsis paradoxa

Es el patógeno de postcosecha que más afecta al cultivo de piña a nivel mundial. Su incidencia y severidad es mayor durante condiciones ambientales de alta humedad y temperatura. Normalmente los síntomas tardan de tres a cuatro días para desarrollarse. En el punto de infección, la pulpa del fruto presenta una pudrición blanda acuosa, rodeada de tejido con aspecto frágil, cristalino y muy húmedo. Las esporas de *T.paradoxa* solo pueden entrar al fruto por heridas provocadas por insectos, aves, roedores, o bien por golpes en campo o a través de aberturas naturales que se encuentran en las brácteas (Aguirre, 2013).

B. Erwinia sp.

Es una bacteria facultativa anaeróbica. Su daño se caracteriza por causar una lesión acuosa que inicia en la porción blanca de la base de las hojas y se traslada al medio como una ampolla de color verde olivo. Puede ser transmitida por insectos como la hormiga, viento o rocío. Las plantas de 4 meses a 8 meses de edad son más susceptibles.

El control se inicia preparando el terreno para que no se estanque el agua ya que esto favorece el desarrollo de la bacteria. En caso de presentarse en el establecimiento de la plantación en los primeros 30 días deben extraerse las plantas enfermas y realizar una resiembra con semilla de mayor tamaño.

El control biológico ha dado un excelente resultado, por medio del uso del hongo *Trichoderma* (Carrillo, 2011).

C. Phytophthora sp.

La infección suele comenzar por el corazón de la roseta transportado por el agua de deslizamiento o salpique. Este hongo puede causar grandes daños en los suelos de drenaje difícil y por tanto de permeabilidad insuficiente para las precipitaciones que reciben, sobre todo si además son ricos en calcio. Esta enfermedad, también ataca la raíz, especialmente en etapas tempranas de desarrollo (Carrillo, 2011).

El control previo a la siembra se realiza seleccionando el material libre de enfermedades y curando la semilla por inmersión en fungicidas (Carrillo, 2011).

2.3.1.4 Nematodos Entomopatógenos (NEPs) *Heterorhabditis* sp

A. Control biológico

Consiste en el uso de uno o más organismos para reducir la densidad de una planta o animal que causa daño al hombre (DeBach, 1962).

B. Ciclo de vida

Como la mayoría de los nematodos de esta familia posee 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 o “dauer” (término que proviene del idioma alemán y que significa perdurable), es el único capaz de sobrevivir fuera del hospedero, además de poseer en su interior la bacteria simbiótica la cual descompone el interior de las larvas infectadas, propiciándole un sustrato ideal para que el nematodo culmine su desarrollo.

Se le llama juvenil infectivo (JI's) al Tercer estado de desarrollo de los nematodos entomopatógenos, el cual tiene la capacidad de infectar a los hospederos; para luego liberar la bacteria simbiótica en el hemocele de estos para poder alimentarse de ellos y de esta forma completar su ciclo de vida reproduciéndose dentro del hospedero. Este tienen la característica de estar adaptado fisiológicamente para sobrevivir largos periodos de tiempo, conserva la cutícula del segundo estado para protección en el ambiente y la pierde justo antes de entrar al hospedero (Sáenz, 2011).

Los juveniles infectivos penetran al hospedero 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 h - 96 h. Estas bacterias producen antibióticos que impiden la proliferación de otros organismos y por tanto preservan los

tejidos semi descompuestos del hospedero, los que son aprovechados por los nematodos para su alimentación y multiplicación (Sáenz, 2011).

Los nematodos continúan su desarrollo (muda 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, infeccioso sale del insecto y busca un nuevo hospedero (Sáenz, 2011).

La septicemia es una Infección grave y generalizada de todo el organismo debida a la existencia de un foco infeccioso en el interior del cuerpo del cual pasan gérmenes patógenos a la sangre del hospedero (RAE, 2016).

La bacteria asociada liberada por el nematodo, se multiplica rápidamente secretando toxinas y enzimas líticas. Estas secreciones son letales para los insectos que mueren dentro de las 48 h siguientes. Las células bacterianas y tejidos del hospedero proporcionan un medio rico para el crecimiento y reproducción de *heterorhabditis* (Sáenz, 2011).

C. Infección de los nematodos a hospederos

El juvenil infeccioso ingresa al hospedero a través de aberturas naturales (boca, espiráculos ano) o áreas delgadas de la cutícula del hospedero y penetra dentro del hemocele del hospedero. Los juveniles infecciosos liberan la bacteria por la boca. La bacteria mutualista se propaga y produce sustancias que rápidamente matan el hospedero y protegen el cadáver de la colonización de otros microorganismos. Las especies de nematodos están asociadas con una especie específica de bacteria simbiótica, pero las especies bacterianas pueden estar asociadas con más de una especie de nematodo (Akhurs, 1990).

Al iniciar los nematodos su desarrollo, se alimentan de las células bacterianas y tejidos del hospedero, son metabolizados por la bacteria. Como los recursos de alimento en el cadáver del hospedero en el suelo para buscar un nuevo hospedero. En cuanto a la producción acumulada de juveniles, se inicia después de los 15 días de infección (Sáenz, 2011).

D. Simbiosis entre nematodos y bacterias

La simbiosis es una asociación individuos animales o vegetales de distintas especies, donde ambos sacan provecho de la vida en común (RAE, 2016).

La relación entre los nematodos y la bacteria es mutualista, porque los nematodos son dependientes de la bacteria, dado que matan rápidamente su insecto hospedero; crea un ambiente favorable para su desarrollo por producir antibióticos que suprimen la competencia de otros microorganismos; transforman los tejidos del hospedero en una fuente de alimento y sirve como recurso alimenticio (Sáenz, 2011).

E. Velocidad de Movimiento de los Nematodos Heterorhabditis.

Las especies del género *heterorhabditis* tienen la capacidad de introducirse 14 cm de profundidad el suelo en 0.194 cm/h, estos son favorecidos por ciertas condiciones como: ser aplicados en suelos a capacidad de campo, para facilitar su movilidad (Rivas, 2009).

F. Sintomatología de larvas de gallina ciega infectadas por nematodos entomopatógenos

La sintomatología exhibida por los hospederos de *Heterorhabditis* es un cuerpo flácido y no putrefacto, coloración roja o vino tinto, característica presente en infecciones por especies de la familia heterorhabditidae. La coloración del hospedero cambia a medida que pasa el tiempo en aproximadamente 24 h, algunos pueden permanecer por cuatro a cinco días con coloraciones anaranjadas y terminar con coloraciones vino tinto (Sáenz, 2011).

G. Supervivencia en aplicaciones

Las aplicaciones con nematodos entomopatógenos en la superficie de las hojas se ve afectada por varios factores, como la persistencia de los nematodos en las hojas. La superficie de las hojas frecuentemente expone a los nematodos a unas condiciones de humedad inadecuadas que provocan su rápida desecación y muerte (Kaya,1985). Igualmente a las altas temperaturas y la radiación produciendo la muerte de los nematodos expuestos en la superficie de las hojas, por lo que en muchas aplicaciones foliáceas de los nematodos, no producen una reducción de la población de plagas a un nivel económicamente aceptable (Gaugler, 1978),

La temperatura óptima para la actividad de Heterorhabditis es de 20 °C a 25 °C que es similar a la óptima para la actividad de juveniles. Temperaturas arriba de 30 °C puede inhibir el desarrollo de nematodos dentro del hospedero, en el caso de los heterorabhditidos pueden tolerar temperaturas altas de 40 °C por cortos periodos de tiempo, aunque la exposición a esta temperaturas acelerar el metabolismo del nematodo y acortan su ciclo de vida (Gaugler, 1992).

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Ubicación geográfica

La finca Popoyán, propiedad de agropecuaria Popoyán S.A. se encuentra ubicado en el Sur del país, en el kilómetro 102.2 de la carretera al pacífico, en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. En el kilómetro 102.2 carretera al pacífico. 14°23'39.25" latitud Norte y 91° 6'20.70" longitud Oeste, haciendo referencia a las oficinas de la finca. Altitud de 324 msnm, la finca colinda al Norte con la finca La Ceiba, al Sur con la finca El Naranja, al Este con la finca La Gracia dedicada a la explotación ganadera y al Oeste con la finca Las Ilusiones. Dedicándose a la explotación de ganado, café (*Coffea arabica*) y hule (*Hevea brasiliensis*) (figura 4).

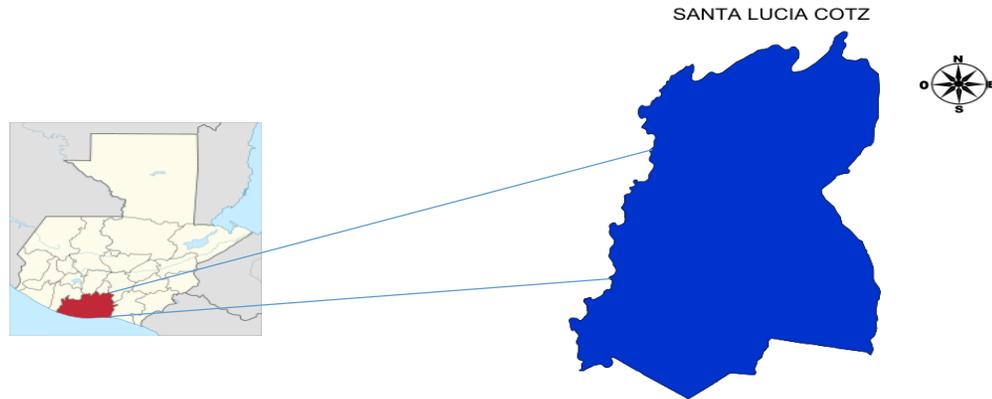


Figura 4. Ubicación de finca Popoyán

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Escuintla_\(departamento\)#/media/File:Escuintla_in_Guatemala.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Escuintla_(departamento)#/media/File:Escuintla_in_Guatemala.svg).

2.3.2.2 Características Biofísicas

A. Clima

La región en la que se encuentra la finca, es una zona de vida conocida como bosque subtropical muy húmedo (cálido), con vientos predominantes en dirección Suroeste (MAGA, 2012).

B. Temperatura

Las temperaturas máximas oscilan entre los 28 °C – 40 C°, una mínima entre los 16 °C - 22 C° (Registros finca Popoyán).

C. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial media es de 3,500 mm anuales, teniendo precipitaciones dispersas durante todo el año. Los meses más lluviosos son de mayo a abril y lo más secos de octubre a marzo (Registros finca Popoyán 2013).

D. Humedad relativa

La humedad relativa se mantiene entre 65 % las mínimas y un máximo de 85 % (Registros finca Popoyán 2013).

E. Pendientes

El terreno presenta pendientes desde 1 % hasta 45 %, siendo utilizadas las pendientes desde 1 % hasta 30 % para el cultivo de la piña, y de 31 % hasta 45 % para el cultivo de hule.

2.3.2.3 Variedad de piña MD-2

Una planta de piña de esta variedad puede alcanzar un metro de altura a la edad de nueve meses y cubrir un sus hojas un área de 60 cm² utilizando una densidad de 64,000 plantas/ha.

2.3.2.4 Productos utilizados

A. Producto Químico Mocap ®

- **Descripción**

Es un insecticida nematocida organofosforado que actúa por contacto. No tiene acción sistémica ni fumigante. Es de rápida acción inicial y prolongado efecto residual.

- **Modo de acción**

Actúa inhibiendo la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, que cataliza la hidrólisis de la acetilcolina a colina y acetato (Sánchez, 2016).

- **Ingrediente activo**

Ingrediente activo es Ethoprophos p/v (720 g/L) y 0-etil S,S-dipropil fosforoditioato. Como ingredientes inertes (Pro-agro, 2009).

2.3.2.5 Equipo de aplicación Spry-boom

Las aplicaciones de Mocap se realizan con una máquina multioperacional que se utiliza tanto en la aplicación de fertilizante como de insecticidas y hormonas (Garita, 2014). Esta es anclada al tractor a través del eje de la toma de fuerza y cuenta con su propia bomba para generar presión para esparcir el agua a través de sus 24 boquillas, 12 en cada una de sus aguilonas.

2.3.2.6 Dosis

La dosis utilizada para el control de gallina ciega en la finca es de 8 l/ha.

2.3.2.7 Método de aplicación

La aplicación se realiza cuando el cultivo tiene dos meses de haber sido establecido, se utiliza el spray boom para realizar la aplicación, de esta forma el producto llega hasta el suelo donde se encuentran la gallina ciega.

2.3.2.8 Sintomatología de larvas de gallina ciega infectadas por Mocap

Los síntomas de mortalidad son visibles luego de 12 h a 24 h de la aplicación, las larvas afectadas por el producto presentan una coloración negra, además de un olor a pudrición y una constitución flácida.

2.3.2.9 BARRENEM®

Es un producto de control biológico que contiene (NEPS) nematodos entomopatógenos, de la especie *heterorhabditis*, para el control de una gran diversidad de plagas.

2.3.2.10 Presentación

Los nematodos entomopatógenos vienen en una esponja la cual se debe introducir en agua para preparar la mezcla. La presentación trae 10, 000,000 Juveniles infectivos

2.3.2.11 Dosis

La dosis recomendada son 10,000 cuadrado (JI's/m²) juveniles infectivos por metro cuadrado.

2.3.3 Antecedentes de estudios realizados

En Honduras se realizó un estudio en el cual se evaluó la efectividad del nematodo *Heterorhabditis* para el control de larvas de *Phyllophaga*. El estudio se dividió en dos fases: En la primera se evaluaron dos dosis de *H. bacteriophora* (2×10^8 y 4×10^8 JI's/ha) y el insecticida Carbofuran (4 L/ha). Se colocaron 10 larvas de gallina ciega por recipiente plástico de 5500 cm³ de volumen con tres repeticiones por tratamiento en casa malla. En la segunda fase se evaluó una dosis de *H. bacteriophora* (2×10^8 JI's/ha) y el insecticida Clorpirifos (5 L/ha), en un cultivo de lechuga. Las aplicaciones se hicieron a través del sistema de riego por goteo. El porcentaje de mortalidad de *Phyllophaga* en casa malla fue de 97 % para la dosis de 4×10^8 JI's/ha y 60 % para carbofuran. Todos los tratamientos presentaron mayor mortalidad que el testigo 3 % (Viamill, 2009).

2.4 OBJETIVOS

2.4.2 Objetivo General

Evaluar tres dosis de nematodos entomopatógenos (NEPs) para el control de gallina ciega en el cultivo de piña, en finca Popoyán Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

2.4.3 Objetivos Específicos

1. Determinar la población de gallina ciega antes de las aplicaciones con nematodos entomopatógenos.
2. Identificar el género de gallina ciega presente en el cultivo de piña en la finca Popoyán.
3. Determinar la eficacia de los tratamientos de nematodos entomopatógenos sobre la población de gallinas ciegas en plantas de piña de nueve meses.
4. Determinar la densidad de nematodos entomopatógenos presente en larvas de gallina ciega muestreadas luego de la aplicación de los tratamientos
5. Determinar cuál de los tratamientos presenta un mayor control en relación a los costos.

2.5 Hipótesis

La eficiencia de cada uno de los tratamientos de nematodos entomopatógenos evaluados será más efectiva en relación a una mayor dosis utilizada; ya que los nematodos presentes tendrán mayor posibilidad de infestar larvas de gallina ciega.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.2 Premuestreo

Se realizó un premuestreo un día antes de la aplicación de los tratamientos, en la cual se contó el número de larvas de gallina ciega en cada una de las unidades experimentales en donde se realizó la investigación.

El premuestreo se realizó extrayendo un total de 20 plantas por tratamiento y 5 por unidad experimental.

- Con ayuda de una pala se extrajeron las plantas.
- Se colocó en un nylon de color negro de 70 cm x 70 cm.
- Se extrajeron 30 cm³ y se colocaron encima del nylon.
- Luego se realizó el conteo de larvas de gallina ciega presentes en el suelo.

2.6.3 Identificación de la gallina ciega asociada a la piña.

- Se procedió a realizar muestreos en varias zonas de la finca, así como en las unidades experimentales para poder identificar las gallinas ciegas presentes en la zona de producción del cultivo.
- Luego de realizar el premuestreo se colectaron larvas de gallina ciega en viales de vidrio, para poder realizar la determinación de las especies presentes.
- Ya colectadas las larvas se introdujeron en agua hirviendo de 1 min a 2 min, para su preservación.
- En el laboratorio se procedió a la identificación de los géneros con las descripciones de especies de inmaduros de *Phyllophaga*, *Paranomala* y *Macroductylus* en los altos México (Morón, et al, 2008).

2.6.4 Manejo de la plantación

2.6.4.1 La siembra se realizó en los primeros días del mes de febrero 2015

2.6.4.2 Luego una semana después de la siembra se aplicó ethoprophos.

2.6.4.3 Al mes de siembra se aplicó una dosis de 12 g de triple 15.

2.6.4.4 Durante el primer mes se aplicó herbicida glifosato.

2.6.4.5 A los 35 días de siembra se realizó una resiembra semilla con 200 g arriba de la que se sembró la cual tenía de 400 g a 500 g.

2.6.4.6 A los 3 meses se realizó una aplicación de fertilizante granulado triple quince a las plantas que presentaban un menor crecimiento, la dosis es de 12 g/planta.

2.6.4.7 La densidad de siembra fue de 64,000 plantas/ha.

2.6.4.8 Se realizaron aplicaciones del herbicida glifosato cada 30 días hasta que la plantación cumplió 5 meses.

2.6.4.9 Luego de los 5 meses se desmalezó manualmente cada mes aproximadamente hasta que la plantación cumplió diez meses.

2.6.4.10 Las aplicaciones se realizaron con un spray boom, el tipo de boquilla que se utilizó fue una 8004 la cual es en abanico, este equipo realizó una descarga de 5,628.88 l/h, en velocidad v4 el tractor (0.61 km/h).

2.6.4.11. La hora de aplicación fue a las 00:30 h, esto para evitar que los nematodos puedan sufrir estrés por altas temperaturas y asegurar una mejor movilidad de los mismos.

2.6.4.12. La primera aplicación se realizó el 6 de noviembre de 2015, se aplicaron las tres dosis de nematodos entomopatógenos y el producto químico (ethoprophos) utilizado como testigo relativo, se añadieron 5 l de Agrex, para ayudar a la penetración de los nematodos rompiendo la tensión superficial del agua. Se calibró el tractor para realizar una descarga de 5,628 l/ha en la velocidad v4, por lo que se utilizaron 3,785 l para la aplicación de los diferentes tratamientos de nematodos y 1,200 L para la aplicación del producto ethoprophos (Mocap). Luego de la aplicación de cada uno de los tratamientos, se

realizó un riego utilizando el aguilón con la tubería para descarga de madurante (etileno). En este riego se descargaron 5,079.13 litros de agua entre las 3 unidades experimentales de nematodos. El objetivo de este riego fue rociar las plantas de piña para que los nematodos que se habían quedado en las hojas pudieran bajar al suelo.

2.6.4.13. La segunda aplicación se realizó el martes 24 de noviembre de 2015, en esta ocasión se grabó con una lupa la movilidad de los nematodos luego de hacer la solución para la división de la dosis a aplicar. La aplicación se realizó de igual manera que la aplicación del 6 de noviembre. Sin embargo al momento de observar el video de la movilidad de los nematodos el 25 de noviembre se constató que estos tenían una movilidad nula, por lo que se decidió no tomar en cuenta esta aplicación y programar una nueva.

2.6.4.14. La tercera aplicación se realizó el 1 de diciembre de 2015 en esta ocasión se observaron los nematodos con una lupa electrónica antes de la aplicación. Se constató que estos tenían una movilidad adecuada (todos los nematodos deben moverse constantemente al entrar en contacto con agua). Se procedió a realizar la aplicación, replicando el procedimiento de las aplicaciones anteriores.

2.6.5 Preparación y evaluación de los nematodos

- 1) Se recibieron 5 dosis de NEPs de la sepa B.
- 2) Los nematodos en su empaque (esponja de polipropileno en bolsa plástica) original, se mantuvieron en refrigeración entre 10 °C y 15 °C.
- 3) Los nematodos fueron transportados hacia el área de aplicación en una hielera para evitar romper la cadena de frío.
- 4) Se extrajeron los nematodos de las bolsas de empaque.
- 5) Se introdujeron las dosis a utilizar en una cubeta con agua.
- 6) Se exprimieron las esponjas que contenían los nematodos en la cubeta con agua y se revolviaron.

- 7) Para terminar de extraer los nematodos se roció agua sobre las esponjas y se exprimieron nuevamente.
- 8) Ya preparada la solución con nematodos se observó el movimiento de estos con la ayuda de una lupa- estereo.
- 9) En el área de aplicación se prepararon las concentraciones, haciendo una solución con ayuda de una probeta.

2.6.6 Variables de respuesta

- Número de larvas presentes en áreas de producción.
- Número de larvas por unidad experimental con síntomas de infección o muerta.
- Número de larvas por unidad experimental sin síntomas de Infección o vivas.
- Número de nematodos entomopatógenos presentes en larvas infectadas después de la aplicación.
- Costo de los tratamientos

2.6.7 Unidad experimental

El área experimental se montó de tres lotes ubicados en sector del Naranja, el área en total fue de 7,450 m², cada lote se dividió en 5 secciones donde se aplicaron los cinco tratamientos y fueron distribuidos de la siguiente manera: el testigo absoluto se dejó al final de cada lote para disminuir efecto de borde, este tuvo un área 100.5 m², esta área se utilizó únicamente para conocer el efecto producido por dejar de aplicar ambos tratamientos.

2.6.8 Tratamientos

Se evaluaron tres dosificaciones de nematodos entomopatógenos *heterorhabditis* que contiene nematodos entomopatógenos para el control biológico y ethoprophos que es un producto químico el cual sirvió como testigo relativo, también se evaluó un testigo absoluto dentro de la misma área experimental al cual no se le aplicó nada, esto para determinar el efecto del control de gallina ciega. Los lotes donde se aplicaron los tratamientos contenían plantas con nueve meses de edad de siembra. La investigación se llevó a cabo de una manera semicomercial. (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Tratamientos evaluados para el control de gallina ciega, finca Popoyán

No. Tratamiento	Tratamiento	Dosis
T1	BARRENEM 5,000 JI's/m ²	5,000 JI's/m ²
T2	BARRENEM 7.500 JI's/ m ²	7,500 JI's/m ²
T3	BARRENEM 10,000 JI's m ²	10,000 JI's/m ²
T4	Mocap	8 L/ha
T5	Testigo absoluto	

Cuadro 5. Cantidad total de producto utilizado en cada una de las aplicaciones, finca Popoyán

Lote	Área	Tratamiento	No. Plantas		Producto	Cantidad de producto
22	772.34 m ²	5,000 JI's	4,943		BARRENEM	3,861,700 JI's
22	772.34 m ²	7,500 JI's	4,943		BARRENEM	5,792,550 JI's
22	772.34 m ²	10,000 JI's	4,943		BARRENEM	7,723,400 JI's
22	772.34 m ²	Testigo	4,943		Mocap	0.6178 L
22	100.5 m ²	Testigo absoluto	612			
23	665.81 m ²	5,000 JI's	3,977		BARRENEM	3,329,050 JI's
23	665.81 m ²	7,500 JI's	3,977		BARRENEM	4,635,975 JI's
23	665.81 m ²	10,000 JI's	3,977		BARRENEM	6,658,100 JI's
23	665.81 m ²	Testigo	3,977		Mocap	0.532 L
24	107.5 m ²	Testigo absoluto	655			
24	543.70 m ²	5,000 JI's	2,951		BARRENEM	2,278,150 JI's
24	543.70 m ²	7,500 JI's	2,951		BARRENEM	3,417,225 JI's
24	543.70 m ²	10,000 JI's	2,951		BARRENEM	4,556,300 JI's
24	543.70 m ²	Testigo	2,951		Mocap	0.364 L
24	103.5 m ²	Testigo absoluto	630			

2.6.9 Diseño Experimental

El experimento se realizó en tres lotes de la finca en los que se encontró gallina ciega después de los muestreos. El diseño utilizado fue bloques al azar.

2.6.9.1 Croquis de Campo

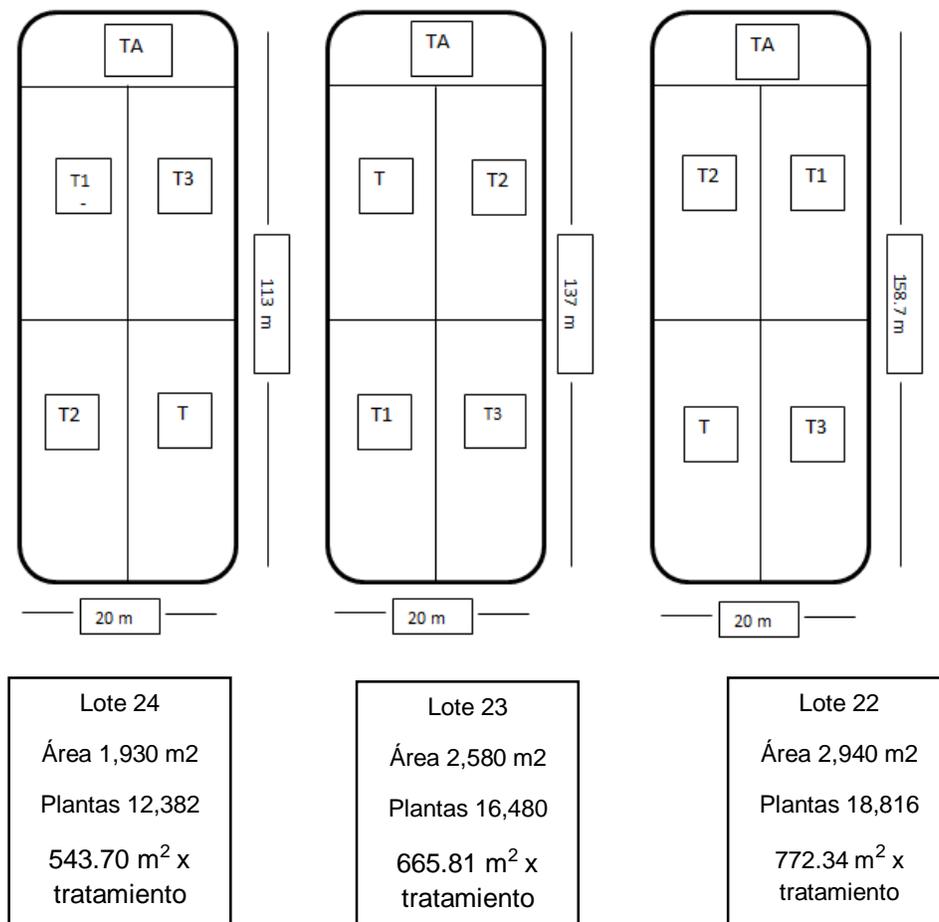


Figura 5. Distribución espacial de los tratamientos

2.6.10 Determinación de la eficacia de los tratamientos para el control de larvas de gallina ciega.

Para calcular esta variable se debía estimar el porcentaje de control de cada uno de los tratamientos aplicados, utilizando modelo de bloques al azar y la fórmula de eficacia de ABBOT para corregir las mortalidades.

$$\% \text{ eficacia Abbot} = \frac{(\text{Número de larvas muertas en testigo} - \text{número de larvas muertas en los tratamientos})}{\text{Numero de larvas muertas en los tratamientos}} \times 100$$

2.6.11 Determinación del número de nematodos entomopatógenos presentes en larvas del complejo gallina ciega

- Las larvas fueron llevadas al laboratorio de MIC. S.A en una bolsa de plástico con agujeros y suelo.
- Las larvas fueron disectadas en el laboratorio para extraer los nematodos presentes dentro del cuerpo de estas para realizar un conteo de estos.

2.6.12 Determinación de la relación beneficio costo

En caso de encontrar significancia en el ANDEVA se determinara la relación beneficio costo para determinar cuál de los tratamientos es más rentable

2.6.13 Identificación de la presencia del nematodo a través del hospedero alterno.

Para verificar la presencia de los nematodos en el suelo fue enviado a un laboratorio especializado MIC S.A en el cual verificaron la presencia de los nematodos en el suelo y en larvas de gallina ciega.

- De las larvas del muestreo después de 12 días de aplicación se extrajeron 3 larvas por tratamiento.
- Estas fueron enviadas en bolsas identificadas, que contenían suelo para evitar su deterioro
- Se extrajo un kilo de suelo el cual se envió en bolsas identificadas con cada uno de los tratamientos.
- Las larvas y el suelo proveniente de los tratamientos evaluados, fueron enviadas en una hielera con hielo en gel para evitar la muerte de los nematodos por el calor.

2.6.14 Análisis de datos

Para poder analizar los datos obtenidos en cada uno de los muestreos, se procedió a hacer lo siguiente:

- Se realizó una base de datos en Excel en donde se registraron los datos obtenidos en cada uno de los tratamientos.
- Se registraron por separado las variables número de larvas de ciega presentes en las plantas de piña y número de nematodos entomopatógenos presentes en larvas infectadas después de aplicación de cada uno de los tratamientos.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.7.1 Premuestreos

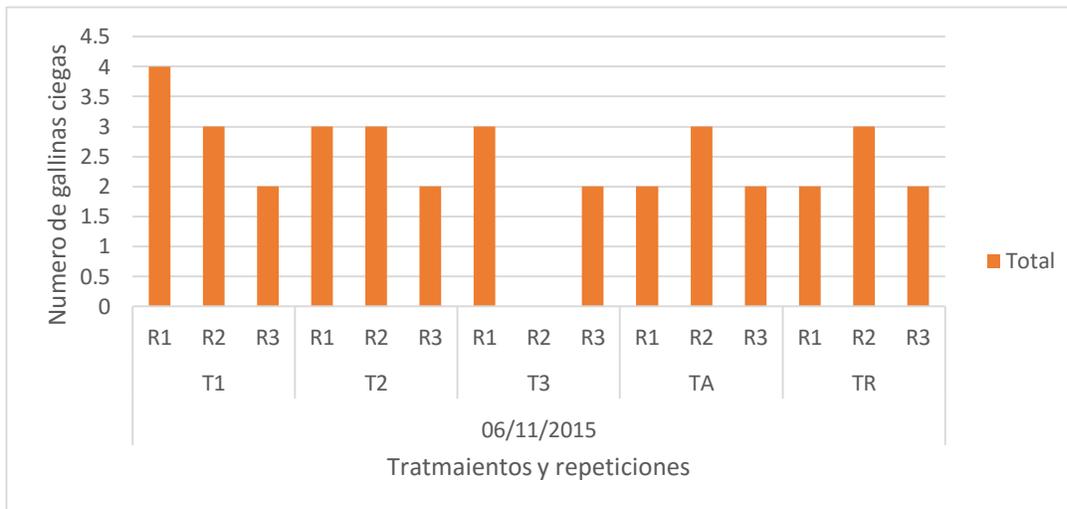


Figura 6. Promedio de gallinas ciegas presentes antes de primera aplicación

El promedio de gallinas ciegas encontradas durante el premuestreo fue de 3 individuos por repetición en cada uno de los tratamientos, exceptuando la repetición dos del tratamiento tres, en donde no se encontró ninguna larva de gallina ciega y la repetición uno en el tratamiento uno, donde el promedio de gallinas ciegas fue cuatro individuos.

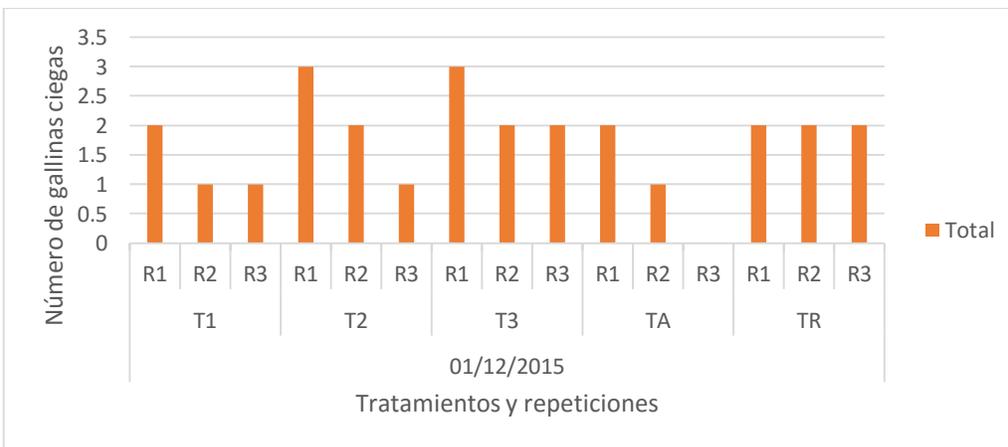


Figura 7. Promedio de gallinas ciegas presentes antes de segunda aplicación

En el premuestreo de la segunda aplicación, el promedio de individuos encontrados fue de tres individuos por repetición en cada uno de los tratamientos, los promedios más

altos fueron encontrados en el tratamiento dos repetición uno y el tratamiento tres repetición uno donde el promedio de gallinas ciegas encontradas fue de 3 individuos, en la repetición tres del testigo absoluto (TA) no se encontró ninguna larva de gallina ciega.

2.7.2 Identificación del género de gallina ciega

En el laboratorio se observó con un estereoscopio y claves dicotómicas y pictográficas llegando a clasificar que las larvas pertenecían al género *Paranomala*, *Anomala* sp. La cual se caracteriza por poseer una curvatura al final de la válvula anal; esta completa su ciclo de forma anual (Saunder, 1998) (figura 3).

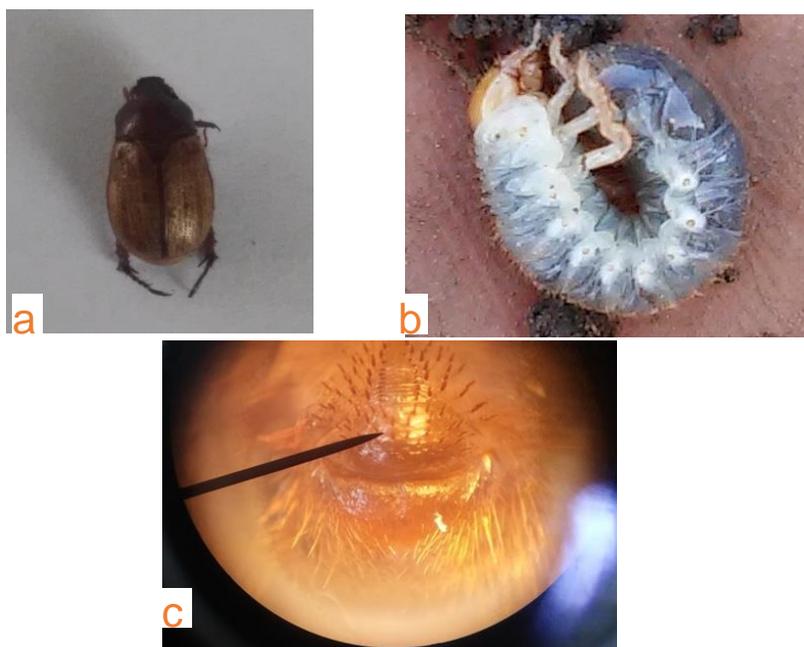


Figura 8. Identificación de larvas. (a) adulto de *Paranomala*, (b) larva instar 3, (c) válvula anal con curvatura

Las especies que componen el género *Paranomala*, son de amplia distribución y hábitos alimentarios diversos, siendo de importancia ecológica y económica. Algunas especies son invasores y plagas agrícolas en varias regiones del mundo. (Ramírez, 2009). El hábito alimenticio de las larvas de *Paranomala*, (*Anomala*) sp. en la finca Popoyán es combinado; al inicio suelen alimentarse del rastrojo de piña en descomposición que se

encuentra entre las calles de los lotes, por lo que se comportan de forma saprófita, sin embargo con el avance de los meses estas suelen quedarse sin alimento por lo que cortan las raíces para que estas se conviertan en materia orgánica y puedan seguir alimentándose en la misma área.

2.7.3 Determinación de la eficacia del tratamiento químico

En los tratamientos en los que se evaluaron nematodos entomopatógenos, no se presentaron síntomas de infección en larvas de gallina ciega. El único tratamiento en el que se presentó mortalidad de larvas fue el T4 en el que se utilizó ethoprophos (Mocap) como testigo relativo. Por ello no se realizó análisis de ANDEVA ni cálculo de la relación beneficio costo ya que los resultados de los otros tratamientos fueron negativos (cuadro 3).

Cuadro 6. Número de larvas de *Paranomala* con síntomas de daño, finca Popoyán.

Tratamientos	Primera aplicación		Segunda aplicación		
	No. infectada a los días	Larvas a los 8	No. infectadas a los 12 días	Larvas a los 8 días	No. infectadas a los 12 días
T1	0		0		0
T2	0		0		0
T3	0		0		0
T4	3		2		4
T5	0		0		0

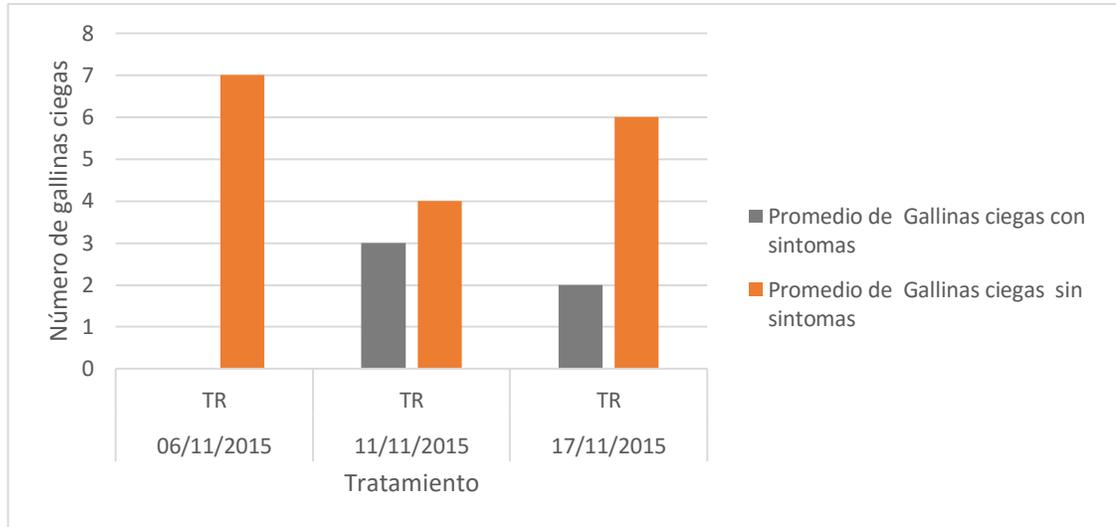


Figura 8. Promedio de larvas muertas en primera aplicación

En los muestreos realizados después de la primera aplicación los promedios de larvas muertas en el testigo relativo fueron tres individuos.

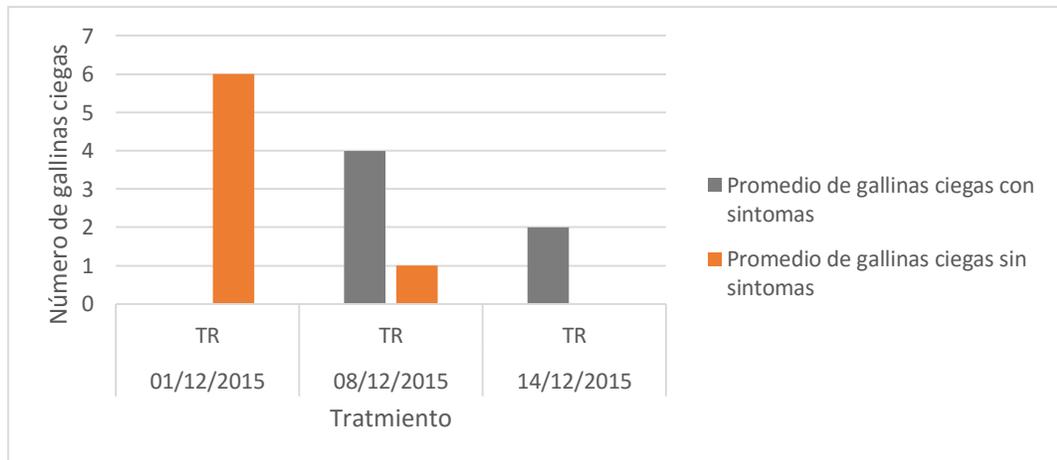


Figura 9. Promedio de larvas muertas segunda aplicación

En los muestreos realizados después de la segunda aplicación el promedio de larvas muertas en el testigo relativo fue de dos larvas por repetición, únicamente en la repetición tres se encontraron larvas vivas.

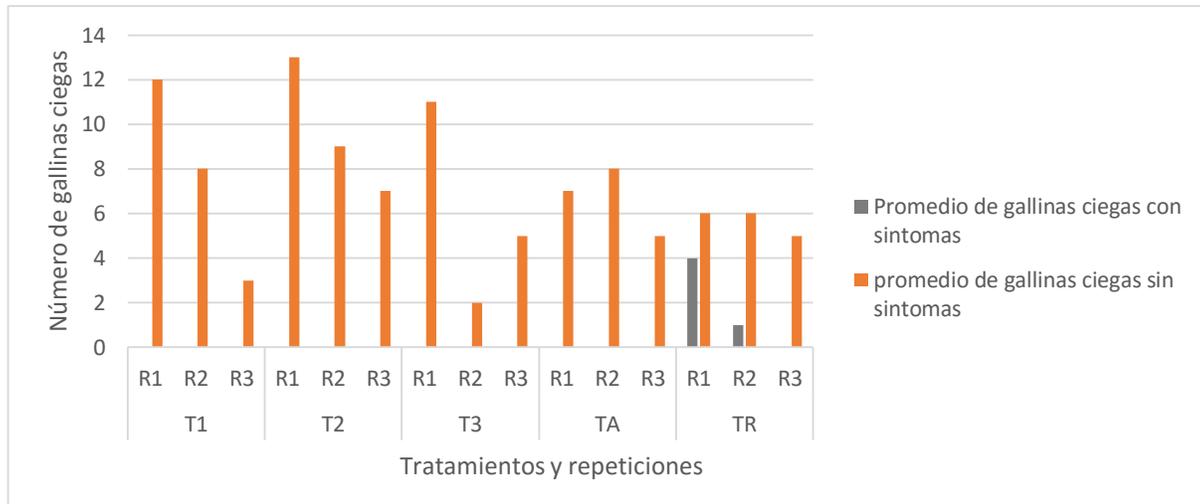


Figura 10. Promedio de gallinas ciegas muertas en primera aplicación

En los muestreos de las dos aplicaciones realizadas, únicamente en el tratamiento de testigo relativo hubo presencia de larvas muertas por el producto químico evaluado ethoprophos (Mocap). El promedio de presencia de larvas antes de aplicación y después de aplicación de los tratamientos, estuvo fue de tres larvas por repetición en cada uno de los tratamientos (figuras 11 y 12).

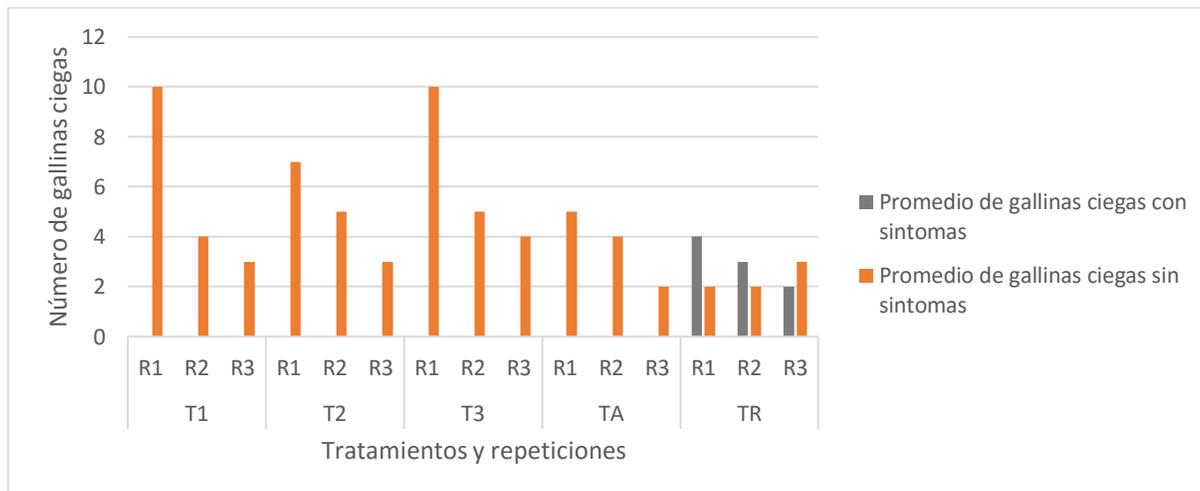


Figura 11. Promedio de gallinas ciegas muertas en segunda aplicación

Los resultados de la aplicación de los tratamientos indican que no existió ningún control de los nematodos entomopatógenos en ninguna de las aplicaciones. Los nematodos son individuos microscópicos que pueden introducirse al suelo con la ayuda de un medio líquido, la ausencia del líquido (agua) y su exceso dificultan su movilidad, al ser individuos que viven y habitan el suelo.

En otras investigaciones como la de Bolaños, (2006) en la que se realizaron aplicaciones de nematodos entomopatógenos para controlar larvas de *Scyphophorus interstitialis* Gyllenha en el cultivo de Agave, se dieron resultados positivos en cuanto a la infección en larvas de *Scyphophorus intersitaliis*, esto debido a la forma de aplicación ya que esta se realizó con una bomba de mochila y la descarga de los nematodos se realizó de forma directa a la base de las plantas de agave y con el suelo sin ningún tipo de protección.

En el cultivo de la piña variedad MD-2 se protege el suelo mulch, este actuó de forma negativa durante la aplicación de nematodos entomopatógenos, ya que impidió que los nematodos pudieran entrar al suelo.

Así mismo la planta de piña con una edad de 9 meses puede llegar a medir hasta un metro de alto y abarcar con sus hojas un máximo de 60 cm², la exposición del suelo a aplicaciones realizadas con spry boom es mínima en estas condiciones, ya que la única porción de suelo expuesta es la que queda entre cada una de las camas entre las que está sembrada la piña; aproximadamente 25 cm². El tallo de la piña es leñoso, este forma una especie de masa la cual facilita la conducción de agua hacia las raíces.

La piña está recubierta por las hojas, cuenta con una reserva para que el agua que es captada por las hojas sea retenida por las hojas y conducida a través de esta hacia las raíces. Esta estructura facilita el transporte de líquido vital para la planta, sin embargo los conductos que transportan el agua a las raíces son de tamaño diminuto por lo que dificultan el paso del agua que contiene los nematodos dificultando el ingreso de los mismos al suelo.

2.7.4 Determinación de la eficacia de los nematodos

Se realizaron varias pruebas para identificar las causas de ausencia de infección en aplicaciones con nematodos entomopatógenos, estas fueron: un análisis de hospedero alterno, el cual permite conocer la cantidad de nematodos presentes en el suelo luego de la aplicación, a través de la infección de larvas de lepidópteros como *Galleria mellonella*, con el suelo utilizado durante la aplicación. Los resultados obtenidos en este análisis fueron un 26 % de penetración de los nematodos para el tratamiento de 10,000 Neps/m² y un 13 % de penetración de nematodos para el tratamiento de 7,500 Neps/m². Como parte del estudio se enviaron larvas de gallina ciega al laboratorio para contabilizar los nematodos en el interior de larvas de gallina ciega, sin embargo la infección de los nematodos fue negativa. Las aplicaciones se realizaron con un total de 171.27 ml por planta. Se realizó una prueba para determinar la cantidad necesaria para que el agua drene hasta el suelo lo cual se expone a continuación.

2.7.5 Determinación del requerimiento hídrico para aplicación.

La cantidad de agua descargada en la aplicación fue de 171.27 ml/planta. Para determinar la cantidad necesaria para que la planta pudiera drenar hasta el suelo se realizaron descargas de agua con una probeta en plantas de varias edades y se contabilizó el total de líquido descargado. Se seleccionaron lotes con el mismo tamaño de semilla para generar un dato confiable, el tamaño de semilla utilizado fue primera 500 g – 600 g y segunda 400 g – 500 g (cuadro 7 y figura 12).

Cuadro 7. Cantidad de agua necesaria para superar la reserva y drenar hasta el suelo de la plantación de piña.

Edad/Meses	Tamaño de semilla sembrada	ml necesarios para drenaje
1	I	80
2	II	120
3	II	130
4	II	310
5	I	540
6	II	560
7	II	620
8	II	670
9	II	820

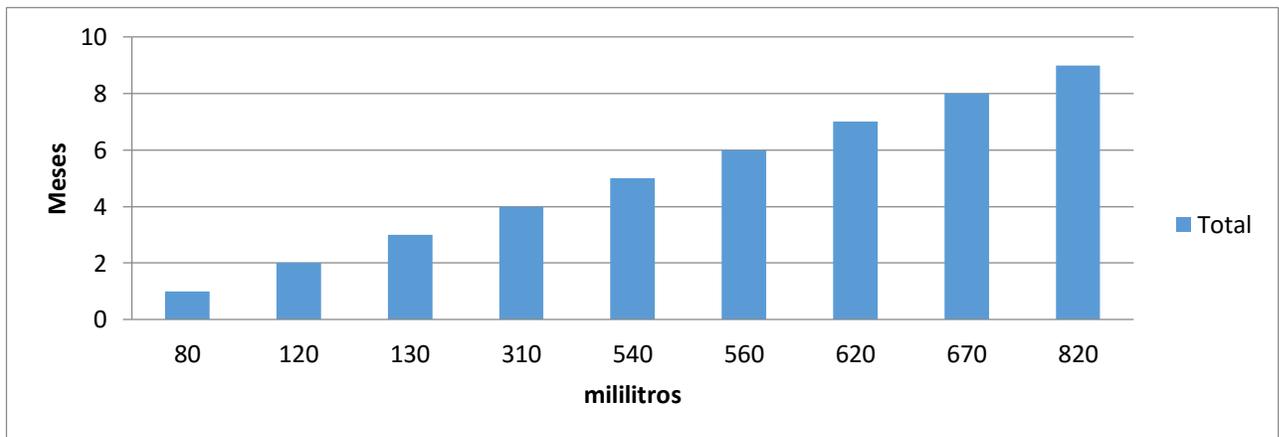


Figura 12. Cantidad de agua necesaria para hacer llegar el agua hasta el suelo en una plantación de piña con diferentes edades.

Después de realizar los muestreos de nematodos presentes en larvas de gallina ciega y verificar que no existió infección en los tratamientos en donde se aplicaron los nematodos se procedió a medir la cantidad de agua necesaria para que está llegara hasta el suelo, la prueba se realizó en edades de uno a 9 meses. Lo resultados de este análisis indican que

son necesarios 820 ml para superar la reserva de una planta de 9 meses (edad en que se aplicó el producto) y de esta forma la planta tenga que drenar el exceso de agua hasta el suelo, facilitando el transporte de los nematodos al suelo. El volumen de la aplicación que contenía los nematodos para hacer llegar los nematodos hasta el suelo en una plantación de nueve meses fue de 171.27 mililitros la cual no fue suficiente para una plantación con estas edad.

La prueba anterior indica que se puede aplicar nematodos con cantidad de agua descargada en este ensayo, pero para plantaciones de uno, dos y hasta tres meses de edad, ya que al llenar con agua la reserva los nematodos tendrán más probabilidad de llegar al suelo.

2.7.6 Presencia de Nematodos en el suelo después de ambas aplicaciones

Esta verificación se realizó mediante un análisis en el cual se determinó el porcentaje de nematodos presentes en el suelo. Los resultados del análisis estuvieron por debajo del porcentaje recomendado para asegurar la efectividad, el cual fue de 30 % y por debajo de este porcentaje, no se recomienda la aplicación de nematodos entomopatógenos (cuadro 8).

Cuadro 8. Verificación de presencia de nematodos entomopatógenos en el suelo.

Verificación de presencia de Juveniles Infeccivos		
Codificación	Presencia de JI's	% Mortalidad Hospedero Alterno
7 larvas de gallina ciega	Negativo	n/a
7,500 m ²	Positivo	13 %
10,000 m ²	Positivo	26 %

Referencias: (n/a) = no hay presencia

(JI's) = juveniles infeccivos

La verificación de presencia de nematodos entomopatógenos en larvas de gallina ciega resulto negativa, para ello se observaron las larvas de gallina ciega con un estereoscopio y se disectaron para identificar la presencia de nematodos. Se enviaron tres larvas de cada tratamiento de nematodos al laboratorio MIC, S.A, en donde estas fueron evaluadas para identificar si habían sido infectadas con los nematodos.

El análisis de presencia de nematodos después de aplicaciones confirmó la poca capacidad de penetración que tuvieron los nematodos al suelo, los parámetros utilizados en este análisis indican que el porcentaje de hospedero alterno debe ser mayor 30 para recomendar una aplicación de nematodos entomopatógenos.

Esta investigación fue realizada en plantaciones semicomerciales, por lo que los tratamientos se evaluaron en campo, bajo las condiciones y con equipo utilizada en la finca para la aplicación de Insecticidas, fungicidas y fertilizantes. El interés principal fue el de evaluar la capacidad de infección de los nematodos entomopatógenos realizando aplicaciones con el spry boom; se decidió no utilizar aplicaciones al pie con bomba de mochila, debido a que de esta forma se elevarían los costos de aplicación a niveles que no serían rentables para la empresa.

El análisis de hospedero alterno se realiza como una fuente de confirmación de la presencia de nematodos entomopatógenos en los suelos donde estos han sido aplicados. Los nematodos son atraídos hacia el agua, dejando secar las muestras de suelo, luego se coloca un recipiente con agua para que estos se vean obligados a buscar la fuente de hidratación, facilitando el conteo de los mismos.

La presencia de nematodos en el tratamiento con mayor concentración, que fue el de 10,000 Neps/m² fue de 26 % y en la concentración de 7, 500 Neps/m² fue de 13 %, esto indica que la penetración de los nematodos al suelo fue mínima, debido a factores como la densidad de la cobertura vegetal, la protección del suelo con el mulch y la metodología de aplicación con spry boom con un bajo volumen de agua. En otras aplicaciones realizadas en el cultivo de café como la que se realizó en Santa Cruz Verapaz y Valmar, Cobán, (MIC, S.A., 2015) el resultado de este tipo de análisis ha reportado un 50 %,64 % y 79 % de

penetración en dos aplicaciones realizadas identificando nematodos presentes en larvas de gallina ciega muertas por aplicaciones.

Las condiciones climáticas de la zonas en las cuales se alcanzan temperaturas de hasta 40 °C dificultan la movilidad y supervivencia de los nematodos, ya que debido a la densidad vegetal del cultivo estos al ser aplicados con el sphy boom, pudieron haberse quedado en las hojas de las plantas de piña y al ser expuestos a las horas más cálidas del días sufren muerte por desecamiento.

2.8 CONCLUSIONES

1. La población promedio de gallinas ciegas encontradas en los muestreos realizados en cada repetición fue de 3 larvas.
2. Las larvas presentes en el cultivo de piña en finca Popoyán pertenecen al género *Paranomala (Anomala)* sp.
3. La eficacia de los tratamientos de nematodos entomopatógenos no pudo ser determinada debido a la falta de inoculación de larvas en los tratamientos; por lo que únicamente se presentó mortalidad de larvas en el tratamiento de testigo relativo, en el cual se utilizó el producto químico ethoprophos (Mocap).
4. El análisis realizado en el laboratorio de MIC, S.A. confirmó la ausencia de nematodos entomopatógenos en larvas de gallina ciega en cada uno de los tratamientos evaluados, por lo que no fue posible determinar su densidad dentro de larvas de gallina ciega.
5. Debido a que en solo uno de los tratamientos se presentó mortalidad de larvas de gallina ciega, no fue posible evaluar su control en relación a los costos.

2.9 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar aplicaciones de nematodos entompatógenos para el control de larvas de gallina ciega *Paranomala* (*Anomala* sp) en el cultivo de piña con edades comprendidas entre uno y máximo tres meses; ya que para una plantación con edad de cuatro meses se requiere 310 ml de agua por planta, en la aplicación para hacer llegar la solución hasta el suelo, el volumen de aplicación alcanzado utilizando el implemento agrícola spray boom fue de 171 ml; por lo que se requiere de mayor cantidad de riego para que la aplicación pueda superar el volumen requerido para sobrepasar la reserva de agua que queda entre las hojas de la planta más el mulch (plástico colocado a lo largo de los surcos).

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, MD. 2013. Etiología y manejo de la pudrición de frutos de piña (*Ananas comosus*) en postcosecha. Montecillo, Texcoco, México, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 91 p.
2. Akhurs, R. 1990. Biology and taxonomy of *Xenorhabdus* In Gaugler, R; Kaya. H. (eds). Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton, USA, CRC Press. p 75-80.
3. BANGUAT (Banco de Guatemala, Guatemala), 2014. Comercio general años 2002-2014. Guatemala. Consultado 23 ago. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/indicern.asp:ktipo=CG>.
4. Bolaños, JR. 2006. Control biológico del picudo negro (*Scyphophorus interstitialis* Gyllenhal) con nemátodos y hongos entomopatógenos en agave. Oaxaca, México, Instituto Politécnico, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Oaxaca. 1:92-101
5. Cano, EB; Monzón, J; Schuster, J 2000. Las "gallinas ciegas" y los "ronrones" del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Guatemala: diversidad, endemismo e importancia agrícola. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala 9:19-24.
6. Cano, EB, 2006. Informe final: taxonomía, densidad poblacional y predicción de la distribución del complejo "gallina ciega" (*Coleoptera Scarabaeidae*), que ataca a los cultivos de maíz (*Zea maíz* L.) en Guatemala. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Proyecto FODECYT no. FD-10-03. 151 p.
7. Carrillo, EV. 2011. Guía para la identificación y manejo integrado de plagas en piña. Costa Rica; PROAGROIN. Consultado 07 set 2015. Disponible en: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-proagroin/Guia%20Manejo%20de%20plagas%20en%20pina.pdf>
8. Castañeda de Pretelt, P. 2003. Manual técnico: seminario sobre producción y manejo post cosecha de la piña para la exportación. San Salvador, El Salvador, Proyecto VIFINEX. 69 p.
9. Cerrato, I. 2013. Parámetros de comercialización de la piña MD2 en los principales mercados hondureños. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 9 p.

10. Chávez, HA. 1997. Inventario agroecológico de las especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en la región 1 de Nicaragua y validación de trampas artesanales de luz, para el control de adultos en dos localidades del municipio de Estelí, Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Estelí, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Sanidad Vegetal. 79 p.
11. Corporación PROEXANT. 1989. Manual práctico para el cultivo y comercialización de la piña (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 23 ago 2015. Disponible en www.proexant.org.
12. DeBach, PD. 1962. An analysis of successes in biological control of insects in the Pacific area. Riverside, California, US, University of California. 11 p.
13. Devine, DE. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 25(1):74-100.
14. Dix, AM; Caroll, CR; Dix, MW.1995. The patchy distribution of whithe grubs (Coleoptera, Scarabaeidae) in brocoli fields; the significance of buried corn residue. Virginia Tech, Blacksburg, US, IMP/CRSP Working Paper 5:10 p.
15. Falcón, L.A; Smith, RF. 1983. El concepto de control integrado de las plagas. p. 15-20. In Reyes A. (ed). Yuca: control integrado de plagas. Colombia, PNUD - CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 362 p.
16. FAO, Italia. 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Roma, Italia. 196 p.
17. FUSADES. 1990. Producción comercial de piña. San Salvador, El Salvador. 58 p. Guía Técnica No. 7
18. García, AA. 2012. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleopter: Melolonthinae; Melolonthinae. Puebla, México, Instituto de Ciencias, 13 p.
19. García. R. 2013. Nematodos entomopatógenos procedentes de la rizosfera de Suelos maiceros infestados con gallina ciega *Phyllophaga polyphylla* Bates. Tesis Msc. Montecillo, Texcoco, México, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo. 84 p.
20. Garita Coto, RA. 2014. La piña. Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 568 p.
21. Gaugler R. BG. 1978. Effects of ultraviolet ratiation and sunlight on the entomogenous neatode *Neoplectana carpocapsae*. Journal of Invertebrate Pathology. 32, 291-296.
22. Gaugler R., BC. 1992. Ultraviolet inactivation of *Heterorhabditis* and *Steinernematid* nematodes. Journal of Invertebrated Patthology, 59, 155-160.

23. Grewal, PS; Koppenhofer, AM; Choo, HY. 2005. Lawn, turfgrass and pasture pests. *In* Grewal, PS; Shapiro-Ilan, DI, Ehlers, RU (eds), Nematodes as biocontrol agents. Wallingford, UK, CAB International, p. 281-324.
24. Guido, M. 1983. La Piña. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria / IICA, Fondo Simón Bolívar. V. 443,19 p.
25. IICA, El Salvador. 2002. Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos fitogenéticos. San Salvador, El Salvador, IICA. 92 p.
26. Kaya, HK 1985. Entomogenous nematodes for insect control in IPM systems. *In* Biological control in agro-cultural IPM systems. USA, Academic Press. p.283-302.
27. King, ABS., 1994 Biología e identificación y distribución de especies económicas de *Phyllophaga* en América Central. *In* Seminario Centroamericano sobre la biología y control de *Phyllophaga* spp. Philip Shannon y Manuel (ed). Turrialba, Costa Rica, CATIE/PRIAG. 124 p.
28. Lacey, LA; Georgis, R. 2012. Entomopathogenic nematodes for control of insect pests above and below ground with comments on commercial production. *Journal of Nematology* 44(2) (218–225).
29. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Planeamiento, Guatemala). 2011. El agro en cifras 2011. Guatemala. Consultado 9 set 2015. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>.
30. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Guatemala). 2002. Programa de emergencia por desastres naturales (en línea) Guatemala. Consultado 12 oct 2015. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/wpcontent/blogs.dir/13/files/2013/maps/nac/250/ambientales/vegetacion/zonas-de-vida.pdf>.
31. Melo, E; Ojeda, C; Gaigl, A. 2007. Efecto de nematodos sobre larvas de *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala Inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae). *Revista Colombiana de Entomología* 33:26.
32. Morón, A; Ramírez, C; Pacheco Flores, C. 2008. Descripción de la larva de *Phyllophaga (Phytalus) rufostestacea* (moser) (Coleoptera: Melolonthidae) en Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(1):29.
33. Nájera, RMB 1993. Coleoptero rizófagos asociados al maíz de temporal en el centro del estado de Jalisco, México; identificación, ecología y control. *Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas*. 257 p.
34. Pro-Agro. 2009. Ficha técnica Mocap (en línea). Consultado 04 de set 2015. Disponible en: <http://www.pro-agro.com.mx/prods/bayer/bayer52.htm>

35. RAE. 2016. Simbiosis. Consultado el 21 sept 2015. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=Xd8WT28>.
36. Ramírez, P 2009. Relaciones filogenéticas del género *Anomala* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). Xalapa, Veracruz, México, Instituto de Ecología. 80:357-394.
37. Ramírez Salinas, MÁ. 2011. Descripciones de los estados inmaduros de cuatro especies de *Phyllophaga*, *Paranomala* y *Macroductylus* (Coeoptera: Melolonthidae) de Los Altos de Chiapas, México. Acta Zoologica Mexicana. 27(3):527-545.
38. Robertson, LN; Allsop, PG; Rogers, DJ. 1970. Management of soil insects after 40 years in the wilderness: high technology or working with nature?. Soil Invertebrates in 1997. Brisbane, Bureau of Sugar Experiment Statios. p. 1-7
39. Rivas, EE. 2009. Evaluación del movimiento del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* y su capacidad infectiva bajo condiciones controladas de humedad y tres texturas de suelo. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano" 17 p.
40. Pac Sajquim, PJ. 2005. Experiencias en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr.), con el híbrido MD2 en finca La Plata, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 61 p.
41. Sánchez, J. 2016. Green chemistry (en línea). Consultado 10 set 2015. Disponible en: <http://www.scranton.edu/faculty/cannm/green-chemistry/spanish/biochemistrymodule.shtml>
42. Sandoval, I; Torres, EE. 2011. Guía técnica del cultivo de piña. San Andrés, El Salvador; Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA). Consultado 4 de set 2015. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20TECNICA%20PIN%CC%83A%202011.pdf>.
43. Shannon PJ; Carballo, M. 1994. Biología y control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Consultado 3 de set de 2015. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=8cM4jkoaJtYC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=caracteristicas+de+gallina+ciega+phyllophaga&source=bl&ots=jXF4L5Zqwa&sig=aXxLkOzfABzxYsSaBH_v2F59eEM&hl=es-419&sa=X&ved=0CGIQ6AEwDGoVChMliZaV5ZvcxwIVS9GACCh0llgQs#v=onepage&q=caracteristicas%20de%20gallina%20ciega%20phyllophaga&f=false.
44. Sáenz A, JC. 2011. Ciclo de vida y patogenicidad del aislamiento nativo *Heterhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae). Revista Colombiana de Entomología 37(1):43-47.

45. Sambeek, JV; Wiesner, A. 1999. Successful parasitism of *Locusts* by entomopathogenic nematodes is correlated with Inhibition of Insect phagocytes. *Journal of Invertebrate Pathology*. 73:154-161.
46. Sánchez, JA. 2008 Green Chemistry (en línea). Consultado 19 ago 2015. Disponible en: <http://www.scranton.edu/faculty/cannm/green-chemistry/spanish/biochemistrymodule.shtml>
47. Saunder, JL. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 182 p.
48. Velásquez, F. 2015. Situación de la piña en la república de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Inteligencia de Mercados. 4 p.
49. Verónica Cañedo, A. A. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Perú, Centro Internacional de la Papa (CIP). 52 p.
50. Viamill, AA. 2009. Efectividad del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) para el control de larvas de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera scarabaeidae). Honduras, Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 19 p.
51. Vindas, AM. 2012. Control de *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae), en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica. Costa Rica, Universidad de Costra Rica. 10 p.

TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC
REVISIÓN
Polando Barrera

2.11 ANEXO

Cuadro 9A. Prueba de hospedero alternativo en piña

	INFORME MUESTRAS DE CAMPO	Código: IMC-Ac-001 No. de informe: 001
	OPERACIONES DEL CAMPO / FINCA POPOYAN	Fecha recepción: Dic-25 Fecha de informe: 06-01-18 Página 1 de 1

Guatemala, 06 de enero de 2018

Ing. Fredy Ruano
Finca Popoyan
Presente

Estimado Ing. Ruano,

Desearándole que sus labores sean de éxito, informo los resultados obtenidos en la verificación de infección de Juveniles Infeccivos (JI) de Barrenem en suelo de cultivo de Piña.

Análisis No. 1: Verificación de presencia de JI.

Cuadriculaciones	Presencia de JI	% Mortalidad hospedero alternativo
7 larvas de gallina ciega	Negativo	n/a
10,000 m ²	Positivo	26%
7,500 m ²	Positivo	13%

Esperamos haber atendido su solicitud a la altura de sus expectativas. Estaremos pendientes de cualquier duda o consulta.

Atentamente,

Ing. Wilson Pineda
Investigación y Desarrollo

Responsable de muestra: Dicer Fernando Lam Finca Popoyan	Responsable de análisis: Erika Bran Depto. Análisis y Control	Revisado/Autorizado por: Ing. Wilson Pineda Coordinador de Producción
--	---	---

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento

Cuadro 10A. Prueba de hospedero alternativo en café

	INFORME MUESTRAS DE CAMPO	Código: IMC-Ca-001 No. de Informe: 001
	SR. LUIS VALDEZ	Fecha recepción: 08-11-15 Fecha de Informe: 17-11-15 Página 1 de 1

Guatemala 17 de Noviembre de 2015

Sr. Luis Valdez
 Santa Cruz Verapaz, Cobán
 Presente

Estimado Sr. Valdez,

Deseándole que sus labores sean de éxito, informo los resultados obtenidos en la verificación de presencia de Juveniles Infeccivos (JI) de Barrenem en suelo de cultivo de café finca Isabel.

Análisis No. 2: Verificación de presencia de JI en suelo utilizando hospedero alternativo.

Código Cliente	Código de recepción	% Mortalidad hospedero alternativo	Parámetro mortalidad hospedero alternativo %
Aplicación 1	013	64%	> 30%
Aplicación 2	012	79%	> 30%

Esperamos haber atendido su solicitud a la altura de sus expectativas. Estaremos pendientes de cualquier duda o consulta.

Atentamente,

Ing. Wilson Pineda
 Coordinador de Producción

Responsable de muestreo: Ing. Mario Estrada Desarrollo y Ventas	Responsable de análisis: Ing. Dulce Mejía Jefe de Producción y Diagnóstico	Revisado/Autorizado por: Ing. Wilson Pineda Coordinador de Producción
--	---	--

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento

	INFORME MUESTRAS DE CAMPO	Código: IMC-Ca-001 No. de informe: 001
	SR. LUIS VALDEZ	Fecha recepción: 06-11-13 Fecha de informe: 17-11-13 Página 2 de 2

Anexo 1: Presencia de JI en larvas de hospedero alterno.



Responsable de muestra: Ing. Mario Estrada Desarrollo y Ventas	Responsable de análisis: Ing. Dulce Mejía Jefe de Producción y Diagnóstico	Revisado/Autorizado por: Ing. Wilson Pineda Coordinador de Producción
---	---	--

Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento



CAPÍTULO III

**SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA POPOYÁN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAMA,
ESCUINTLA, GUATEMALA. C.A.**

3.1 PRESENTACIÓN

El presente documento se realizó durante la fase del ejercicio profesional supervisado (E.P.S.A), de la facultad de Agronomía en la Universidad de San Carlos de Guatemala y contiene el informe de los servicios realizados en la finca Popoyán ubicada en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Durante esta etapa se realizaron tres servicios enfocados en las necesidades del Departamento de Manejo Integrado de Plagas.

El primer servicio consistió en la elaboración de un manual de identificación de plagas presentes en el cultivo de piña, su manejo y control químico, biológico y cultural. El segundo servicio constó de la implementación de trampas para captura de insectos plaga en piña. El tercer servicio constó de apoyo en investigaciones que se estaban desarrollando en la empresa.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Los servicios prestados se realizaron en la empresa Operaciones del Campo S.A, La cual es propietaria de la finca Popoyán. Esta se encuentra ubicada en el Sur del país, en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, la cual cuenta con un área de 650 ha.

3.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar actividades que contribuyan a la desarrollo de la empresa Popoyán dentro del área de manejo integrado de plagas, en la finca Popoyán

3.4 SERVICIOS PRESTADOS

3.4.1 Manual de Descripción de Plagas y Su Manejo en Piña

En este informe se presenta como servicio la elaboración de un manual de descripción de plagas y su manejo, en el cual para la mayoría de las plagas se presenta un umbral de uno, ya que la empresa considera que cualquiera de estas plagas es capaz de dañar una planta, ya sea de forma directa, debilitándola o indirecta transmitiéndole alguna enfermedad, por lo que si estas son dañadas repercutirá en su desarrollo lo que se traduce a frutos de menor calidad o alta mortalidad en el cultivo.

3.4.1.1 Definición del problema

En el cultivo de piña es afectado por una diversidad de plagas, las cuales afectan el cultivo en diversas etapas de su desarrollo, por lo que es indispensable conocer la forma en que estas plagas se comportan, así como sus hábitos. Esto permitirá desarrollar estrategias de control que ayuden a la empresa realizar un mejor manejo de las plagas; también proporcionar una guía de identificación a trabajadores del área de manejo integrado de plagas.

3.4.1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un manual para facilitar la identificación de plagas en piña.
- Realizar los muestreos en campo para identificar el comportamiento de las plagas.
- Identificar las plagas del cultivo de piña.
- Conocer el comportamiento de las plagas.

3.4.1.3 Metodología

Como parte de la incorporación a las actividades de la finca, se realizaron los diversos muestreos en busca de las plagas presentes en la finca.

A. Identificación de plagas

- Se realizaron muestreos de suelo, plantas y fruta en busca de plagas.
- Al localizarlas fueron introducidas en frascos plásticos con agujeros.
- Las larvas encontradas luego de la colecta se introdujeron durante 30 segundos en agua hirviendo para preservarlas.
- Luego se preservaron en viales de vidrio de 3.5 ml con alcohol al 70%
- Los insectos y larvas encontradas fueron llevadas al laboratorio de entomología de la facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Con ayuda de Claves dicotómicas y pictográficas fueron identificadas larvas e insectos.
- Para la identificación de la cochinilla se realizó un montaje microscópico para poder observar sus características.

B. Colecta de Información

- Se consultó con los técnicos en manejo integrado de plagas sobre el comportamiento de las plagas en el cultivo de piña.
- Se realizó una revisión bibliográfica sobre cada una de las plagas para complementar la información.

C. Fotografías

Conforme se realizaron los diversos muestreos se fueron tomando las fotografías para documentar el comportamiento de las plagas en el cultivo.

D. Resultados

Se elaboró un manual de identificación de plagas el cual servirá para que el personal del área de Manejo Integrado de Plagas, pueda conocer mejor las plagas que afectan la piña.

MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE **PLAGAS Y SU MANEJO EN PIÑA**



1. Presentación

Las plagas representan una de las principales causas de pérdidas económicas para la agricultura, estas son consideradas como cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO, 1995)

En la piña al igual que la mayoría de cultivos, se presentan organismos que interfieren su desarrollo, causando muchas veces heridas debilitan la planta o afectan sus frutos impidiendo la comercialización de estos.

La empresa Operaciones del Campo se dedica a la producción y comercialización de piña variedad MD-2. Los altos estándares de exportación instan a realizar un manejo adecuado de todos los organismos y microorganismo que impiden que los frutos conserven sus características físicas y organolépticas.

En este manual se ha recabado la información sobre el manejo de las plagas presentes en la finca Popoyán. Para poder recabar esta información se realizó una colecta de los insectos plaga, a través de los muestreos de suelo y de fruta, además de la captura con red entomológica de algunas especies aladas.

La identificación de los insectos plaga se realizó con el apoyo de claves dicotómicas y pictográficas en el laboratorio de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Luego se realizó una consulta bibliográfica sobre las diferentes características de estos insectos y su comportamiento.

La metodología de aplicaciones y productos utilizados para el control de las plagas, forma parte de los resultados obtenidos a través de investigaciones que la empresa ha realizado durante varios años en la Finca Popoyán. La empresa está comprometida con el manejo sostenible de los ecosistemas que componen el área, por ello se utilizan diversas estrategias de manejo integrado de plagas como: liberación de depredadores naturales, nematodos entomopatógenos, hongos entomopatógenos, trampas de insectos y prácticas culturales.

2. Recolección e Identificación

La colecta de insectos se realizó en varios lotes de la finca Popoyán, las especies colectadas se introdujeron en frascos plásticos y viales de vidrio de 3 ml. Las larvas fueron introducidas en agua hirviendo para poder preservarlas de una mejor forma, luego se introdujeron en viales de vidrio con alcohol al 70 %.



Figura 1 y 2. Colecta de plagas e identificación



Figura 3 y 4. Colecta en campo

3. Muestreos

Los muestreos para la localización de las plagas se realizaron en la raíz y en el fruto de piña, estos se realizan como parte del programa de muestreos mensual.

3.1 Muestreo de suelo y raíz

Este tiene como objetivo detectar y contabilizar insectos plaga en las raíces de la planta y en los primeros 30 cm de suelo.

Se utiliza una pala pequeña para facilitar la movilidad, se extrae la planta introduciendo la pala a la altura de la raíz. La planta se coloca en un nylón de color negro, de esta forma no tienen contacto con el suelo, el color del nylón este facilita encontrar sinfilidos, gallinas ciegas y cochinillas

Se muestrean 8 planta al azar dentro de cada uno de los lotes, el número a muestrear varia en relación a la cantidad de plantas de cada lote.



Figura 5. Muestreo de suelo y raíces

3.2 Muestreo de fruta

El muestreo de fruta se realiza para localizar y contabilizar insectos plaga presentes en la piña.

Este se realiza observando 200 frutos por lote, en busca de larvas de Tecla, *Elaphria* y cochinilla. Se observan los frutos para identificar posibles síntomas causados por los insectos, como gomosis o heridas en la fruta. (figura 6)



Figura 6. Localización de plagas en fruto de piña

4. Plagas de la piña

4.1 Gusano barrenador de la piña o Tecla (*Strymon basilides*)

4.1.1 Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Lycaenidae

Género: *Strymon*

Especie: *S. basilides*



Figura 7. Adulto de Tecla en flor de piña

4.1.2 Ciclo

Es una mariposa diurna. Sus huevos son de color blanco redondos de aproximadamente un milímetro de diámetro, pasan de cuatro a cinco días antes de que la

larva eclosione. Las larvas son de tipo vermiforme con una coloración rosada; en esta etapa de su metamorfosis tiene una duración de 8 días a 12 días

La pupa es de color café claro y esta es obtecta; alcanza su desarrollo entre ocho y diez días antes de eclosionar. El adulto vive de siete a 20 días dependiendo de las condiciones climáticas.

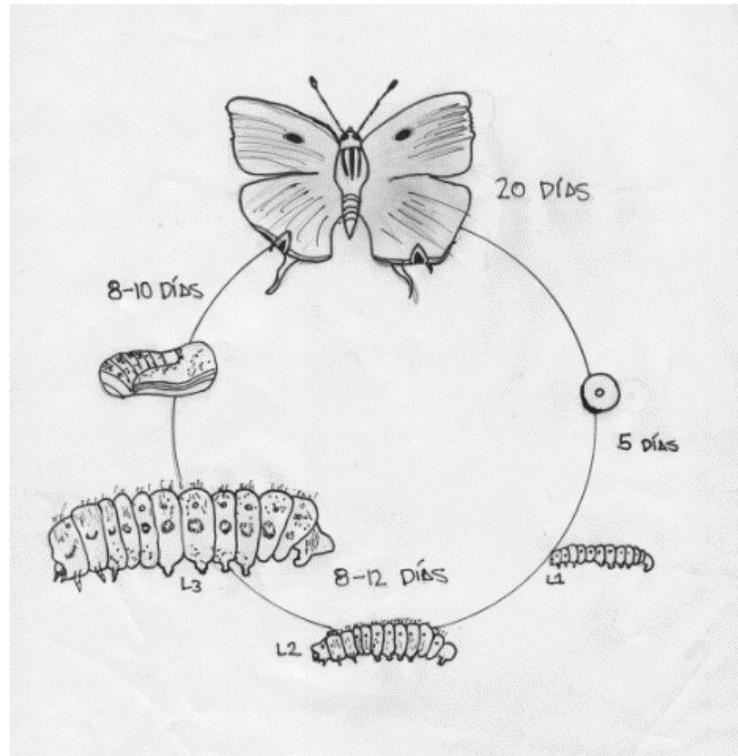


Figura 8. Ciclo de vida de Tecla (*S. basilides*)

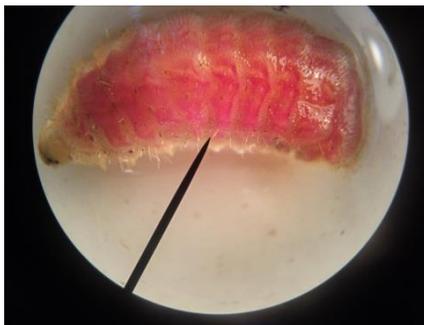


Figura 8 Larva de tecla



Figura 9 huevo de tecla

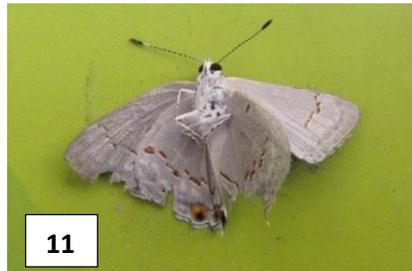
4.1.3 Descripción

El adulto tiene una cola filamentosa al final de sus alas anteriores. Con las alas extendidas esta es de color gris iridiscente; cuando tiene las alas dobladas son de color blanco con diminutas manchas naranjas a manera de puntos localizados en el área marginal de las alas posteriores.



10

Figura 10. Vista ventral de *S. basilides*



11

Figura 11. Vista dorsal de *S. basilides*

4.1.4 Habito y daño

La tecla habita en áreas cercanas a bosques, heliconeas y malezas. Esta se presenta en el cultivo de piña cuando la planta tiene 49 días después haber sido inducida, entrando en su etapa de floración (de cono bajo). La hembra adulta coloca los huevos en las brácteas florales de piña. Suele colocarlos por separado en varias brácteas, al eclosionar las Larvas, luego a los 5 días, estas se introducen en la flor cuando se encuentra abierta. La larva se alimenta del interior del fruto en formación creando galerías. Luego de pasar por su desarrollo larval esta sale de la flor haciendo un agujero. El estrés causado a la planta por la introducción de la larva, causa que la planta genere una exudación de color ámbar, que forma parte del proceso de cicatrización del fruto por las heridas causadas por el barrenador.



Figura 12. Síntomas causados por tecla en la piña

4.1.5 Manejo

Algunos de los hospederos del barrenador de la piña son las heliconeas, crecen a las orillas de los ríos, por lo que el control inicia destruyendo estas plantas.

El control recomendado es mediante el uso de carbarilo granulado que actúa inhibiendo la colinesterasa, este se aplica de forma manual, el aplicador debe protegerse las manos con guantes y aplica el producto en las flores que se encuentre en diferentes etapas de desarrollo.



Figura 13. Aplicación manual de Carbarilo

Las aplicaciones en fruta programada se realizan con carbarilo líquido si en el muestreo de fruta la presencia de tecla supera el umbral de un individuo por lote, esta se realiza cuando la plantación tiene 49 días de haber sido inducida; realizando una aplicación por semana durante las 5 semanas que dura la etapa de floración, este producto se utiliza ya que elimina larvas en sus tres estadios; debido a las condiciones climáticas de la zona la plaga no tiene un comportamiento regular y se pueden encontrar insectos en diferentes estados de desarrollo.



Figura 14. Aplicación mecanizada de Carbarilo

4.1.6 Control biológico

Como parte del manejo integrado de plagas se realizan aplicaciones con Xentari, el cual es a base de *Bacillus thuringiensis* subesp. Aizawai y Dipel a base de *Bacillus thuringiensis* Kurtaki. Las aplicaciones se realizan luego de evaluar los resultados de los muestreos de fruta.

Si hay presencia de larvas en sus instares larvales L1 y L2 se realiza una aplicación de xentari y luego a los ocho días se realiza una aplicación con dipel. Estas se realizan con Spray boom únicamente en épocas lluvia en donde se ha visto un mejor control, debido a que favorecen a la esporulación de endosporas y cristales. Otra forma de control biológico es la liberación de avispas del género tricograma, estos son parasitoides de los huevos de lepidópteros.

4.2 Cochinilla harinosa (*Pseudococcus sp*)

4.2.1 Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexápoda

Orden: Hemíptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Coccoidea

Familia: Pseudococcidae

Género: *Pseudococcus sp.*



Figura 15. Hembra adulta de *Pseudococcus sp.*

4.2.2 Ciclo

La cochinilla harinosa pertenece a la familia de los pseudococcidos por lo que su metamorfosis es de tipo hemimetábola, pasando por dos etapas; ninfa y adulto. Los instares ninfales se subdividen en 3, la ninfa I presenta un par de filamentos cerosos en la parte posterior a nivel de los lóbulos anales.

La ninfa II posee de 5 a 6 filamentos en la parte posterior del cuerpo. La ninfa III con 17 pares de filamentos cerosos laterales cilíndricos. (Chávez).

Los huevos son puestos en grupos de 288 hasta 300, dentro del ovísaco de la hembra; estos tienen 0.38 mm de longitud, su forma es cilíndrica y alargada con extremos redondeados pasan entre 8 y nueve días. Las hembras son ovovivíparas por lo que los huevos pueden eclosionar dentro de la hembra. La ninfa en el primer instar pasa entre 35 y 45 días, luego se moviliza por la planta antes de establecer una concavidad adecuada, para alimentarse allí hasta que se desarrolle una cobertura cerosa, permaneciendo en ese sitio o moviéndose muy poco hasta la madurez. Las hembras adultas miden entre 2.5 y 3.0 mm son de color rosado y tienen filamentos laterales alrededor del cuerpo. Los adultos viven entre 35 y 38 días.

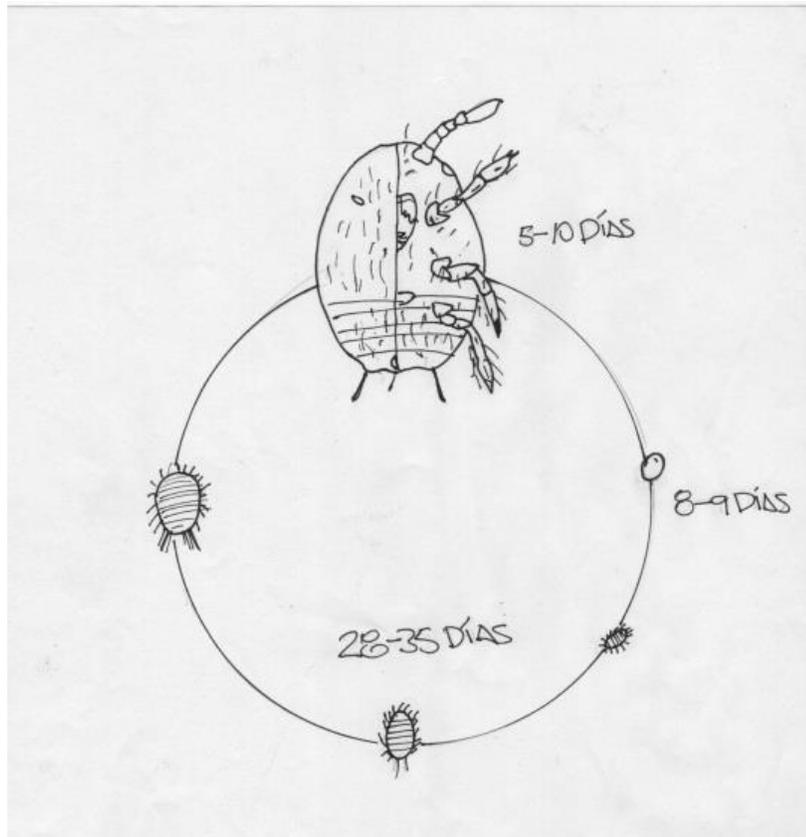


Figura 16. Ciclo de vida de cochinilla (*Pseudococcus* sp)



Figura 17. Cochinilla presente en fruto de piña

4.2.3 Descripción

Las cochinillas son de color rosado con una cobertura cerosa que recubre su cuerpo, su cuerpo es oval o redondo siendo más ensanchado en la extremidad caudal, miden entre 2.5 a 3.0 mm; se caracterizan por tener filamentos cerosos de forma cilíndrica al rededor del cuerpo, siendo más largos los últimos seis pares posteriores. En el dorso posee poros discoides de apariencia cribosa, además de poros discoides simples junto a los ojos. Poseen una uña sin dentículo y no poseen ductos tubulares con anillo oral. (Clemencia Villegas García, 2009)

Los machos adultos son alados con presencia de balancines, su aparato bucal está atrofiado lo que dificulta su alimentación acortando su vida.

4.2.4 Hábito y daño

Estos insectos habitan en la base de algunos pastos y otras plantas herbáceas, el estado ninfal I es de alta movilidad por lo que es la etapa en la que la plaga se moviliza a la parte de la planta donde desea alimentarse; además de utilizar otros medios de movilización como la simbiosis que esta tiene con algunas especies de hormigas.

Debido a sus hábitos alimenticios los “hemipteros” tienen un aparato bucal de tipo succionador por lo que pueden transmitir enfermedades virales a las plantas, ya que estos perforan con su aparato bucal las hojas, tallos y raíces hasta alcanzar los vasos conductores de savia. (Fernández, 2003) . La cochinilla es el vector del virus conocido como Wilt (PMWaV), este provoca un desecamiento y enrollamiento en las hojas de la piña, también impide que los frutos alcancen su desarrollo.



Figura 18. Fruto con virus del Wilt

Según Fernández (2003) los hemipteros son capaces de producir 1.4 mg de sustancia azucarada por día. El volumen de líquido que atraviesa el cuerpo de la cochinilla es muy importante y el insecto precisa excretar grandes cantidades de éste para poder concentrar los nutrientes indispensables para su supervivencia. Se estima que los hemipteros ingieren una cantidad de nutrientes diez veces mayor a la que son capaces de asimilar. Es de esta forma que el insecto necesita excretar grandes cantidades de éste para poder concentrar los nutrientes indispensables para su supervivencia. Esta sustancia excretada es rica en glucosa, sacarosa, fructosa y melizetosa.



Figura 18. Síntomas de virosis en planta



Figura 19. cochinillas en raíz de piña

4.2.5 Control

La cochinilla suele permanecer en el rastrojo que queda de la piña luego de cortar los cogollos, por lo que uno de los primeros métodos de control es destruir este rastrojo con la ayuda de una rastra, se realizan dos pasos de rastra para incorporar esta materia vegetal al suelo; también se realiza un aplicación con diazinon para eliminar las que quedan aún después del paso de la rastra.

Luego se aplica una mezcla de Diazinon y aceite mineral; el aceite mineral destruye la cera que protege el cuerpo de la cochinilla, al perder su capa protectora el insecto queda expuesto al Diazinon; las aplicaciones se hacen en base a los muestreos realizados, si la presencia de la cochinilla supera el umbral que es de un individuo se program una

aplicación. Las hormigas movilizan las cochinillas de las orillas de los lotes hacia adentro del mismo, por ello las aplicaciones son localizadas.



Figura 20 y 21 Mecanización del rastrojo

4.2.6 Control biológico

Cuando las condiciones climáticas lo permiten se han utilizado hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarrizum anisopliae* para el control de la cochinilla, estos han dado resultados de control considerables, como una alternativa para el uso de productos químicos.

4.2.7 Hormigas y su simbiosis

Las hormigas que se encuentran asociadas a esta simbiosis son *Solenopsis sp*, la cual es conocida como la hormiga de fuego y *Dorymyrmex piramycus*.

Debido a las excreciones ricas en las sustancias azucaradas antes mencionadas, las hormigas se ven atraídas por estos hemípteros, formando una simbiosis con los mismos, las hormigas contribuyen con las cochinillas a través de la liberación de los homópteros de sus excrementos. Las cochinillas producen filamentos cerosos, los cuales aíslan el cuerpo del insecto de las excreciones permitiendo que las hormigas obtengan la sustancia azucarada extraída del cuerpo de las cochinillas.

El papel fundamental de las hormigas en esta simbiosis consiste en proteger a los “homópteros” de ataques de parasitoides y depredadores, además de elegir un lugar adecuado para que los hemípteros extraigan la savia, por lo que le proporcionan transporte a las zonas adecuadas y seguras seleccionadas por las mismas.



Figura 22. *Solenopsis* sp.



Figura 23. *Dorymyrmex piramimcus*

Gracias a esto los “homópteros” logran una mayor tasa de supervivencia, la manutención de al menos una colonia de “homópteros” garantiza a las hormigas el acceso a la sustancia azucarada. (Fernández, 2003)

Los muestreos para determinar las poblaciones de hormigas presentes en las áreas con plantaciones de piña, consisten en colocar cajas Petri con agujeros, a las cuales se les coloca salchicha como cebo; esta por ser una fuente de proteína, atrae las hormigas y debido a su consistencia dura a las hormigas se les dificulta llevárselo, por lo que se concentran alrededor de ella. Para realizar el conteo de poblaciones se esparce alcohol sobre la salchicha rodeada de hormigas para matarlas y de esta forma facilitar el conteo.



Figura 24. Trampas para monitoreo de hormigas

4.2.8 Control

Para controlar la cochinilla deben controlarse las hormigas con las cuales esta tiene una simbiosis, por ello se realiza una aplicación con un cebo hecho a base de hidrametilona. Las aplicaciones se realizan esparciendo el cebo alrededor de los hormigueros sin que este tenga un contacto directo con los mismos, este tiene algunos atrayentes como el aceite de soya, las hormigas lo recogen y lo llevan al hormiguero, de esta forma el cebo actúa matando a la reina y a las otras hormigas que se alimenten de él, las aplicaciones se realizan cada 20 días. En época de invierno se utilizan trampas hechas con bambú para proteger el cebo, ya que este se arruina con la humedad.



Figura 25. Aplicación de cebo



Figura 26. bambú para evitar humedad en el producto

4.3 Sífilos (*Scutigereilla immaculata*)

4.3.1 Taxonomía

Reino: Arthropoda

Clase: Symphyla

Orden: Symphyla

Familia: Scutigereillidae

Subfamilia: Scutigereillinae

Género: *Scutigereilla*

Especie: *S. immaculata*



Figura 27. Adultos de Sífilos (*S. immaculata*)

4.3.2 Ciclo de vida

Son ovíparos. Los huevos son ováricos en vitelio, lo que permite a la forma embrionaria desarrollarse sin contribución alimentaria de la madre, los huevos son de color blanco, estos son colocados en masa de 9 a 25 y protegidos por las hembras (Vanegas, 2006). Los primeros estadios larvales tienen comportamiento gregario (se mueven en grupos) y siguen al cuidado de los adultos. Las larvas pasan por siete estadios antes de convertirse en adultos con la morfología típica. El ciclo biológico dura entre 50 y 60 días; los adultos mantiene un proceso de muda permanente, las cuales pueden exceder de 50 mudas, estos son longevos, pudiendo vivir hasta 4 años. (Vanegas, 2006).

4.3.3 Descripción

Artrópodos de cuerpo pequeño (0,2 - 1mm), color blanco. Cabeza en forma de corazón con partes bucales masticadoras, no poseen ojos, pero sí un órgano postantenal en la base de las antenas; estas están formadas por numerosos anillos con órganos sensitivos en el apéndice y aproximadamente 60 segmentos. Tienen 12 pares de patas, los primeros cuatro se presentan solo en el género *Scutigera*. (Vanegas, 2006).

4.3.4 Habito y daño

Los sínfilos habitan en suelos con alta humedad, en las capas profundas de materia orgánica, madera en descomposición y cerca de fuentes de agua. En el cultivo de piña suelen habitar en los cogollos que forman parte del rastrojo de la plantación anterior. El factor determinante para supervivencia y reproducción es la humedad, estos requieren un 100%, suelen encontrarse hasta 40 cm, ubicándose en los primeros 20 cm, aunque han sido reportados hasta 1,80 m.



Figura 28. Sínfilo en el momento de monitoreo en campo

Los sínfilos habitan en el suelo, estos tienen preferencia por suelos de textura pesada, pero no sometidos a compactación, ya que estos se desplazan por los espacios porosos del suelo.

Pueden ser fitófagos o saprófagos, estos afectan una gran variedad de cultivos incluyendo la piña, se alimentan de los tejidos blandos de las plantas, principalmente del meristemo subapical radical (tejido meristemático en crecimiento), causando el síntoma conocido como escoba de bruja; también pueden alimentarse de otros microorganismos y de material vegetal en descomposición

Estos afectan el cultivo de piña cuando se encuentra en sus primeras etapas, luego de realizar la siembra los cogollos empiezan a desarrollar sus raíces; es allí donde los sínfilos se alimentan de las raíces de la piña, causando una reducción de la misma, obligando a la planta a emitir a partir del periciclo raíces laterales, ubicadas en los dos últimos centímetros de la raíz lesionada.

Los síntomas se manifiestan por que la planta detiene su desarrollo, presentando enanismo y marchites en las horas de mayor transpiración, esto debido a un desequilibrio hídrico causado por la reducción y debilitamiento del área radicular.

4.3.5 Control

El manejo de esta plaga se realiza durante los dos primeros meses de establecimiento de la plantación. La destrucción del rastrojo de la cosecha anterior es indispensable para el manejo de la plaga, por ello se realiza un paso de rastra en el área donde se va a sembrar y en las calles donde se coloca el rastrojo para su descomposición. Si la plaga supera el umbral el cual es de 8 plantas con presencia de sínfilos por lote, se realizan aplicaciones de Mocap, si Las aplicaciones se realizan a los 8 y 40 días después de siembra, estas se realizan con un spray boom.



Figura 29. Aplicación de Mocap

4.4 Gallina ciega (*Paranomala sp*)

4.4.1 Taxonomía

Reino: Animal

División: Exopterygota

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Género: *Paranomala*



Figura 30. Larva de *Paranomala sp*

4.4.2 Ciclo de vida

El periodo de ovoposición dura entre una y dos semanas. Las hembras son capaces de poner hasta 140 huevos, estos poseen una conformación ovoide, son opacos y de color blanco con una longitud de 2 mm y 1mm de anchura son puestos en grupos de 10- a 20 durante un período de 2-4 días y tardan de dos a seis semanas en eclosionar. En un período de 21 a 32 semanas las larvas pasan por tres etapas diferentes, pero es el tercer instar es el que es de importancia económica. Los primeros dos instares se alimentan de materia orgánica, el instar 1 es susceptible a condiciones desfavorables y su estado larval tiene una duración de 16 a 41 días. (Shannon, 1994).

El instar 2 tarda entre 21 y 58 días en completar su desarrollo y el tercer instar se desarrolla en 76 y 127 días; esta es la que se alimenta de la raíces de las plantas. Una vez bien alimentadas, las larvas producen una celda en el suelo en donde pasan una etapa de precrisálida (diapausa) entre 5 y 6 meses antes de transformarse en pupa. La etapa de pupa puede llevarse un poco más de un mes, esperando las lluvias que la estimularan para salir a la superficie. El adulto tiene una longevidad de 89 a 130 días, aunque algunas hembras pueden llegar a vivir hasta 60 días (Shannon, 1994).

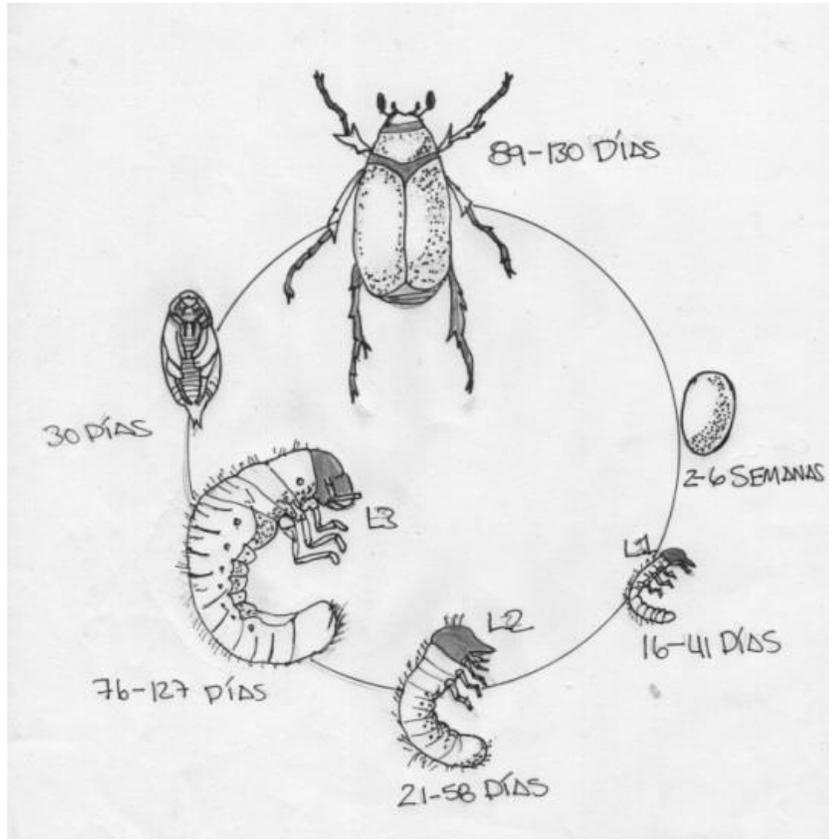


Figura 31. Ciclo de vida de *Paranomala* sp



Figura 32. Pupa de *Paranomala* sp



Figura 33. Adulto de *Paranomala* sp

4.4.3 Descripción

Las larvas son de color blanco cremoso y cabeza pardo amarillento, las larvas del tercer instar miden en promedio 2.5 a 3.0 cm. El cuerpo de la larva se mantiene encorvado, estas poseen 1 seda frontal posterior a cada lado, dos seda en los ángulos anteriores de la frente cípeo con 2 sedas centrales, labro ligeramente asimétrico. Pronoto con un escleroma lateral corto a cada



Figura 34. Valvula anal de *Paranomala sp*

lado, amarillo ámbar con 4 a 7 sedas medianas y largas; con un par de palidia longitudinales y paralelas, siendo más amplio el labio anal inferior con una longitud de 0.44-0.53 mm y se encuentran separados en su parte superior. Cada palidium está formado por 11 – 13 pali espiniformes cortos. Labio anal ventral bien diferenciado con 16 -18 sedas hamate. Abertura anal transversal, ligeramente recurvada. Barbula ligeramente setosa y amarillenta (Morón M. Á., 2011).

4.4.4 Habito y daño

Los adultos de *Paranomala sp* eclosionan en los meses de mayo con la aparición de las primeras lluvias, sin embargo debido a las condiciones de precipitación de la zona, los adultos eclosionan con las diversas lluvias que se presentan durante el año; al salir del suelo, hembras y machos se concentran en reproducirse, proceso que dura entre 15 y 20 minutos, luego estos se trasladan a las copas de los árboles para alimentarse. Los adultos suelen alimentarse de las hojas de árboles de pito (*Erythrina berteroana*) lugar donde se realiza la copula, luego las hembras ponen huevos cerca de los árboles, al eclosionar las larvas se movilizan buscando una fuente de alimento, los primeros estadios larvales se alimentan de materia orgánica por lo que es común encontrarlas en las calles que se encuentran entre los lotes de plantaciones de piña, ya que allí se descompone el rastrojo de la cosecha anterior.



Figura 35. Plantas con síntomas de *Paranomala sp*

Conforme ocurre la descomposición del rastrojo y el desarrollo de la larva, esta se va quedando sin alimento por lo que emigra a la plantación de piña en donde encuentra una fuente de alimento en las raíces de las plantas de piña.

El tercer estado larval es el que se alimenta principalmente de raíces en descomposición que ha cortado previamente, por lo que afecta las plantaciones de piña disminuyendo el área radicular de las plantas. Entre los síntomas causados a la planta pueden observarse desecamiento de los ápices de las hojas hacia abajo, conformando una apariencia de hoja de papel, la planta adquiere una tonalidad amarillenta y se observa un retardo en el crecimiento de la planta.

Las heridas causadas por las larvas permiten el ingreso de patógenos como phytophthora y fusarium, por lo que en casos extremos donde no se le da un buen control la presencia de esta plaga puede incrementar considerablemente los índices de mortalidad en las plantaciones.

4.4.5 Control

Debido a que la gallina ciega se alimenta principalmente de materia orgánica, es indispensable la mecanización antes de establecer la siembra del cultivo de piña, también se realiza un paso de rastra en las calles ya que al igual que el sínfilido la gallina ciega suele

habitar en el rastrojo de la cosecha anterior. Para localizar las poblaciones de la plaga se realizan muestreos de suelo mensualmente, dependiendo de ellos, si la presencia de gallina ciega supera el umbral de un individuo por lote, se programan las aplicaciones con ethoprophos las cuales se realizan con Spray boom.

4.4.6 Control biológico

Cuando la plaga se presenta en grandes cantidades se utilizan trampas de luz durante la noche, para atrapar adultos ya que se sienten atraídos por ella; de esta forma se evita que los adultos se reproduzcan.

Una muy buena alternativa de manejo son los nematodos entomopatógenos, del genero *heterorhabditis*, estos son depredadores de las larvas de gallina ciega. La aplicación debe hacerse antes del establecimiento de la siembra o durante los primeros dos meses para facilitar la introducción de los mismos al suelo. Los nematodos al entrar al suelo buscan la gallina ciega y se introducen a través de la boca o ano de la larva; una vez dentro estos liberan una bacteria a través de su boca la cual coloniza la larva permitiendo que el nematodo se pueda alimentar de ella, para luego completar su ciclo y reproducirse para salir a buscar nuevos hospederos. Las aplicaciones se hacen con Spray boom o bomba de mochila.

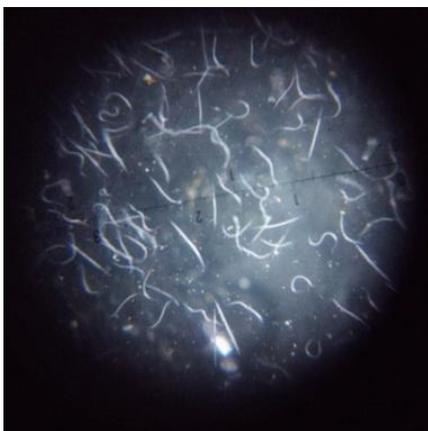


Figura 36. Grupo de nematodos al verlos con lupa



Figura 37. Nematodo del género Heterorhabditis

4.5 Noctuidos (*Elaphria nucicolora*)

4.5.1 Taxonomía

Reino: Arthropoda

División: Hexapoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Elaphria*

Especie: *E. nucicolora*



Figura 38. Larva de *Elaphria nucicolora*

4.5.2 Descripción

La larva llega a medir entre 3 y 3.5 cm es de color café con manchas negras, de forma triangular, sus huevos son cilíndricos de color blanco.



Figura 39. Larva de *Elaphria nucicolora*



Figura 40. Adulto de *Elaphria*
(National Plant Protection, The Netherlands, 2014)

4.5.3 Ciclo de vida

El huevo tarda cuatro días en eclosionar, pasa entre 12 y 18 días para completar sus tres estados larvales. La pupa completa su desarrollo entre 12 y 15 días, esta puede encontrarse en las hojas bajas es de color café negruzco el adulto vive entre 24 y 32 días.

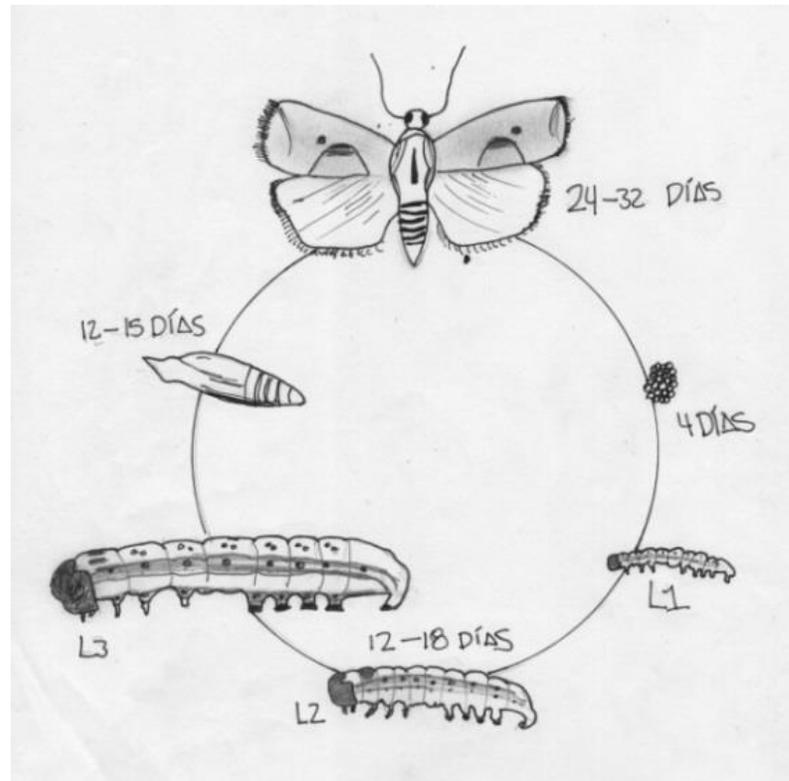


Figura 41. Ciclo de vida de *Elaphria*

4.5.4 Hábito y daño

El adulto vive y se reproduce en especies forestales que se ubican en los bordes de las plantaciones de piña. Estos son de hábito nocturno.

La presencia de larvas de *Elaphria nucicolora* se observa durante la noche y madrugada. Esta empieza a afectar el cultivo de piña cuando la plantación tiene una edad de 76 días después de inducción floral, encontrándose en la etapa de flor seca; las larvas se alimentan del exocarpo de la piña, provocando lesiones en la fruta las cuales generan exudaciones

ámbar y adquiere una apariencia de oxidación, si el daño es severo pueden observarse los agujeros ocasionados por el aparato bucal de la larva.



Figura 42. Daño de *Elaphria nucicolora* en piña



Figura 43. Larva *Elaphria nucicolora* en piña

4.5.5 Control

Los muestreos se realizan desde que la flor se encuentra en flor seca hasta que la fruta esta lista para la cosecha, si la presencia de larvas supera el umbral permitido que es de un individuo en cualquiera de sus estadios se programan aplicaciones con Novalurón el cual es un insecticida de benzoilfenil urea que actúa inhibiendo la formación de quitina y provocando así una deposición anormal de la endocutícula y muda abortiva. Este producto actúa por ingestión matando larvas en cualquiera de sus estadios.

4.5.6 Control Biológico

Al igual que con *Strymon basilides* se utilizan *Bacillus thuringiensis* subesp - Aizawai y Kurtaki, cuando las condiciones climáticas lo permiten, las liberaciones se realizan con Spray boom, y las aplicaciones se realizan cuando los muestreos identifican que se ha superado el umbral el cual es de una larva en fruta. También se hacen liberaciones de tricograma el cual es un parasitoide de huevos de lepidoptera.

4.6 Rata de campo (*Sigmodon hispidus*)

4.6.1 Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Cricetidae

Género: *Sigmodon*

Subgénero: *Sigmodon*

Especie: *S. hispidus*



Figura 44. *Sigmodon hispidus* (J.N. Stuar. (CC BY-NC-ND))

4.6.2 Ciclo de Vida

La hembra es sexualmente madura entre los 40 y 60 días de edad, mientras que el macho está apto a los 60 días. El período de gestación promedio es tan corto que requiere de sólo 27 días y la camada puede ser de 5 hasta 12 crías. Una sola pareja en potencia puede dar origen a unos 35,000 individuos por año. La longevidad teórica es de 3 a 5 años. (Márquez, 2008).

4.6.3 Descripción

Pelo del dorso castaño claro, a veces grisáceo, vientre blanquecino o gris- amarillento claro, longitud de la cola menor que la longitud cabeza-cuerpo. Presenta un peso promedio de 58 g y 52 g macho y hembra adulto, respectivamente. (Ruiz, 1985).

4.6.4 Habito y daño

Estas suelen construir nidos en las raíces de los árboles, o en huecos en el suelo en donde hay humedad, con abundante maleza, suelen alimentarse de una diversidad de plantas, entre las que se encuentra cultivos de importancia, como: maíz, algodón, caña de azúcar y la piña. La rata se presenta cuando la flor de la piña se encuentra en el estado de primera flor, (60 días después de inducción) y puede seguir causando daños hasta la cosecha del fruto. La rata se alimenta de las primeras flores de color rosa presentes en la piña, ocasionando heridas al fruto que causa deformaciones y por lo tanto impiden su aprovechamiento. Cuando el fruto está listo para cosecha pueden observarse los daños causados por la rata, esta deja agujeros que van cicatrizando con el tiempo.

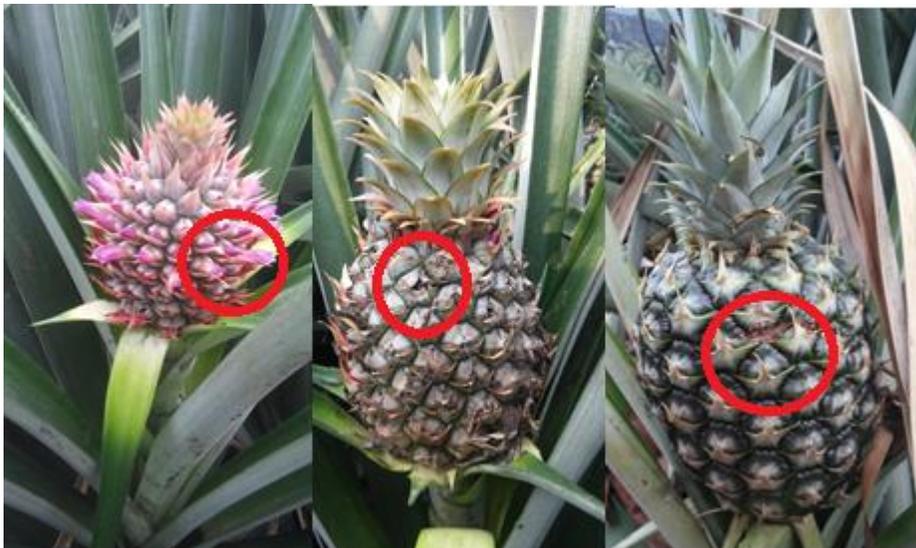


Figura 45. Daño de rata en diversos estados de desarrollo

4.6.5 Control

La forma en que estos se controlan es a través de la colocación de cebos hechos de forma artesanal, se realizan bolsas pequeñas con una mezcla maíz con Racumin el cual está hecho a base de coumatetralyl y actúa por ingestión inhibiendo la formación de protombina bloqueando el mecanismo de coagulación de la sangre, produciendo hemorragias internas que causan la muerte; estas mueren de 4 a 7 días después de ingerir el producto. Se colocan en promedio 5 cebos de forma aleatoria en cada lote que este cerca de cosecha.



Figura 47. Cebos de elaboración artesanal

3.4.2 Evaluación de trampas pegajosa y de luz para la captura de lepidópteros

3.4.2.1 Definición del problema

Los lepidópteros constituyen una de las plagas más perjudiciales en el cultivo de piña. El barrenador de la piña o tecla, se caracteriza por ovipositar en las brácteas florales, al eclosionar las larvas se introducen al fruto en formación alimentándose de su interior, creando galerías que deforman el fruto provocan que el fruto produzca una exudación de color ámbar. Hay otro lepidóptero que ocasiona daños en el cultivo de piña estos son conocidos como nocheros (Noctuidae). Se alimentan la exodermis del fruto dejando agujeros en el fruto que permiten entrada de otros patógenos. La evaluación de trampas buscaba encontrar una estrategia de manejo integrado para plagas de lepidópteros.

A. Trampas pegajosas

a. Objetivos Específicos.

- Evaluar trampas pegajosas para atrapar lepidópteros

b. Metodología

- Se seleccionaron pantes con alta incidencia de lepidópteros
- Se colocaron trampas pegajosas de tres colores (Amarillo, rojo y verde)
- Las trampas se colocaron a las orillas del cultivo de piña con alta densidad de especies forestales
- Se evaluaron durante dos semanas
- Se contabilizaron los insectos colectados en cada trampa
- Se procedió a registrar la información

3.4.2.2 Resultados

Se evaluaron 5 trampas de cada color, estas se colocaron en dos localidades de la finca en donde la piña estaba rodeada de especies forestales y vegetación. En ninguna de las trampas se atraparon las dos especies de lepidópteras de interés. Sin embargo si existo presencia de otros insectos (cuadro 11 y 12).

Cuadro 11. Número de insectos atrapados en trampas pegajosas

Color/Pante	La Colmena	La Primavera
Amarillo	45	47
Verde	55	53
Rojo	26	45

Cuadro 12. Número de Insectos por familia

Número de insectos	Familia o Género
36	Arctiidae
2	Cantharidae
3	Cercopidae
5	Cicadellidae
7	Coccinellidae
4	Coreidae
90	Culicidae
9	Diptera
2	Elateridae
97	Isoptera
3	Miridae
1	Pentatomidae
1	Reduvidae
11	Vespidae

El total de insectos colectados en ambas localidades fue de 271 insectos, en los cuadros 9 y 10 están registrados por color y familia, la descripción de las localidades y los colores de trampas en la que fueron atrapados es la siguiente:

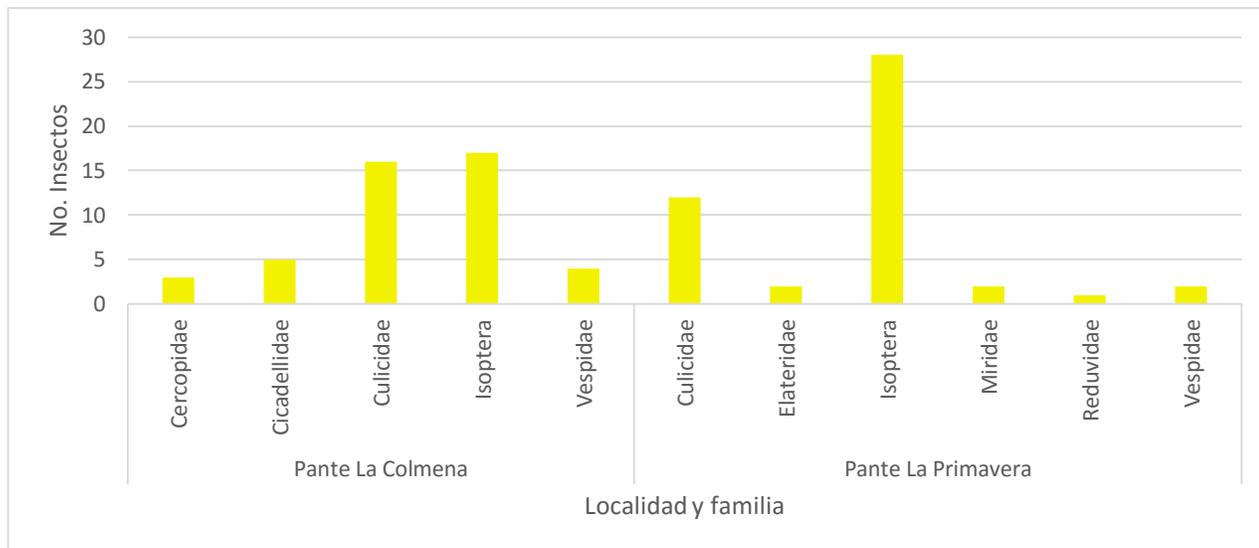


Figura 16. Familias de insectos atrapados en trampas amarillas

En las trampas “amarillas” predominaron los insectos de las familias Culicidae, Arctiidae e Isopteros, entre los cuales se encuentran las termitas.

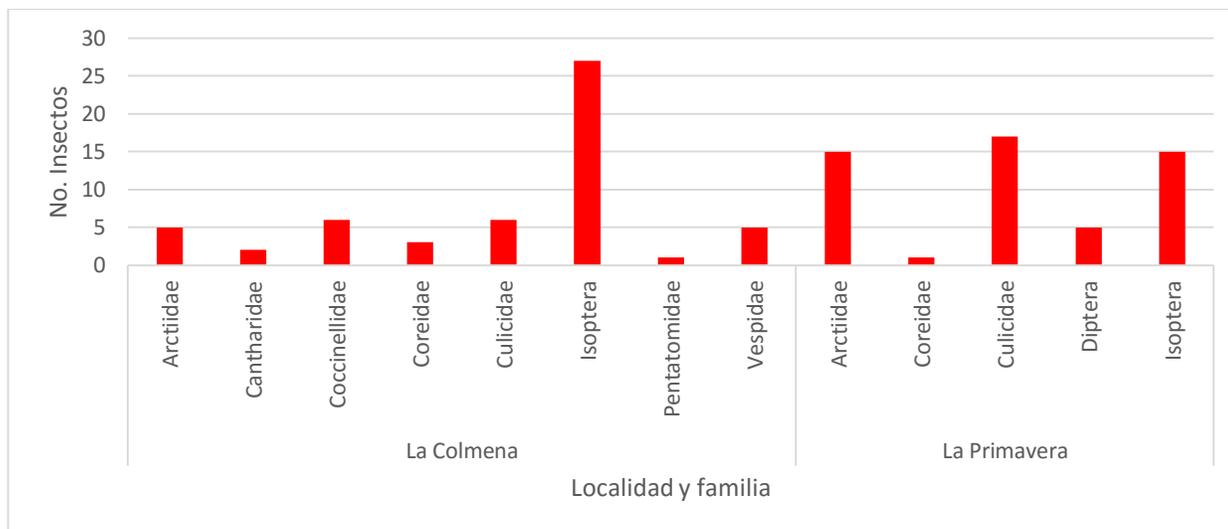


Figura 17. Familias de insectos atrapadas en trampas de color rojo

En las trampas evaluadas de color rojo se encontraron mayormente isópteros (termitas), Arctiidae, culicidae, en ambas localidades se presentaron en mayor cantidad estas familias. En el pante la colmena se presentó una mayor diversidad de familias.

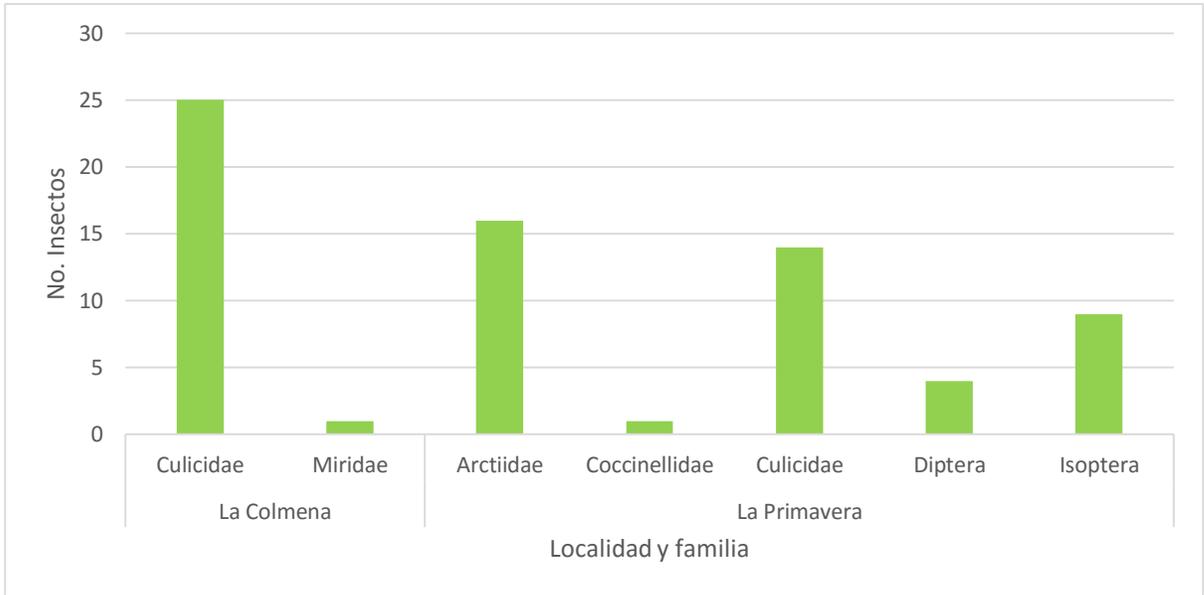


Figura 18. Familias de insectos encontrados en trampas de color verde

En ambas localidades se presentaron en mayor cantidad individuos de la familia culicidae, en la localidad la colmena se presentaron también las familias Arctiidae e Isoptera.

3.4.2.3 Constancia



Figura 19. Establecimiento de trampas pegajosas pante La Primavera

En esta evaluación las trampas pegajosas no atrajeron insectos de las familias de interés, sin embargo estas permitieron conocer parte de la entomofauna de la finca Popoyán, información que podría ser de utilidad en un futuro.

B. Trampas luminosas

a. Objetivo específico

- Evaluar trampas luminosas para atrapar lepidóptero

b. Metodología

- Se seleccionaron pantes propensos a la presencia de nocheros (Noctudae).
- Se colocó una trampa en la orilla de los lotes con alta densidad boscosa.
- Se colocó una lámpara led en un trípode.
- Se colocó una manta blanca atándola entre dos árboles
- Se abrió un agujero en suelo y se recubrió con nylón
- Se agregó agua al agujero protegido con nylón
- La trampa se evaluó durante dos horas empezando a las 7: 30 pm
- Se contabilizaron los insectos colectados.
- Se almacenaron en alcohol para luego identificarlos.

c. Evaluación

Cuadro 13. Número de insectos atrapados en trampa luminosa

Familia o género	Adultos
Scarabaeidae	27
Pentatomidae	3
Vespidae	2
Prioninae	1
Coccinellidae	4
Lampiridae	6

La trampa lumínica resulto atractiva para varias especies de insectos de hábito nocturno. La familia de insectos más atraída en este caso fue Scarabaeidae por lo que este tipo de trampa puede resultar útil para controlar poblaciones de adultos de esta especie.

d. Constancia



Figura 20. Montaje de trampa luminosa

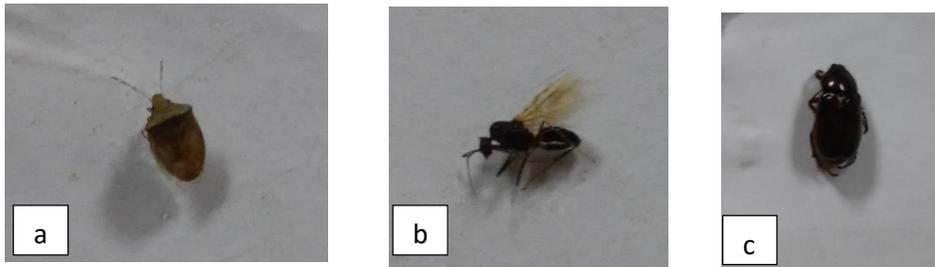


Figura 21. Familias de insectos colectados (a) Pentatomidae, (b)Vespidae, (c) Scarabaeidae

3.4.3 Manejo y Seguimiento de Investigaciones Establecidas

3.4.3.1 Definición del problema

La investigación es una actividad muy importante para el área de Manejo Integrado de plagas, ya que a través de ella se busca identificar soluciones a los problemas que afectan el cultivo de piña, por ello como apoyo a la empresa se le dio seguimiento a varias investigaciones que necesitaban de atención rigurosa, lo cual se dificulta por falta de personal.

3.4.3.2 Objetivo Específicos

- Establecer y dar seguimiento a Investigaciones generadas por la empresa.
- Contribuir con el seguimiento de Investigaciones establecidas

A. Programa de manejo de hormigas

a. Definición del problema

El objetivo de esta actividad fue llevar a cabo aplicaciones de producto para controlar las poblaciones de hormigas en el cultivo de piña, así mismo realizar muestreos para determinar el comportamiento de las poblaciones.

Las hormigas son consideradas una plaga en el cultivo de la piña, debido a que estas actúan en simbiosis con las cochinillas (*Pseudococcus sp.*) Como parte de la simbiosis las hormigas le proporcionan transporte a las cochinillas, además de contribuir a eliminar a los hemípteros de sus excrementos y protegerlos de parasitoides. A cambio la hormiga obtiene la sustancia azucarada que las cochinillas extraen a través de su aparato bucal. (Fernández, 2003).

b. Control y manejo

Para el control de hormigas se utiliza el cebo Siege pro, es cual está hecho a base de hidrametilona y soya, la cual actúa como atrayente para las hormigas, estas lo transportan hacia la reina para que se alimente, el cebo actúa matando a la reina y al resto de hormigas que se alimenten de él.

Las aplicaciones se realizan esparciendo el cebo alrededor del hormiguero sin que este tenga contacto directo con la entrada de los hormigueros, también se deja esparcido alrededor de los lotes a cada 20 metros. Las aplicaciones se realizan a cada 20 días. Para el invierno se utilizan trampas hechas con bambú para proteger el cebo ya que este se arruina si tiene contacto con la humedad.

c. Metodología

- Se realizaron aplicaciones desde el noviembre de 2015 al mes de abril de 2016.
- Las aplicaciones se realizaban en pantes desde 1 hasta 8 meses de edad, también se realizaron aplicaciones en semilleros.
- Aproximadamente cada 20 días se pasaba de nuevo por el mismo pante de la finca, para ello se obtenía cebo en la bodega de la finca, este era transportado en bolsas y aplicado con una cuchara pequeña de plástico protegiendo las manos un con guante.
- Se llevó un registro de la cantidad de cebo aplicada en cada pante, con la ayuda de balanza electrónica se pesaba al cambiar de pante y se registraba.
- Como parte del servicio de se realizó la identificación de las especies de hormigas presentes en la finca que se dedican a transportar cochinilla.
- Se realizó una colecta de hormigas en diversas localidades de la finca, estas fueron llevadas al laboratorio de la facultad de Agronomía en viales de vidrio de 3,5 ml
- Se realizó a identificación de las hormigas utilizando claves dicotómicas.
- Se contabilizaron los hormigueros en el pante la naranjera
- Se realizaron monitoreos para determinar el tiempo que estos tardaban en desaparecer

d. Monitoreos

Los muestreos se realizaron en dos pantes de la finca, desde que estos empezaron a sembrarse, en el pante El Morrito, se realizaban con cajas petrí con agujeros, en ellos se depositaba una porción de salchicha en trozos, estas funcionan como atrayentes. Se dejaban en el suelo a las orillas de los lotes y se esperaba 2 hora para realizar el conteo de poblaciones.

Al realizar el muestreo se les dejaba caer alcohol al 70% en los agujeros a las cajas Petri, de esta forma se mataban las hormigas sin que estas salieran de la caja, luego se procedía a contar la cantidad de hormigas presentes en cada una de las cajas Petri. En este

pante se realizó un muestreo para determinar la localización de las hormigas en cada lote, se colocaron trampas con cebo en el primer, tercero, quinto y noveno camellón.

En el pante la Naranjera se realizaron muestreos para determinar el tiempo en el que desaparecían los hormigueros, se colocó un banderín en cada hormiguero para identificarlos fácilmente y se monitorearon durante un mes.

e. Evaluación

En el pante el morrito se realizaron cinco muestreos, estos reflejaron una disminución en la población de hormigas presentes en los lotes. Desde la tercera aplicación se observó la ausencia de hormigas en las trampas colocadas, manteniéndose de esta forma en las siguientes aplicaciones.

Los muestreos realizados para determinar si existía presencia de hormigas dentro de los lotes, resultaron ser negativos, por lo que se confirmó que las hormigas movilizan a las cochinillas de las orillas de los lotes hacia dentro de los mismos.

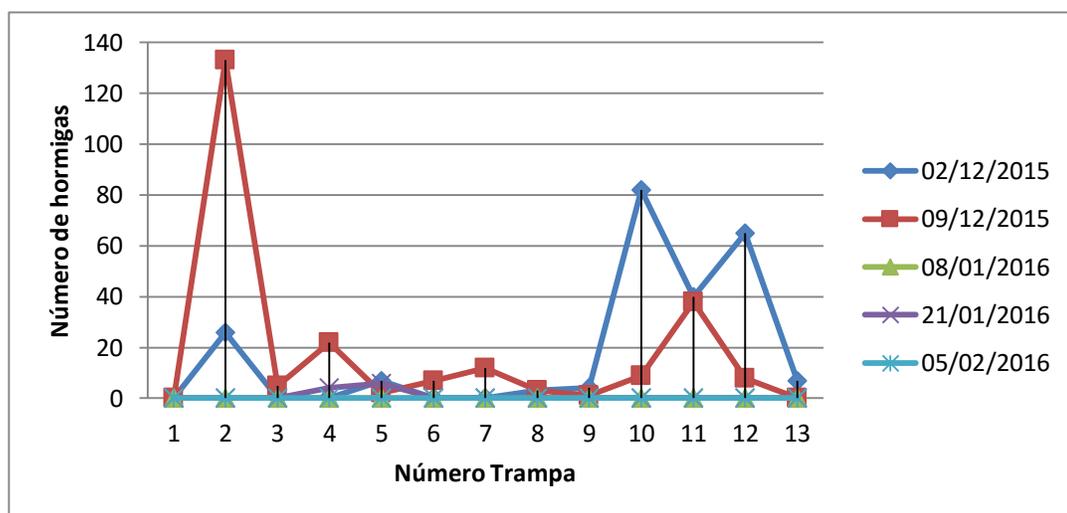


Figura 13. Monitoreos de hormigas después de aplicación en el Pante el Morrito

Los monitoreos realizados en el pante La Naranjera, se realizaron cada 15 días durante tres meses, en este tiempo se pudo observar un descenso de los hormigueros presentes en los alrededores de los lotes, de forma simultanea se realizaron muestreos con las trampas, en este caso los muestreos evidenciaron el efecto de la aplicación ya que estos fueron disminuyendo conforme se realizaron las aplicaciones.

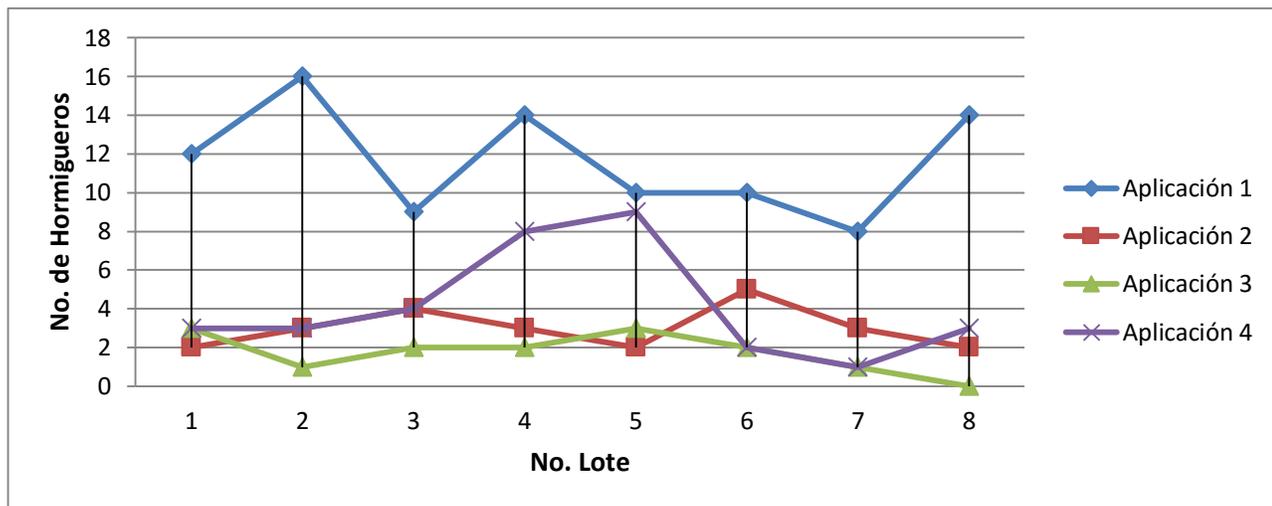


Figura 14. Número de hormigueros encontrados posterior a las aplicaciones de Sige Pro

e. Constancias



Figura 15. Trampas para hormigas

B. Establecimiento de investigaciones con Ácido Giberelico en inducción de la producción

a. Definición del problema

La giberelinas son un grupo de hormonas capaces de estimular el alargamiento del tallo o la división celular. Las giberelinas son sustancias estables y de rápida distribución por el floema, junto con otros compuestos del foto sintetizado. Son sintetizadas en el ápice del tallo y hojas jóvenes, moviéndose en forma vasipeta, pero pueden transportarse hacia el ápice. Sin embargo hay evidencia de que también son sintetizadas en la raíz. (Sánchez, 2010).

Los efectos que estas hormonas pueden ser variables dependiendo del tipo de giberelinas utilizado, dosis y planta a la que se estén aplicando, pero algunos de sus efectos pueden ser la inducción partenocarpia en algunas especies de fruto, el retraso de la maduración, la inducción a la brotación de yemas y la inducción el alargamiento de entrenudos de tallos. (Sánchez, 2010).

El efecto de principal interés en la aplicación de giberelinas del grupo Ga3 en el cultivo de piña, es la capacidad de estas hormonas, de incrementar el tamaño de frutos así como, ensanchar el diámetro superior cercano a la corona del fruto, obteniendo un fruto con una estructura más uniforme y de un mayor peso.

b. Objetivos específicos

- Determinar que dosis de Ácido Giberélico presenta un mayor peso en el fruto.
- Evaluar el efecto de las aplicaciones con giberelinas sobre los diámetros superior e inferior del fruto de la piña.
- Evaluar el efecto de las aplicaciones con ácido giberelico sobre la concentración de azúcar en el fruto de la piña.

c. Metodología

- Se seleccionaron dos pantes en los que la planta de piña tuviera 108 y 120 días después de inducción para poder probar el efecto de la aplicación de las giberelinas en estas dos edades.
- Las dosis utilizadas fueron 0 ppm, 200 ppm, 300 ppm, y 400 ppm.
- Se aplicaron en cuatro secciones diferentes del mismo lote, para poder contar con las mismas condiciones como: sombra y tamaño de semilla.
- La aplicación se realizó en 1000 plantas (tratamiento de plantas).
- Las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila, aplicando 30 cc por fruta tierna, en este caso la planta se encontraba en el estudio floral de fruta tierna.
- Se roció el contorno de la flor con la boquilla.

i. Delimitación de parcelas

Para poder realizar los muestreos se establecieron parcelas de 750 frutas tiernas, contabilizando 12 frutas por hilera en 9 camellones, esto en cada uno de los tratamientos. El total de frutas muestreadas en cada localidad fue de 3,000 plantas.

La parcela se delimitó colocando banderines al inicio y al final de los 9 camellones seleccionados.

Con un nylón color amarillo se colocó un listón a cada una de las frutas dentro de la parcela, para evitar que estas fueran cortadas por el grupo de cosecheros.

ii. Muestreos

Los muestreos se realizaron una vez por semana después cuatro semanas de haber realizado las aplicaciones.

En cada muestreo se realizaba un corte de todas las frutas que se encontraban en color de corte número uno. Luego de cortar las frutas se procedía a pesar cada fruta y a tomar sus medidas de diámetro de la base, diámetro del cuello debajo de la corona y grados brix.

Para tomar las medidas de los grados brix se utilizaron refractómetros manuales y electrónicos. Se colectaban 5 frutas al azar por tratamiento para poder registrar el promedio de grados brix en cada tratamiento.

d. Resultados

En plantación de 108 días de edad después de inducción, los frutos de piña reaccionaron de una forma significativa en cuanto al peso obtenido, diámetro de base y diámetro de corona hasta la fecha de corte, la significancia en cuanto a la diferencia de los resultados en las variables antes mencionadas es mayor en las menores concentraciones (200 ppm y 300 ppm). En cuanto a la cantidad de azúcares encontrados a través de la medición de los grados brix, se observó un aumento en los grados brix conforme aumento la concentración de ácidos giberélicos aplicados.

En la plantación de 120 días de edad después de inducción, la reacción de los frutos de piña fue diferente a la plantación de 108 días, ya que en esta prueba las concentraciones más altas (300 ppm y 400 ppm) generaron una respuesta mayor de la planta en cuanto al tamaño de frutos, diámetro de base y diámetro de corona hasta la fecha de corte. Los resultados para la variable grados brix reflejaron que en esta edad las concentraciones menores (200 ppm y 300 ppm) generaron una mayor concentración de azúcares en los frutos de piña expresados en grados brix.

e. Constancias



Figura 16. Aplicaciones con ácido giberélico



Figura 18. Condición interna del fruto después de aplicación



Figura 17. Medición de grados brix

3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Chávez, AJ. 2010. Biología y morfología de *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893), hemiptera Pseudococcidae. Lima, Perú, Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. 112 Villegas, C. 2009, Identificación de hábitos de cochinillas harinosas asociadas a raíces del café en Quindío. Chinchiná, Caldas, Colombia. Centro nacional de investigaciones de café. Cenicafé 60(4):354-365
2. FAO. 1995. Guía Para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. Roma, Italia. 113 p.
3. Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región neotropical. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 398 p.
4. Márquez, JM. 2008. Características del comportamiento de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) en caña de azúcar: bases ecológicas para comprender su importancia económica. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, CENGICANA. 8 p.
5. Morón, MÁ. 2011. Descripciones de los estados inmaduros de cuatro especies de *Phyllophaga*, *Paranomala* y *Macroductylus* (Coleoptera: Melolonthidae) de los Altos de Chiapas, Mexico. Xalapa, Veracruz. Acta Zoológica Mexicana 27(3):527-545.
6. Morón, A; Ramírez, C; Pacheco Flores, C. 2008. Descripción de la larva de *Phyllophaga* (*Phytalus*) *rufostestacea* (moser) (Coleoptera: Melolonthidae) en Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana 25(1):29.
7. Rivas, EE. 2009. Evaluación del movimiento del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* y su capacidad infectiva bajo condiciones controladas de humedad y tres texturas de suelo. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 17 p.
8. Ruiz, I. 1985. Informe sobre aspectos ecológicos de los roedores plaga y su problemática en Venezuela. Maracaibo, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencia. 35 p.
9. Shannon, PJ; Carballo, M. 1994. Biología y control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 3 set. 2015. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=8cM4jkoaJtYC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=caracteristicas+de+gallina+ciega+phyllophaga&source=bl&ots=jXF4L5Zqwa&sig=aXxLkOzfABzxYsSaBH_v2F59eEM&hl=es-419&sa=X&ved=0CGIQ6AEwDGoVChMliZaV5ZvcxwIVS9GACCh0llgQs#v=onepage&q=caracteristicas%20de%20gallina%20ciega%20phyllophaga&f=false

