

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACION

Evaluación de acaricidas para el control de *Tetranychus urticae* “Araña Roja” en el cultivo de *Musa x paradisiaca* “Banano” en finca Nueva Esmeralda, Santo Domingo, Suchitepéquez.

Walter Santana Ramazzini Pineda

Carné 201144272

Asesor: Ing. Agr. Nicolás Barrios de León

Mazatenango, Suchitepéquez, Noviembre 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Luis Alfredo Tobar Piril
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Román Espinoza Antón
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.S. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS: Por ser mi fortaleza y proveedor de todo bien a mi vida.

MI MADRE: Irma Pineda López de Ramazzini, por su ejemplo, su arduo trabajo, esmero, dedicación, responsabilidad, amor y ternura. Hoy dichos valores y atributos, han dado sus frutos.

MI HIJO: Emilio Leonel Ramazzini Tuy, le dejo mi legado en valores, principios y una visión de mi perseverancia estudiantil, para que en el futuro se esfuerce por lograr sus metas y propósitos trazados.

MI ESPOSA: Por su apoyo, comprensión y ayuda a la culminación de esta meta profesional.

MIS HERMANAS: Shelena Sabrina Ramazzini Zuñiga y Wanessa Itzama Ramazzini Zuñiga, por ser parte de mi vida, siendo mujeres de bien, emprendedoras, admirables y profesionales.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS: Por ser guía en camino, darme el privilegio de la vida, salud, voluntad, sabiduría, inteligencia y los medios necesarios para culminar una nueva fase de mis logros académicos.

MI MADRE: Irma Pineda Lopéz de Ramazzini, por criarme, educarme, orientarme y fomentar valores esenciales en mi vida, por enseñarme a trabajar con su ejemplo y responsabilidad.

MI ESPOSA E HIJO: Lourdes Tuy y Emilio Ramazzini, por ser parte de mi vida, de mis metas a corto y a largo plazo.

MIS ABUELOS: Edberta López Castro, Marta Rosales y Descanse en paz mis abuelos Santana Pineda Flores y Emilio Ramazzini Salazar; por brindarme sus consejos, amor, cariño, comprensión y especialmente la motivación a seguir adelante en mis estudios universitarios.

LAS FAMILIAS: Díaz Méndez, Pineda Rivas, Pineda Samayoa, López Samayoa, Ramazzini Esteves; por sus consejos, cariño, motivación que influyeron en mi persona para seguir adelante y culminar mis estudios universitarios, por enseñarme a esforzarme y a luchar por un mejor futuro.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Por ser mi alma mater y contribuir arduamente con mi formación profesional y realización personal.

MIS DOCENTES UNIVERSITARIOS: Por haberme orientado en mi formación profesional en el área Agrícola, para ser eficiente y eficaz en el ámbito laboral.

MIS AMIGOS: Ezequiel Riquiac, Walter Estrada, Ottoniel Rosales, y demás amigos por estar presentes en los momentos más difíciles que se me han presentado, por el aprecio incondicional.

INDICE GENERAL

No	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEORICO	3
1.	Importancia del cultivo de <i>M. paradisiaca</i>	3
1.1.	Clasificación taxonómica del cultivo de banano.....	3
1.2.	Descripción de la planta de banano.....	4
1.3.	Condiciones agroclimáticos para el cultivo de banano	5
1.3.1.	Suelo.....	5
1.3.2.	Temperatura.....	6
1.3.3.	Precipitación pluvial	6
1.3.4.	Altitud	6
1.3.5.	Latitud	6
1.3.6.	Luminosidad.....	6
1.3.7.	Vientos	7
2.	Plagas que afectan al cultivo de banano <i>M. x paradisiaca</i>	7
2.1.	Especies de <i>Tetranychus</i> que afectan el cultivo de <i>M. x paradisiaca</i>	7
2.2.	Araña roja <i>T. urticae</i>	8
2.3.	Clasificación Taxonómica de la araña roja <i>T. urticae</i>	9
2.4.	Órganos bucales.....	10
2.5.	Biología y Ecología	11
2.6.	Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i>	13
2.7.	Hábitat.....	14

2.8. Hábitos alimenticios	15
2.9. Daños.....	15
2.10.1. Efecto externo	15
2.10.2. Efecto fisiológico	17
2.10.3. Muestreo	17
3. Control de ácaros <i>Tetranychus urticae</i>	18
3.1. Acaricidas	18
3.1.1. Acaristop 50 SC	18
3.1.2. Sultron 72.5 SC.....	19
3.1.3. Canelys	20
3.1.4. Bio BTBP 6 EW	20
3.1.5. NewMectin 1.8 EC	21
3.1.6. ACT Botánico 0.003 SC	22
4. Marco Referencial	22
4.1. Descripción de las condiciones de campo	22
4.1.1. Lugar de realización de la investigación	22
4.1.2. Localización	23
4.1.3. Clima.....	23
4.2. Descripción del manejo de la variedad de banano <i>M. x paradisiaca</i>	23
4.2.1. Fertilización	23
4.2.2. Control de malezas	24
4.2.3. Podas.....	25
4.2.4. Resiembra.....	25
4.3. Investigaciones sobre evaluaciones de los productos que se evalúan.....	26

4.3.1.	Biología del ácaro de dos manchas <i>T. urticae</i> Koch. (acari: Tetranychadae) en el laboratorio en Chapingo, Estado de México.	26
4.3.2.	Evaluación de ácaro depredador <i>Neoseiulus californicus</i> y malezas, para el control de araña roja <i>Tetranychus spp</i> en banano <i>M. sapientum</i> Finca Santa Irene. Santo Domingo Suchitepéquez.....	27
III.	OBJETIVOS.....	29
IV.	HIPÓTESIS.....	30
V.	MATERIALES Y METODOS.....	31
1.	Material experimental	31
2.	Diseño experimental.....	32
2.1.	Diseño en bloques al azar.....	32
2.2.	Modelo estadístico	32
2.3.	Tratamientos, testigo y repeticiones	32
2.4.	Croquis de campo y aleatorización	33
2.5.	Unidad Experimental.....	34
2.6.	Recolección de datos.....	34
2.7.	Variables de respuesta	36
2.8.	Análisis de información	36
3.	Metodología.....	37
3.1.	Evaluar siete acaricidas para el control de la población de araña roja <i>T. urticae</i> en el cultivo de <i>M. x paradisiaca</i>	37
3.2.	Evaluar la eficiencia de los acaricidas para el control de araña roja <i>T. urticae</i>	40
3.3.	Evaluar el peso en kg/ha del fruto <i>M. x paradisiaca</i> de los tratamientos en la finca Nueva Esmeralda.	40
3.4.	Efectuar un análisis económico para el cultivo de banano	41

VI. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	42
1. Evaluar siete acaricidas para el control de la población de araña roja <i>T. urticae</i> en el cultivo de banano <i>M. x paradisiaca</i>	42
2. Evaluación de la producción de campo de cada tratamiento aplicado.	45
3. Evaluar el peso kg/ha del fruto <i>M. x paradisiaca</i> banano de los tratamientos en estudio en la finca Nueva Esmeralda.....	47
4. Realizar un análisis económico a cada tratamiento aplicado del cultivo <i>M. x paradisiaca</i> banano en la Finca Nueva Esmeralda.....	50
VII. CONCLUSIONES	55
VIII. RECOMENDACIONES.....	56
IX. REFERENCIAS	57
X. ANEXOS.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
1.	Clasificación taxonómica de banano <i>M. x paradisiaca</i>	4
2.	Toma de datos para calcular la incidencia de ácaros en los cables ocho, nueve y diez del sector norte en la finca Nueva Esmeralda.....	8
3.	Clasificación taxonómica de la araña roja <i>T. urticae</i>	9
4.	Programa de fertilizaciones de la Finca Nueva Esmeralda.....	24
5.	Ciclo biológico de <i>T. urticae</i> Koch a 26 °C y 40 % de H. R. en Chapingo, México, 2017.	27
6.	Tratamientos utilizados en el control de ácaros <i>T. urticae</i> en el <i>M. x paradisiaca</i> banano.....	33
7.	Dosis utilizada para los tratamientos en el experimento de <i>M. x paradisiaca</i> banano.....	39
8.	Análisis de varianza de ácaros controlados de <i>T. urticae</i> araña roja.	42
9.	Comparación de medias de individuos controlados de <i>T. urticae</i> araña roja.....	43
10.	Ácaros muertos en condiciones controladas.	45
11.	Peso del fruto de <i>M. x paradisiaca</i> banano en kilogramos de las unidades experimentales en estudio.....	48
12.	ANDEVA de la variable de peso del fruto de <i>M. x paradisiaca</i> banano en kilogramo.	48
13.	Comparación de medias del peso en kilogramo de fruto <i>M. x paradisiaca</i> banano de los tratamientos en estudio.....	49
14.	Costos variables de la aplicación en <i>M. x paradisiaca</i> banano.....	50
15.	Beneficios netos de la aplicación en <i>M. x paradisiaca</i> banano.	51
16.	Análisis de dominancia de la aplicación en <i>M. x paradisiaca</i> banano.....	52

17. Tasa de retorno marginal (TRM) de la aplicación en <i>M. x paradisiaca</i> banano para los tratamientos con resultado No Dominado.	52
18. Datos transformados de la plaga de araña roja <i>T. urticae</i>	63
19. Población de <i>T. urticae</i> ácaros de araña inicial.....	63
20. Población de <i>T. urticae</i> ácaros final o vivos.....	63
21. Población de <i>T. urticae</i> ácaros de araña muertos.....	64
22. Costos de las labores para la producción de <i>M. x paradisiaca</i> banano	64

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1.	Daños que provoca la araña roja <i>T. urticae</i>	9
2.	Órganos bucales Tetranychidae.....	10
3.	Macho y hembra adultos de <i>T. urticae</i>	12
4.	Huevos y hembras adultas de <i>T. urticae</i>	12
5.	Ciclo de la araña roja <i>T. urticae</i>	14
6.	Bronceado de la hoja de banano <i>M. x paradisiaca</i>	16
7.	A) Daño de ácaros con amarillamiento y necrosis; B) Planta severamente dañada.....	16
8.	Resiembra o ajuste de población en la finca Nueva Esmeralda.....	26
9.	Croquis de la distribución de los tratamientos en el campo.....	34
10.	Dimensiones de la unidad experimental.....	34
11.	Conteo de las hojas de una planta de <i>M. x paradisiaca</i> banano con flor emergida y una sin flor emergida.....	35
12.	Identificación de los tratamientos del experimento en el cultivo de <i>M. x paradisiaca</i> banano.....	37
13.	Partes de una fumigadora tipo espada de motor.....	38
14.	Muestras para la evaluación de eficiencia de los acaricidas.....	40
15.	Eficiencia de los acaricidas en condiciones controladas.....	46
16.	A) Racimo cosechado del área en estudio, B) Racimo perfilado y pesado.....	47
17.	Preparación de la mezcla para el experimento.....	61
18.	Herramienta para corte de banano <i>M. x paradisiaca</i> denominada chuza.....	61
19.	Herramienta para cosecha denominada araña.....	62
20.	Herramienta llamada rodo de transporte de fruta.....	62

RESUMEN

La investigación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) llevándose a cabo en finca Nueva Esmeralda en el parcelamiento San Mauricio, Santo Domingo, Suchitepéquez y como objetivo general fue evaluar acaricidas para el control de la araña roja *T. urticae* en el cultivo de banano *M. x paradisiaca*.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos, se realizó la recolección de datos de campo, entrevistas, recolección de información de gabinete y siendo fundamental la inmersión en el campo para obtener los resultados que se presentan en esta investigación.

La finca Nueva Esmeralda solicitó analizar el comportamiento de la araña roja *T. urticae*, debido que es una plaga que se encuentra afectando el cultivo de banano *M. x paradisiaca*, por lo tanto en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos para lograr contrarrestar el daño de las mismas; evaluar acaricidas para el control de la plaga de araña roja *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*; comparar los variables climáticos temperatura y humedad relativa que influyen en la población de araña roja *T. urticae*; evaluar la eficiencia de los acaricidas para el control de araña roja *T. urticae* en condiciones controladas y realizar la comparación de costo variable de los acaricidas en banano *M. x paradisiaca*.

Como resultado de esta investigación de acuerdo a la prueba de Tukey, estadísticamente y con una significancia del 5%, el mejor control de ácaros fue la mezcla de *Clofentezina + Abemectina* (T₁) llegando a controlar diez de once ácaros por tres pulgadas cuadradas; los segundos mejores tratamientos que más tuvieron control fueron la *Clofentezina* (T₄) y *Abemectina* (T₅) tuvieron un control de nueve ácaros de once por tres pulgadas cuadradas.

Y en relación al peso de los frutos por parcela neta, los mejores rendimientos obtenidos fueron los tratamientos con las mezclas de *Clofentezina + Abemectina* (T₁), *Clofentezina* (T₄), *Abemectina* (T₅) y *Azufre* (T₂), teniendo un promedio de rendimiento de 78.02 kg, 77.93 kg, 77.75 kg y 77.64 kg respectivamente.

SUMMARY

The research was developed through the Supervised Professional Exercise (EPS) carried out in the Nueva Esmeralda farm in the San Mauricio, Santo Domingo, Suchitepéquez subdivision and as a general objective was to evaluate miticides for the control of the red spider *T. urticae* in the crop. of banana *M. x paradisiaca*.

In order to achieve the objectives, field data collection, interviews, cabinet information collection were carried out and immersion in the field was essential to obtain the results presented in this investigation.

The Nueva Esmeralda farm requested to analyze the behavior of the red spider *T. urticae*, because it is a pest that is affecting the banana crop *M. x paradisiaca*, therefore in this investigation the following objectives were set to counteract the damage from the same; evaluate acaricides for the control of the red spider plague *T. urticae* in the cultivation of *M. x paradisiaca*; compare the climatic variables temperature and relative humidity that influence the population of red spider *T. urticae*; to evaluate the efficiency of the acaricides for the control of the red spider mite *T. urticae* under controlled conditions and to compare the variable cost of the acaricides in banana *M. x paradisiaca*.

As a result of this investigation, according to Tukey's test, statistically and with a significance of 5%, the best mite control was the mixture of *Clofentezine + Abemectin* (T1), controlling ten out of eleven mites per three square inches; the second best treatments that had the most control were *Clofentezine* (T4) and *Abemectin* (T5) had a control of nine mites of eleven by three square inches.

And in relation to the weight of the fruits per net plot, the best yields obtained were the treatments with the mixtures of *Clofentezina + Abemectin* (T1), *Clofentezina* (T4), *Abemectina* (T5) and Sulfur (T2), having an average of yield of 78.02 kg, 77.93 kg, 77.75 kg and 77.64 kg respectively.

I. INTRODUCCIÓN

Según DIPLAN-MAGA (2016) Guatemala tiene un aproximado de 78,300 hectáreas cultivadas de banano con una producción de 163,191,764 cajas de 51 libras, la finca Nueva Esmeralda tiene 120 hectáreas con una producción de 1,500 cajas por hectárea de 51 lb y las pérdidas económicas son considerables ya que el daño de este ácaro sino se controla pueden existir pérdidas totales, para el año 2016 al 2017 presentó pérdidas hasta US\$1,920.00.

Finca Nueva Esmeralda actualmente se dedica a la producción de banano, se localiza en el parcelamiento San Mauricio en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez a 14°14'08" de latitud Norte y 91°27'20" longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, se sitúa a una altura de 25 metros sobre el nivel del mar.

La investigación se realizó en el cultivo de *M. x paradisiaca* que es el principal cultivo de la finca, el cual es afectado por la araña roja *Tetranychus urticae* y para la finca es la plaga más importante para combatir.

Dentro de la investigación se plantearon los siguientes objetivos; evaluar acaricidas para el control de la plaga de araña roja *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*; comparar las variables climáticas, temperatura y humedad relativa que influyen en la población de araña roja *T. urticae*; evaluar la eficiencia de los acaricidas para el control de araña roja *T. urticae* y realizar la comparación de costo variable de los acaricidas en banano *M. x paradisiaca*.

Para alcanzar estos objetivos se utilizó un diseño experimental bloques completamente al azar con nueve tratamientos, tres repeticiones; el tamaño de la parcela bruta fue de 74.25 m², la parcela neta fue de 12.38 m², las variables de respuesta utilizadas fueron; control de ácaros por pulgada cuadrada, kilogramos de *M. paradisiaca* por parcela neta, las cuales fueron evaluadas por análisis de covarianza para la variable de control de ácaros por pulgada cuadrada y análisis de varianza para la variable de kilogramos de *M. x paradisiaca* por parcela neta.

Para la evaluación de los tratamientos se utilizaron los siguientes acaricidas *Clofentezina + Abemectina*; Azufre; *Paenibacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis*; - *Clofentezina*; *Abemectin*; *Cinnamomum zeylanicum* Extracto de canela; *Nim Azadirachta indica* Extracto de árbol; *Metarhizium*, *Anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Lecanicillium Lecani*, *Bacillus thuringiensis*.

Estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey y con una significancia del 5% muestra que el mejor resultado fue la mezcla de *Clofentezina + Abemectina* (T₁) controlando diez de once ácaros por tres pulgadas cuadradas; los segundos mejores tratamientos que más tuvieron control fueron la *Clofentezina* (T₄) y *Abemectina* (T₅) tuvieron un control de nueve ácaros de once por tres pulgadas cuadradas.

Y en relación al peso de los frutos por parcela neta, los mejores rendimientos obtenidos fueron los tratamientos con las mezclas de *Clofentezina + Abemectina* (T₁), *Clofentezina* (T₄), *Abemectina* (T₅) y Azufre (T₂), teniendo un promedio de rendimiento de 78.02 kg, 77.93 kg, 77,75 kg y 77.64 kg estadísticamente hablando.

II. MARCO TEORICO

1. Importancia del cultivo de *M. paradisiaca*

Según la FAO (2021), la producción de banano *M. x paradisiaca* corresponde aproximadamente al 12% del total de frutas en el mundo. Para el 2020, la superficie cultivada de banano en el mundo era de alrededor de 113,212,452 hectáreas.

Según Gamarro (2020), el área cultivada es de 31 mil hectáreas cultivadas de *M. paradisiaca* y que desde el 2018, 2019 y 2020 hubo un 2% de aumento en la producción de *M. x paradisiaca* en Guatemala gracias a eso el cultivo de *M. paradisiaca* se posicionó como el principal cultivo del país y se produce unas 4000 cajas por hectárea aproximadamente.

Según Banguat (2019), el banano es el cultivo que tiene más exportaciones en Guatemala, el que exportó US\$843.6 millones, que equivale a 7.5% de las exportaciones, el azúcar con US\$695.1 millones, equivalente a 6.2.8% de las exportaciones, el café *Coffea*, US\$662.4 millones, equivalente a 5.9% de las exportaciones así como *Elettaria cardamomum* Cadamomo US\$ 648.1 millones, equivalente a 5.8% de las exportaciones, estos productos representan el 25.4% de las exportaciones para Guatemala.

1.1. Clasificación taxonómica del cultivo de banano

Según Reynolds (1927) y Simmonds (1956) citado por Mayorga (2018), el origen del banano se sitúa en el sureste de Asia y las islas de pacifico extendiéndose desde la India hasta Pua Nueva Guinea, incluyendo Malasia e Indonesia. Su llegada a África oriental se da por intercambio de cultivos a través de Madagascar hacia el año 500 d. c. se difunde al Mediterráneo por el año 650 d. c. y viajeros polinesios lo llevan al Pacífico aproximadamente por el año 1000.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de banano *M. x paradisiaca*.

Reino	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Zingiberidae</i>
Familia	<i>Musaceae</i>
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. x paradisiaca</i>

Fuente: USDA, (2010)

1.2. Descripción de la planta de banano

Según Soto (1992), menciona que la planta presenta un tallo verdadero, corto que permanece prácticamente enterrado, es llamado cormo, pues es un tallo subterráneo erecto con poco crecimiento horizontal.

Interiormente, el cormo presenta regiones bien diferenciadas: En la parte superior del cormo y atravesando la corteza, está el punto de crecimiento donde su diferenciación da origen a las hojas y desarrollo externo de la planta.

De acuerdo con Soto (1992), el tallo emite ramificaciones laterales denominadas retoños o hijos; además, le emergen numerosas raíces cordiformes, blancas y tiernas, las que al envejecer se tornan amarillas y ligeramente duras (epidermis cutinizada).

Se pueden encontrar de 200 a 300 raíces en un cormo sano, la mayor cantidad de raíces se localizan en los primeros 15 cm del suelo y, horizontalmente, se pueden extender hasta los 5 m de largo. Las raíces inferiores pueden llegar a profundizar 1.30 m.

Según Soto (1992), el meristemo terminal del tallo produce hojas que poseen una parte basal bien determinada (vainas foliar). Sucesivamente, van apareciendo hojas dispuestas helicoidalmente y junto con las vainas forma lo que comúnmente se llama tallo, aunque en realidad es un pseudotallo.

Según Soto (1992), las hojas de los hijos se mantienen estrechas y triangulares hasta que la planta madre inicia su floración y entonces estos hijos desarrollan los limbos o láminas. La iniciación de las raíces es independiente a la formación de las hojas anchas por lo que existe un único sistema de raíces que contribuye a la nutrición de la planta y sus retoños. El tallo floral, cuya función es enlazar vascularmente a las raíces, hojas y racimo, se eleva del cormo a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la emisión, de la inflorescencia, la cual tiene grupos de varias flores, las cuales posteriormente se transforman en frutos de banano. Cada racimo consta de 12 a 20 frutos, los cuales están cubiertos por una bráctea de color rojo, la cual con el paso del tiempo se cae y deja descubierta el racimo de banano.

- a) La vaina, que es la parte basal y envolvente de la hoja que forma parte del pseudotallo;
- b) El pecíolo, de forma de media luna y acanalado;
- c) La nervadura central, que es la prolongación del pecíolo y se adelgaza hacia el ápice de la hoja;
- d) La lámina o limbo, de forma de óvalo-oblonga con su ápice obtuso;
- e) El apéndice, que es la prolongación del nervio central y le permite a la hoja nueva abrirse paso por el pseudotallo al ir emergiendo. Una vez que la hoja ha salido, éste se marchita rápidamente y cae. Cada vaina es más larga que la anterior, por lo que los pecíolos están regularmente escalonados.
- f) Las estomas se presentan en ambas superficies de la lámina, pero son de tres a cinco veces más numerosos en el envés. Se puede decir que son menos numerosos hacia la base de la lámina que en la parte media o en el ápice.

1.3. Condiciones agroclimáticos para el cultivo de banano

1.3.1. Suelo

Según Chock (1997), los suelos aptos para el cultivo comercial, son aquellos de formación aluvial que se encuentran en los valles costeros. Para un buen desarrollo, la planta requiere suelos profundos, de buena estructura, de buen drenaje interno y de alta fertilidad. Los mejores suelos son aquellos que poseen una textura franco arenoso muy fino. Franco arenoso fino, franco, franco

arcilloso, franco arcillo limoso y franco limoso. La profundidad debe de ser no menos de 1.2-1.5 metros y tener buena propiedades de humedad. Las condiciones ideales de pH del suelo para la planta de banano *M. x paradisiaca* es de 6.5 pero es tolerante a variaciones entre 5.5 y 7.5

1.3.2. Temperatura

Según Chock (1997), la temperatura tiene un efecto preponderante en el desarrollo y crecimiento del banano. Este requiere temperaturas relativamente altas, que varían entre 21 y 29.5°C, con una media de 27°C. su mínima absoluta es de 15.6°C y su máxima de 37.8°C. exposiciones mayores o menores causan lentitud en el desarrollo, además de causar daños a la fruta.

1.3.3. Precipitación pluvial

Según Chock (1997), la planta de banano, por su estructura botánica, requiere de una gran disponibilidad de humedad permanente en los suelos. Para obtener cosechas económicamente rentables, se considera suficiente suministrar de 100 a 180 mm de agua por mes para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta.

La precipitación anual de 2,000 milímetros promedio, será suficiente para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta.

1.3.4. Altitud

Según Barrios (2008) citado por Duque (2019) por ser una planta tropical se adapta muy bien a alturas que van desde los 0 m a 1,000 m.s.n.m.

1.3.5. Latitud

Según Barrios (2008) citado por Duque (2019) las latitudes para el cultivo del banano se dan entre los 0° y 30° Norte y 16° Sur.

1.3.6. Luminosidad

Según Anacafé (2011), la fuente de energía que utilizan las plantas, es la radiación solar, y se considera que el mínimo de luz para producir una cosecha económicamente rentable es de 1,500 horas luz por año, con un promedio de

4 horas de luz por día. La duración del día es de gran importancia y depende de la altitud, nubosidad, latitud y cobertura vegetal.

1.3.7. Vientos

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

2. Plagas que afectan al cultivo de banano *M. x paradisiaca*

Entre las plagas que atacan el banano en la finca Nueva Esmeralda son picudo de banano *Cosmopolites* y araña roja *T. urticae*. Esta última ha venido tomando importancia económica en los años 2016 y 2017.

2.1. Especies de *Tetranychus* que afectan el cultivo de *M. x paradisiaca*.

Según Badii (2010), los ácaros *Tetranychidae* constituyen el grupo más importantes de ácaros plaga en el sector agrícola. Todos sus miembros son fitófagos.

Según Moraes & Flechtmann (2008), citado por ARGOLO (2012) la araña roja *T. urticae* es una plaga cosmopolita y muy polífaga que ataca a numerosos cultivos de importancia económica, como los cultivos hortícolas, extensivos (algodón, maíz, banano, etc.), cítricos, frutales y ornamentales.

Según Orellana (2007), en banano se pueden encontrar especies del género *Tetranychus* *T. urticae*, *T. desertorum* Banks, *T. gloveri* Banks, *T. lombi* Pritchard y Baker, y *T. abacae* McGregor y del género *Oligonychus*, siendo la especie más importante *T. urticae*.

2.2. Araña roja *T. urticae*

Es una plaga principal en la época de verano, en los meses de enero a mayo, siendo ésta, una plaga que ataca regularmente plantas que se encuentran en áreas muy arenosas. Ataca plantilla y planta adulta, se localiza en las hojas formando colonias, en el envés, cerca de la nervadura central pegado al pecíolo de la hoja (ANACAFE, 2004), se realizó un muestreo de la incidencia de la plaga la cual es de cuatro ácaros por pulgada cuadrada, este muestreo se realizó en los cables ocho, nueve y diez de la finca Nueva Esmeralda donde hubo un cinco por ciento de la reducción de la producción (Ramazzini, 2017).

En la tabla dos se observan las 12 muestras que se tomaron en los cables ocho, nueve y diez de la finca Nueva Esmeralda para calcular la incidencia de la plaga de raña roja *T. urticae*.

Tabla 2. Toma de datos para calcular la incidencia de ácaros en los cables ocho, nueve y diez del sector norte en la finca Nueva Esmeralda.

No. Plantas	Área de la hoja en pulgadas cuadradas	Total de ácaros en cinco lecturas	Infestación de ácaros/pulgada cuadrada
1	56	230	4
2	45	181	4
3	45	190	4
4	43	175	4
5	40	120	3
6	60	205	3
7	80	285	4
8	45	158	4
9	75	225	3
10	48	165	3
11	46	168	4
12	38	147	4
TOTAL			4

Fuente: Ramazzini (2017).

En la tabla dos se observa las 12 muestras que se toma en los cables ocho, nueve y diez del sector norte, cada sector tiene cuatro hectáreas, por esa razón se tomaron 12 muestras porque se toma una muestra por cada hectárea para calcular la incidencia de los ácaros la cual fue de cuatro ácaros por pulgada

cuadrada, con una severidad del 30% y una infestación de 70% en los cables ocho, nueve y diez del sector norte.

En la figura uno se observa los daños que provocan la araña roja *T. urticae*, estos son más visibles en el envés de la hoja, que en el haz, esta plaga provoca un raspado al envés de la hoja que es donde forma colonias y se reproduce rápidamente y provocando daños al cultivo, según (Estrada, 2016) el umbral económico es de dos arañas por pulgada cuadrada, la finca Nueva Esmeralda anda en cuatro ácaros de araña roja *T. urticae*

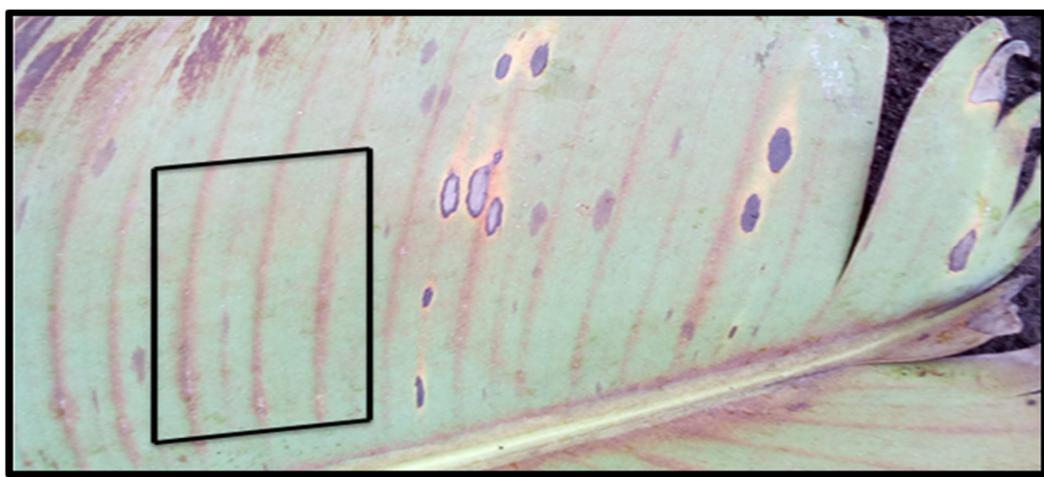


Figura 1. Daños que provoca la araña roja *T. urticae*.

2.3. Clasificación Taxonómica de la araña roja *T. urticae*

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la araña roja *T. urticae*.

Reino	<i>Animalia</i>
Sub-reino	<i>Metazoa</i>
Phyllum	<i>Arthropoda</i>
Subphyllum	<i>Chelicerata</i>
Clase	<i>Aràcnida</i>
Subclase	<i>Acari</i>
Orden	<i>Acariformes=actinotrichida</i>
Suborden	<i>Actinedida=prostignata</i>
Supercohorta	<i>Promatides</i>
Cohorte	<i>Eleutherengonida</i>

Superfamilia	<i>Tetranychoidae</i>
Familia	<i>Tetranychidae</i>
Subfamilia	<i>Tetranychinae</i>
Tribu	<i>Tetranychini</i>
Género	<i>Tetranychus</i>

Fuente: Doreste (1984).

2.4. Órganos bucales

Según Badii (2010), las especies de *Tetranychidae* poseen quelíceros muy modificados, las bases de los quelíceros están fusionadas para formar un estilóforo. El dedo móvil está modificado en un estilete (el dedo fijo se pierde) adaptada para penetrar en el tejido de la planta. Las sedas de la placa del cuerpo se usan con fines taxonómicos.

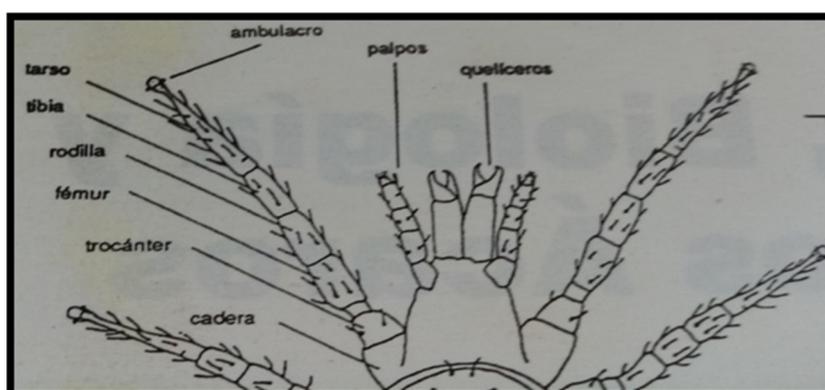


Figura 2. Órganos bucales *Tetranychidae*.

Fuente: Moreno (2015).

Según Badii (2010), los estiletes largos curvados. Una parte importante de los órganos bucales es el estilóforo que no es más que la base de los quelíceros fusionados, este se puede retraer parcialmente en el cuerpo a lo largo de la parte superior del "rostro" (representan las bases fusionadas de las maxilas). Los estiletes se mueven debido a los movimientos ascendentes y descendentes del estilóforo y los estiletes se mueven independientemente del estilóforo pero este movimiento es muy suave. El aparato bucal de los ácaros *T. urticae* se clasifican en aparato chupador raspador.

Según Moreno (2015), el cono bucal está formado, en su parte dorsal, por una pieza impar denominada labro y en sus partes ventral y laterales por las prolongaciones de las coxas de los pedipalpos que se encuentran soldadas entre sí constituyendo una sola pieza (supcapítulo) de cuya parte anterior surge una porción impar (hipostoma). El cono bucal delimita en su interior la cavidad peribucal.

Según Moreno (2015), el primer par de apéndices son los quelíceros, compuestos por dos o tres artejos que varían según su función: formando para morder una pinza o que la robusta, muchas veces dentada, un estilete perforador o se transforman en un portador de espermatóforos. La inserción de los quelíceros se localiza en la pared posterior del alvéolo, entre el rostro y el cono bucal mientras que los pedipalpos se insertan a ambos lados del mismo. El segundo par de apéndices lo constituyen los pedipalpos (palpos), generalmente simples, constituidos por un solo segmento, subdividido o no.

2.5. Biología y Ecología

Según Argolo (2012), la araña roja *T. urticae* es un ácaro fitófago con alto potencial reproductivo, ciclo de vida corto, tasa de desarrollo rápido y capacidad para dispersarse rápidamente. Su tamaño oscila entre 0.4 y 0.6 mm, en el caso de la hembra adulta, que tiene un aspecto globoso. El macho es más pequeño y aperado. Este ácaro puede presentar diferentes características morfológicas, sobre todo su color puede variar en respuesta a su régimen alimenticio, factores ambientales, planta huésped y estado de desarrollo. Esto ha provocado que le asignen diversos nombres a esta especie, entre los cuales están: *Tetranychus telarius* (L.), *T. bimaculatus* Harvey y *T. cinnabarinus* Boisduval. Incluso, algunos taxónomos consideran todavía que *T. urticae* y *T. cinnabarinus* son la misma especie (Dupont 1979; Meyer 1987) citados por Argolo (2012), mientras que otros creen que son dos especies distintas Zhang (2003) aunque en los foros científicos se prefiere considerarla una única especie.



Figura 3. Macho y hembra adultos de *T. urticae*.

Fuente: Homo agrícola (2012).

Según Macke et al. (2011) citado por Argolo (2012), la araña *T. urticae* se reproduce mediante partenogénesis de tipo arrenotoca en la que los machos se desarrollan a partir de huevos no fertilizados (haploides), mientras que las hembras se desarrollan a partir de huevos fecundados (diploides). Esta especie presenta una proporción de sexos entre 2:1 y 9:1 a favor de las hembras. Cada hembra adulta puede poner de 100 a 120 huevos, con una tasa de 3-5 huevos por día. Sin embargo, estas cifras pueden variar según la cantidad y la calidad del alimento, o las condiciones ambientales. El ciclo consta de cinco fases de desarrollo (huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto). La araña *T. urticae* en condiciones óptimas 30°C completa su ciclo en 9 días.



Figura 4. Huevos y hembras adultas de *T. urticae*.

Fuente: Argolo (2012).

Según Badii (2010), la telaraña tienen glándulas de seda en el tarso de los palpos. Algunas especies producen gran cantidad de telaraña y algunas muy poca. Todos los estadios activos pueden producir telaraña. Los miembros de la subfamilia *Bryobiinae* no la producen. La mayoría de las especies que producen telaraña lo hacen a un porcentaje bajo de humedad relativa. Se ha visto que existe una correlación positiva entre la cantidad producida por los ácaros y la tasa de reproducción de los mismos.

La función de la telaraña en la biología de *Tetranychidae*:

- Proteger las masas de huevecillos.
- Protección contra enemigos naturales.
- Protección contra factores o condiciones adversas al medio ambiente.
- Ayuda en la construcción de la colonia y maximizar el uso de superficie de la hoja.
- Protege estadios que acaban de mudar, estos se desprenden de la exuvia bajo protección de la telaraña.
- Dispersión.
- Contiene la feromona sexual, la usa el macho para reclamar a las hembras.
- Confiere a los machos ventajas competitivas, ganan aquellos que producen más telaraña, por ejemplo *T. urticae* produce mucha telaraña y establece su colonia y gana a *Panonychus ulmi* ya que este no puede establecer su colonia sobre manzana.

2.6. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae*

Según Intagri (2003) el ciclo biológico de la araña roja *T. urticae* consta de cinco fases de desarrollo. Su ciclo de vida comienza cuando las hembras depositan sus huevecillos en el envés de las hojas (oviposición) 2 a 4 días después eclosionan dando lugar a las larvas, las que posteriormente las larvas pasan por dos estadios ninfales llamados protoninfa y deutoninfa y, finalmente pasa al estado adulto, como se observa en la figura cinco.

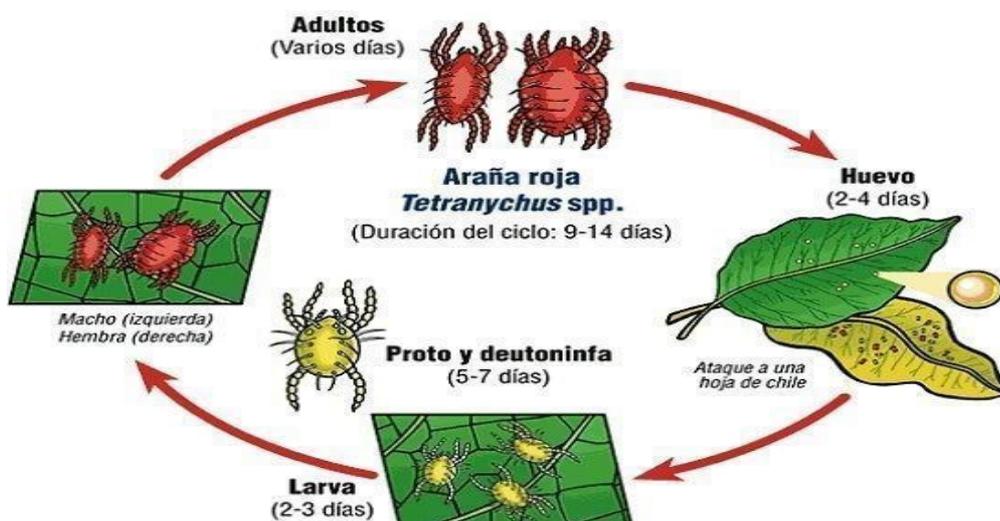


Figura 5. Ciclo de la araña roja *T. urticae*.
Fuente: Intagri (2003).

Según Intagri (2003), desde el estado de huevo hasta la etapa reproductiva tarda aproximadamente de 9 a 14 días cuando la temperatura es de 25°C, pero cuando las temperaturas se incrementan a 30°C, su ciclo se acelera a tan solo seis a siete días. Las condiciones que afectan la población de la araña roja son: temperaturas menores a 12°C y mayores a 40°C, alta humedad relativa y presencia de depredadores.

Según Argolo (2012), este ácaro tiene alta tendencia agregativa y desarrolla sus colonias en el envés de las hojas donde producen tela en abundancia que les protegen de los depredadores, acaricidas y condiciones climáticas adversas. Además, la tela también se utiliza como mecanismo de dispersión. En condiciones de escasez de alimento o cuando la planta está fuertemente infestada, los individuos se acumulan en el extremo de la hoja o del brote y después por corriente de aire o por gravedad son transportados a otra planta.

2.7. Hábitat

Según Ricardo F. (2011), citado por Pérez (2014), afirma que el hábitat de *Tetranychus ssp.*, en la mayoría de especies que ataca se encuentran en las hojas, ya que ésta no soporta la incidencia directa de los rayos solares por lo que busca

los lugares sombreados, cuando la población es demasiado alta llega a atacar los frutos en aquellos sitios donde la luz solar no los alcanza, en el envés de las hojas se puede mirar telaraña en abundancia que tiene vital importancia en su biología por varias razones.

2.8. Hábitos alimenticios

Según Pérez (2014), manifiesta que la mayoría de los ácaros se alimentan del envés de las hojas cerca de la periferia y ocasionan enroscamiento de los bordes; otros provocan clorosis, defoliación y daño en el fruto, impidiendo que éste madure. Los artrópodos fitófagos chupadores de savia como los ácaros producen desórdenes histológicos que dependen principalmente de la longitud de sus estiletes, del tiempo de alimentación y de la densidad de la población y de la planta hospedera.

2.9. Daños

2.10.1. Efecto externo

Según Badii (2010), la mayoría del daño es sobre el follaje, ocasionalmente sobre frutos y tallos. Normalmente el daño empieza con puntos cloróticos conocidos como bronceación o puntuación. Las células individualmente son destruidas debido a la acción de los estiletes.

Según Orellana (2007), cuando la población es muy numerosa, forman una telaraña alrededor del área infestada. Su daño principal consiste en pequeñas mordeduras, visibles en la planta por un color bronceado a pardo rojizo en las hojas (ver figura seis). En situaciones de alta infestación, a medida que avanza el daño se presenta amarillamiento y después necrosis de hojas, las cuales pueden secarse y caerse (ver figura siete). Por lo tanto, la fotosíntesis y la producción de fruta afectadas.



Figura 6. Bronceado de la hoja de banano *M. x paradisiaca*.
Fuente: Orellana (2007).

En la figura seis se observa el inicio de los daños, que reduce el área fotosintética de la planta. En la siguiente figura se observa la necrosis de las hojas.



Figura 7. A) Daño de ácaros con amarillamiento y necrosis; B) Planta severamente dañada.

Fuente: Orellana (2007).

Referencias: A) Hoja de banano *M. x paradisiaca* con daños de necrosis y amarillamiento provocada por la plaga araña roja *T. urticae*.

B) Planta de banano *M. x paradisiaca* severamente dañada por araña roja *T. urticae*.

2.10.2. Efecto fisiológico

Según Badii (2010), la penetración de los estiletes causa una disminución en la tasa de transpiración, disminuyen la actividad fotosintética, estos efectos causan una disminución en el tamaño de las hojas. Los ácaros afectan el sistema de regulación de crecimiento, algunas especies inyectan materias tóxicas, causando defoliación a densidades poblaciones de ácaros relativamente muy bajas. Uno de los principales daños externos es la pérdida del follaje, ésta puede causar una reducción en la cantidad y calidad del producto (fruto) y tienen efectos retardados en los siguientes años.

2.10.3. Muestreo

Según Orellana (2007), si no se tiene información sobre el momento de aparición de la plaga, los monitores deberán comenzarse cuando se observe bronceado en el envés asociado a estos ácaros en un mínimo del 20% de las plantas dentro de un área específica (puede ser un foco dentro de un lote). De esta manera se podría atacar el foco de infestación antes que se extienda. Según Estrada (2016), el umbral económico es de dos ácaros por pulgada cuadrada. Si el nivel de población de la plaga es menor, se recomienda continuar con los muestreos semanalmente. En general, el monitoreo debe hacerse cada dos semanas o semanal si se notan aumentos en las poblaciones.

Seguir los pasos descritos a continuación:

- a. Inspeccionar dos plantas por emerger por Ha.
- b. Tomar los siguientes datos en cada planta:

Número total de hojas

Número de hojas con bronceado en el envés

Número de hojas con amarillamiento

Número de hojas con necrosis

Utilizando una herramienta llamada “chuza”, cortar 20-30 cm. de la porción basal de la cuarta hoja (Estrada R., 2016). El corte se hace en el lado izquierdo

de la hoja al observarla desde abajo. Utilizar una lupa (10-15x de aumento) para hacer cinco lecturas del número de ácaros adultos y ninfas en el envés de la porción cortada. Si no se tiene una lupa cuadrada de dimensiones conocidas, cada lectura será realizada utilizando un marco de 2cm * 2cm (4 cm²) y contando los ácaros dentro de éste. Los puntos de lectura se colocan de manera equidistante y en zig-zag sobre la porción de la hoja para que se cubra toda la superficie de la misma.

Tomar los siguientes datos:

Número de ninfas en las cinco lecturas

Número de adultos en las cinco lecturas (los que tienen 4 pares de patas)

3. Control de ácaros *Tetranychus urticae*

3.1. Acaricidas

Según Campos (2003), los acaricidas son todos aquellos productos, químicos, biológicos o naturales que tiene como finalidad, erradicar, repeler, o disminuir la población de ácaros en los cultivos.

3.1.1. Acaristop 50 SC

Según ADAMA (1997).

- a) Ingrediente activo: *Clofentezina-tetrazina*
- b) Modo de acción: Es un acaricida-ovicida que actúa por contacto contra huevos y estadios jóvenes (larvas) de ácaros y arañas el modo de acción no es bien conocido aunque se supone que actúa sobre el desarrollo del ácaro impidiendo la formación del tejido que forma el exoesqueleto. A bajas dosis pueden mantener la plaga a niveles bajos sin dañar la fauna auxiliar. Su degradación microbiana en el suelo lleva a la formación de CO₂, oscilando su vida media entre 65 y 85 días a 15 °C y entre 28 y 56 días a 25 °C dependiendo del tipo de suelo
- c) Mecanismo de acción: acaricida que afecta directamente la reproducción, ya que inhibe la síntesis de quitina e interfiere en la formación de las

estructuras respiratorias del embrión. Presenta un largo efecto residual, lo cual permite bajar la frecuencia de aplicación.

- d) Dosis recomendada: 80-100ml por 200lts de agua.
- e) Intervalo de aplicación: Debe aplicarse antes de que los huevos eclosionen, mantiene la planta libre de arañas por 60-120 días, dependiendo de las condiciones climáticas de temperatura y humedad.
- f) Compatibilidad: es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común, es incompatible con *Cipermetrina* y *Deltametrina*.
- g) Reingreso al área tratada: No existen restricciones.
- h) Fitotoxicidad: si se aplica según las dosis y recomendaciones dadas, no existen problemas fitotóxicos.

3.1.2. Sultron 72.5 SC

Según ARYSTA.

- a) Ingrediente activo: Azufre
- b) Modo de acción: es un fungicida-acaricida de origen inorgánico que actúa por contacto en la prevención y control de algunos hongos fitopatógenos, evitando la germinación de esporas, especialmente mildius polvorientos y ácaros *Tetranychus urticae*.
- c) Mecanismo de acción: se debe a la lenta oxidación de los derivados del azufre en presencia de aire húmedo: SO₂ y SO₃H₂ y pequeñas cantidades de anhídrido y ácido sulfúricos, polisulfuros y ácidos politiónicos. La acción preventiva del azufre se manifiesta sobre las conidias antes y durante la germinación, y parece estar ligada a su actividad sobre los fenómenos respiratorios.
- d) Dosis recomendada: 2 a 3 L/ha
- e) Intervalo de aplicación: observar los primeros síntomas de la plaga repítase a intervalos de 15 a 20 días.
- f) Compatibilidad: es compatible con agroquímicos de uso común. No mezclar con productos de fuerte reacción alcalina o muy ácida.
- g) Reingreso al área tratada: Después de 24 horas.

- h) Fitotoxicidad: no es fitotóxico cuando se usa en las dosis y cultivos recomendados, siempre y cuando no se aplique antes de 3 a 4 semanas en huertos de manzano, cítricos y frutales que fueron asperjados con aceites.

3.1.3. Canelys

Según ATLANTICA. (2005)

- a) Ingrediente activo: extracto de canela 70%
- b) Modo de acción: actúa sobre la planta reforzando su sistema inmunológico, confiriéndole a ésta resistencia frente a gran número de patógenos (diversos ácaros, hongos e insectos).
- c) Dosis recomendada: 200 a 300cc/ha.
- d) Intervalo de aplicación: 10 a 15 días.
- e) Compatibilidad: no realizar mezclas con productos ácidos ni alcalinos.
- f) Reingreso al área tratada: no existen restricciones.
- g) Fitotoxicidad: no es fitotóxico

3.1.4. Bio BTBP 6 EW

Según Successo (2007)

- a) Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis* (3 X 10¹⁰ UFC/Lt) *Bacillus popilliae* (3 X 10¹⁰ UFC/Lt).
- b) Modo de acción: sus ingredientes activos tienen que entrar en contacto con las larvas y los tejidos vegetales de los que se alimentan, y una vez que germinan, producen enzimas que degradan la cutícula, permitiendo que el microorganismo penetre al interior del insecto. Cuando ingresa al hospedero por contacto en heridas cutáneas, degradación de la cutícula o por ingestión de tejido vegetal colonizado, el biocontrolador se reproduce rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que envenenan al huésped ingresando a la hemolinfa, causándole deformaciones, alteración de funciones metabólicas, pérdida de movimiento y finalmente su desintegración total o momificación por necrosis completa. *Bacillus*

thuringiensis y *Bacillus popilliae*, en presencia de larvas, colonizan y actúan incluso en fase de huevo y recién eclosionadas dejando larvas parasitadas y contribuyen en su degradación a través de la producción de metabolitos tóxicos para el patógeno.

- c) Dosis recomendada: 1 a 2 L/Ha
- d) Intervalo de aplicación: Cada 4 - 30 días. Producto benigno no tiene un máximo de aplicaciones por ciclo.
- e) Compatibilidad: No mezclar BIO BTBP 6EW con bactericidas y fungicidas químicos. No es compatible con agua con pH menor a 5.0 y mayor a 8.0.
- f) Reingreso al área tratada: No tiene.
- g) Fitotoxicidad: No es fitotóxicos

3.1.5. NewMectin 1.8 EC

Según IMEX (1998)

- a) Ingrediente activo: Abamectina
- b) Modo de acción: por ingestión y por contacto directo y es de movimiento traslaminar. Demora entre 3 y 7 días, dependiendo de la temperatura, para alcanzar la mortalidad máxima, si bien el insecto durante este período ya no se alimenta.
- c) Según Lan (2013), mecanismo de acción. Las abamectinas bloquean la transmisión de la actividad eléctrica en nervios y músculos al estimular la liberación y enlace del γ -ácido aminobutírico (GABA) a los terminales nerviosos. Lo anterior causa la entrada de iones cloruro al interior de las células, hiperpolarizándolas, resultando la parálisis del sistema neuromuscular. Los receptores del GABA se encuentran en las uniones neuromusculares (Grupo 6 del Comité de Acción contra Resistencia a Insecticidas - IRAC).
- d) Dosis recomendada: 100cc/ha
- e) Intervalo de aplicación: Será de acuerdo a la presión de la plaga y a las condiciones ambientales, hacer la 1a. aplicación; posteriormente monitorear si hay presencia de la plaga y realizar las siguientes.

- f) Compatibilidad: Se puede mezclar con la mayoría de los fungicidas e insecticidas registrados para cada cultivo; sin embargo, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad antes de la aplicación al cultivo.
- g) Reingreso al área tratada: después de 4 horas
- h) Fitotoxicidad: No causa fitotoxicidad a los cultivos, pero se recomienda observar si hay fitotoxicidad al mezclarlo con otros agroquímicos.

3.1.6. ACT Botánico 0.003 SC

Según AGRICOLA EL SOL (2008)

- a) Ingrediente activo: Suspensión concentrada de extractos del árbol de Nim *Azadirachta indica*.
- b) Modo de acción: actúa por contacto e ingestión como repelente, disuasor de la alimentación, regulador de crecimiento, e insecticida de contacto.
- c) Dosis recomendada: 0.5% - 1% de la mezcla del tanque
- d) Intervalo de aplicación: 7 – 14 días
- e) Compatibilidad: Se puede mezclar con la mayoría de los fungicidas e insecticidas.
- f) Reingreso al área tratada: No hay restricción.
- g) Fitotoxicidad: No es fitotóxico si se aplica de acuerdo a las instrucciones del panfleto.

4. Marco Referencial

4.1. Descripción de las condiciones de campo

4.1.1. Lugar de realización de la investigación

Para evaluar diferentes acaricidas para el control de la araña roja *T. urticae* en el cultivo de banano *M. x paradisiaca*, se estableció un ensayo a nivel de campo en la finca Nueva Esmeralda que es propiedad de la empresa PLANTACIONES NAHUALATE S.A.

4.1.2. Localización

La finca Nueva Esmeralda se localiza en el parcelamiento San Mauricio en el municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez a 14°14'08" de latitud norte y 91°27'20" longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, se sitúa a una altura de 25 metros sobre el nivel del mar.

4.1.3. Clima

Según González (1998), de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge, la finca Nueva Esmeralda, se encuentra ubicada en una zona de vida muy húmeda subtropical cálida. El promedio de temperatura es el siguiente: Máxima 33.3 °C., Mínima 21.05 °C y media anual de 28.17 °C Se tienen vientos de 10 km/hora, con dirección dominante del suroccidente al noroccidente.

4.2. Descripción del manejo de la variedad de banano *M. x paradisiaca*

4.2.1. Fertilización

La fertilización del cultivo de banano en finca Nueva Esmeralda, se lleva a cabo por medio de las recomendaciones técnicas de fertilización en base a un análisis de suelos y foliar que realiza la empresa NORDIC, quienes son los asesores de la empresa PLANTACIONES NAHUALATE S.A. proveedores de algunos productos de nutrición.

Las fertilizaciones iniciaron tres semanas después de la siembra para que la planta ya tuviera sistema radicular más desarrollado para que se quemara la planta por el fertilizante.

En la tabla cuatro se observa los tipos de fertilizantes que se utilizaron en las primeras 19 semanas de la plantilla y que tuviera buen desarrollo vegetativo porque la planta dura 20 semanas para emitir la pocha y dos semanas en que se defina esta por esta razón aplicaron ese plan de fertilización para que hubiera una buena producción de racimos y de manos, después de ese programa se quedaron realizando aplicaciones con formula de 19.45-4.32-19.45-8.64S C/NITRO XTEND a cada 2.5 semanas en dosis de 2 sacos por hectárea que tienen 50 kilos y a cada 3 meses se aplica MOP

GRA 60K que es una fórmula que contiene 60% de potasio, estas fertilizaciones se aplican al boleó, también se realizan aplicaciones de foliares estas la realizan con la avioneta.

Tabla 4. Programa de fertilizaciones de la Finca Nueva Esmeralda.

No. de aplicaciones	Semana	Producto	Gr/ Planta	QQ/Ha 2000 plantas	QQ/Ha 1800 plantas	QQ/Ha 1600 plantas
1	22	Sulfato de Amonio	55	2.37	2.14	1.90
2	23	Sulfato de Amonio	55	2.37	2.14	1.90
3	24	Urea	50	2.16	1.94	1.37
4	25	MOP	60	2.59	2.33	2.07
5	26	Tripe 15	60	2.59	2.33	2.07
6	27	Urea 45% N	55	2.37	2.14	1.90
7	28	MOP	60	2.59	2.33	2.07
8	29	Sulfato de Amonio	75	3.24	2.91	2.59
9	30	MOP	60	2.59	2.33	2.07
10	31	Urea 45% N	75	3.24	2.91	2.59
11	32	MOP	60	2.59	2.33	2.07
12	33	Sulfato de Amonio	75	3.24	2.91	2.59
13	34	MOP	60	2.59	2.33	2.07
14	35	Urea45% N	75	3.24	2.91	2.59
15	36	MOP	60	2.59	2.33	2.07
16	37	Sulfato de Amonio	75	3.24	2.91	2.59
17	38	MOP	65	2.80	2.52	2.24
18	39	Urea45% N	75	3.24	2.91	2.59
19	40	MOP	70	3.02	2.72	2.49

4.2.2. Control de malezas

El control de malezas en Finca Nueva Esmeralda en el cultivo de banano *M. x paradisiaca* se realiza a cada cuatro semanas en plantaciones de 15 semanas en adelante, en lugares recién cosechados no se cumple este intervalo porque la emergencia de la maleza es mayor porque la planta emite poca sombra y eso ayuda a que la maleza se desarrolle más rápidamente, la planta de banano *M. x paradisiaca* de 15 semanas produce sombra la que ayuda a controlar las malezas.

El control que se realiza en la finca es de forma química y manual.

- a) Control de forma química.

Para el control de forma química se utiliza el herbicida forastero Glifosato Es un herbicida sistémico que controla las malezas anuales y perennes. Este se aplica a razón de 1.5 L/tonel de 200 L de agua el cual cubre un área de dos hectáreas. Las malezas bajo esta aplicación están muy bien controladas.

b) Control de malezas de forma manual.

Las malezas que se controlan de forma manual son cuando estas alcanzan 0.30 m de altura que no se pueden controlar de forma

4.2.3. Podas

En finca Nueva Esmeralda la poda se realiza a cada cuatro semanas que es también el cierre del ciclo y regresa a iniciar donde comenzó. La persona a cargo de la poda se guía conforme las instrucciones de marca que deja la persona encargada de pasar marcando con cal antes el hijo adecuado a dejar. El marcador debe seleccionar solo hijos tratando de no dejar hermanos, tampoco plantas que desubiquen los surcos. Ni aquellas que se encierren y se junten con otras. Para mantener una densidad en la R1 1800 plantas/Ha y en la R2 1600 plantas/Ha.

Según Estrada (2016), en el cultivo del banano la poda es la técnica de seleccionar en cada unidad de producción el hijo o vástago con buena ubicación respecto al claro y a la carrera que tendrán los hijos de las matas vecinas, eliminando los hijos restantes. La filosofía del deshije es mantener la secuencia ideal: madre, hijo y nieto en cada unidad de producción para lograr los objetivos siguientes:

Producción máxima 4500 cajas por hectárea por año garantizada para un mejor retorno en la plantación. Fruta de calidad con buen peso para obtener alta conversión de cajas por racimo.

4.2.4. Resiembra

En finca Nueva Esmeralda se realizan resiembras o ajustes de población para aprovechar la totalidad del área y mantener una densidad normal por hectárea. Estos espacios se forman por diferentes causas: matas que se caen por el peso de racimo, Moko, mal deshije, etc. Se recomienda colocar los hijos de caballo porque estos ahorran tiempo para la producción, a pesar que los primeros dos días se pueden

estresar por la manipulación de estos pero esto se recuperan rápidamente ya que el programa de fertilización ayuda a que se nutran rápidamente y salgan de ese estrés.

En la siguiente figura observan los hijos que se resembraron en la finca.



Figura 8. Resiembra o ajuste de población en la finca Nueva Esmeralda.
Fuente: Ramazzini (2017).

En la figura ocho se observa las diferentes altura que tiene los hijos de caballo, en el inciso A) es un hijo de caballo que se sembró grande el cual dio un excelente resultado, ahorrando tiempo para llegar a la producción fin primordial para una plantación de banano, en la figura se muestra que el hijo lleva tres semanas de haberse sembrado, en el inciso B) se observa otro hijo el cual fue sembrado en el mismo tiempo pero este se sembró de menor tamaño el cual tiene un buen desarrollo, en el inciso C) se observa un hijo de caballo el cual es de menor tamaño este es así porque tenía 0.15 m cuando se sembró y se desarrolló sin ningún problema.

4.3. Investigaciones sobre evaluaciones de los productos que se evalúan

4.3.1. Biología del ácaro de dos manchas *T. urticae* Koch. (acari: Tetranychadae) en el laboratorio en Chapingo, Estado de México.

Duración del ciclo biológico

Según García y Olivas (2017), el periodo conocido como ciclo biológico comprende el lapso de tiempo transcurrido desde la etapa de huevecillo, hasta la primera ovoposición de la hembra. La duración media total del ciclo fue de 12.24 días, como mínimo 10.77 días y como máximo 13.18 días (Tabla 5). Por su ciclo de vida corto, *T. urticae* es considerada como una especie multivoltina.

Tabla 5. Ciclo biológico de *T. urticae* Koch a 26 °C y 40 % de H. R. en Chapingo, México, 2017.

Ciclo biológico en días			
Etapas de desarrollo	Min.	Máx.	Media
Huevo	4.23	4.71	4.57
Larva	2.1	2.98	2.64
Protoninfa	1.32	1.76	1.59
Deutoninfa	2.41	2.8	2.64
Preoviposición	0.71	0.93	0.8
Promedio total	10.77	13.18	12.24

Fuente: García y Olivas (2017).

4.3.2. Evaluación de ácaro depredador *Neoseiulus californicus* y malezas, para el control de araña roja *Tetranychus spp* en banano *M. sapientum* Finca Santa Irene. Santo Domingo Suchitepéquez.

Según Estrada (2017), considerando que la producción de banano *M. sapientum* en Finca Santa Irene se realizó bajo estándares de certificación Rainforest Alliance y Global Gap, estas exigencias de trabajo obligaron a utilizar estrategias y productos químicos de baja toxicidad y amigables al ambiente; puede mencionarse al azufre que se ha usado en el pasado, como las estrategias del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que se han venido impulsando por medio de parasitoides y depredadores; para esta investigación se utilizó el acaro depredador de la araña roja *Neoseiulus californicus* en donde la plaga en condiciones de la finca Santa Irene que en promedio hay 4 arañas rojas por pulgada cuadrada.

Los métodos biológicos a evaluar fueron nueve tratamientos, los cuales se combinaron en un arreglo bifactorial con tres niveles de malezas y tres densidades de acaro depredador *N. californicus* para determinar qué nivel de estos interactuando entre sí, es el mejor para controlar la araña roja *T. urticae* por pulgada cuadrada (0.000645 m²) en el cultivo de banano *M. sapientum*. El diseño implementado fue completamente al azar con sus respectivos análisis de varianza y pruebas de medias. El tratamiento (6) 50% de malezas y una densidad de 5000

ácaros depredadores por ha fue el mejor, porque disminuyó 2.33 arañas rojas por pulgada cuadrada.

Entre los factores climáticos temperatura y humedad relativa, el que afectó la reproducción de arañas rojas fue la humedad relativa estando 35% arriba de lo ideal para la plaga.

III. OBJETIVOS

General:

Evaluar acaricidas para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* en el cultivo de banano *M. x paradisiaca* en finca Nueva Esmeralda, Santo Domingo, Suchitepéquez.

Específicos:

- a) Evaluar siete acaricidas para el control de la población de *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*.
- b) Evaluar la producción de campo de cada tratamiento aplicado.
- c) Evaluar el peso en kg/ha del fruto de banano *M x paradisiaca* de los tratamientos en estudio en la finca.
- d) Realizar un análisis económico a cada tratamiento aplicado del cultivo de *M. x paradisiaca*.

IV. HIPÓTESIS

Ho₁: Los siete acaricidas en estudio tendrán el mismo efecto sobre la variable población de *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*.

Ha₁: Al menos uno de los siete acaricidas en estudio tendrá un efecto diferente sobre la variable población de *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*.

Ho₂: Todas las producciones de cada tratamiento tendrán el mismo efecto sobre la población de *T. urticae*.

Ha₂: Al menos una de las producciones de cada tratamiento tendrán un efecto diferente sobre la población de *T. urticae*.

Ho₃: Todos los pesos del fruto de *M. x paradisiaca* tendrá el mismo efecto sobre la variable kg/ha de los tratamientos en estudio en la finca Nueva Esmeralda.

Ha₃: Al menos un peso del fruto de *M. x paradisiaca* tendrá un efecto diferente sobre la variable kg/ha de los tratamientos en estudio en la finca Nueva Esmeralda

V. MATERIALES Y METODOS

1. Material experimental

- 0.91 cm de nylon color rojo, amarillo, rozado verde, corinto, celeste, café y morado
- Un galón de combustible (3.78 lts)
- Un litro de *Tretazina-Clofentezina* (Acaristop)
- Un litro de SULTRON, Azufre
- Un litro de ACT Botánico, Extracto de árbol de *Nim Azadirachta indica*
- Un litro de Canelys, extracto de canela *Cinnamomum zeylanicum*
- 100 ml (cuatro medidas Bayer)
- Un tonel plástico de 200 L de agua
- Dos rodos para transporte
- Libreta de campo
- Tres Lapiceros y lápices
- Una cinta métrica
- Una regla de 30cms
- Una tijera
- Un marcador rojo y azul permanentes
- Nylon adhesivo
- Una calculadora.
- Una moto
- Una cámara fotográfica
- Un escritorio.
- Una computadora.
- Una impresora.
- Un machete.
- Una lima
- Una cuchilla
- Una bomba de aspersion de motor, presión 142 PSI, capacidad 20 L.
- Una probeta graduada de 10cc
- Una cubeta de cinco litros
- Una lupa (10-15x de aumento)

- Guantes de hule
- Mascarilla

2. Diseño experimental

2.1. Diseño en bloques al azar

Para el estudio se utilizó el diseño bloques al azar (DBA) con nueve tratamientos y tres repeticiones para un total de 27 unidades experimentales, se empleó este diseño para contrarrestar la gradiente del suelo, debido a que estas no tiene alturas homogéneas, las demás condiciones como riego, fertilización, suelo, clima, variedad, edad de la plantación y aplicaciones aéreas en general si son homogéneas.

2.2. Modelo estadístico

El modelo matemático del diseño del experimento bloques completamente al Azar será de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta obtenida en la ij-ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general del experimento.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del J-esimo bloque.

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

i = 1,2,3...9 tratamientos

j = 1,2,3 repeticiones

2.3. Tratamientos, testigo y repeticiones

Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en los diferentes bloques, teniendo como único factor evaluar diferentes productos de acaricidas para el control de ácaros, como se muestra en la tabla seis.

Tabla 6. Tratamientos utilizados en el control de ácaros *T. urticae* en el *M. x paradisiaca* banano.

Tratamientos	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Color de cinta de nylon
T1	<i>Clofentezina + Abemectin</i>	Acaristop + NewMectin	Red
T2	<i>Azufre</i>	SULTRON	Blue
T3	<i>Paenibacillus popilliae</i> <i>Bacillus thuringiensis</i>	BIO BTBP	Yellow
T4	<i>Clofentezina</i>	Acaristop	Green
T5	<i>Abemectin</i>	NewMectin	Olive Green
T6	Testigo absoluto	Sin aplicación	Dark Blue
T7	Extracto de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canelys	Light Green
T8	Extracto de árbol de Nim <i>Azadirachta indica</i>	ACT Botánico	Purple
T9	<i>Metarhizium Anisopliae,</i> <i>Beauveria Bassiana</i> <i>Lecanicillium Lecani</i> <i>Bacillus thuringensis</i>	METAVERIA PLUS	Dark Green

Se utilizó testigo absoluto (tratamiento seis) y testigo relativo (tratamiento cuatro), al testigo absoluto (tratamiento seis) no se le realizó ninguna aplicación de productos para el control de ácaros, al testigo relativo (tratamiento cuatro), se le aplicó *Tretazina-Clofentezina* (*Acaristop*) para el control de ácaros.

2.4. Croquis de campo y aleatorización

En la figura nueve se observa el croquis de campo, la distribución de los tratamientos y las repeticiones. El área del experimento fue 6,014.25 m², el área de bloques fue de 2,004.75m² y el área de la parcela bruta fue de 74.25 m².

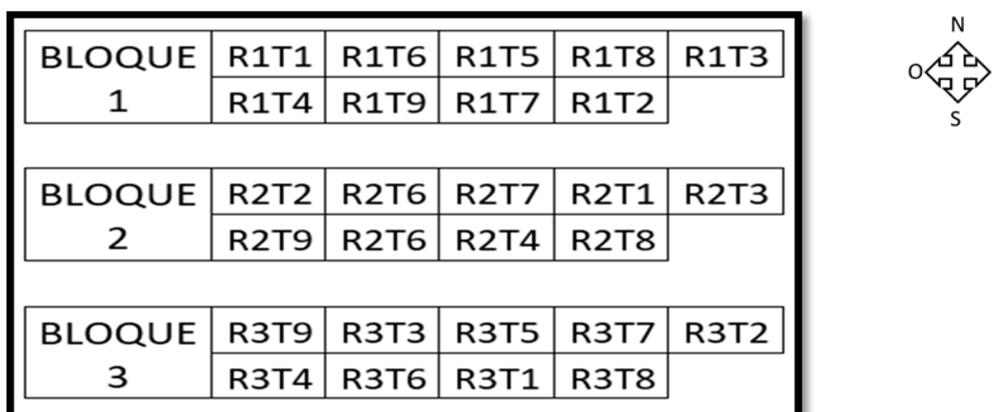


Figura 9. Croquis de la distribución de los tratamientos en el campo.

2.5. Unidad Experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por 12 plantas como parcela bruta y una parcela neta de dos plantas. Las dimensiones de cada unidad experimental tuvieron un ancho de 8.25 m y un largo de 9 m, con un área de 74.25 m. Cada tratamiento fue aplicado a las 12 plantas de la parcela. La medición de resultados se tomó de las plantas de la parcela neta como se observa en la figura diez.

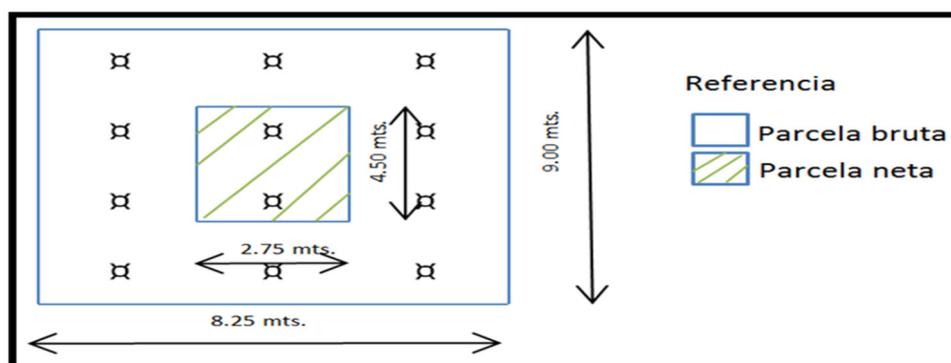


Figura 10. Dimensiones de la unidad experimental.

2.6. Recolección de datos

Se realizó únicamente en las dos plantas de la parcela neta, en la hoja cuatro (ver figura 11) de cada planta, el primer muestreo se realizó antes de aplicación de los tratamientos

para conocer la población inicial de araña roja *T. urticae*, para monitorear la araña incluyendo estados ninfales y adultos se realizó con lupa 10x, la cual sirve para hacer el conteo. Se realizaron muestreos para calcular por diferencia la cantidad de individuos que se controlaron por los tratamientos.

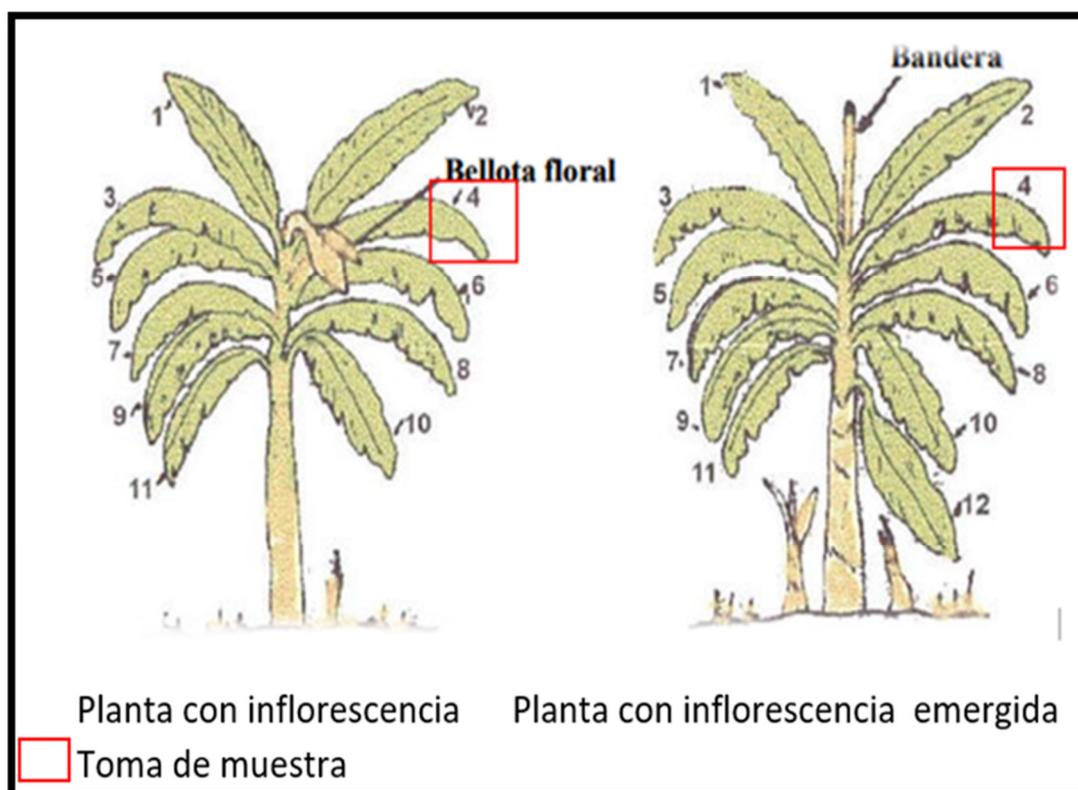


Figura 11. Conteo de las hojas de una planta de *M. x paradisiaca* banano con flor emergida y una sin flor emergida.

Fuente: Álvarez, E. (2018).

En la figura 11, lado derecho de la imagen se observa la forma que se realizan los conteos de las hojas para realizar el muestreo de ácaros, en la planta sin flor emergida se observa que la hoja uno es la que está después de la hoja bandera y hoja bandera pasa a ser la uno cuando está completamente abierta y ya hay una nueva hoja bandera, cuando ya emergió la flor ya no salen nuevas hojas.

2.7. Variables de respuesta

Las variables evaluadas en esta investigación fueron conforme a los objetivos planteados, para el primero objetivo el cual se menciona a continuación.

Evaluar siete acaricidas para el control de la plaga de araña roja *T. urticae* en el cultivo de banano *M. x paradisiaca*. Para este objetivo se tiene la variable de ácaros de araña roja *T. urticae* por pulgada cuadrada controlada por parcela neta, para determinar esta variable se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Ac iniciales} - \text{Ac finales} = \text{Ac muertos}$$

Ac iniciales= Ácaros iniciales, estos son los del primer muestreo

Ac finales= Ácaros finales, estos son la sumatoria de los ácaros muertos por cada muestreo.

Se tuvieron datos de ácaros iniciales como se muestra en la fórmula, ácaros finales dando como resultados ácaros muertos como se puede observar en los Tablas 21, 22 y 23 (ver en anexos), pero también se tuvieron otras variables de respuesta del experimento las cuales se mencionan la variable de kilogramos por parcela neta se tomó el día de la cosecha, también se tomaron otras variables como temperatura y humedad relativa las cuales se tomaron por estación meteorológica de la finca.

2.8. Análisis de información

El análisis de la variable araña roja *T. urticae* por pulgada cuadrada controlada por planta, se llevó a cabo mediante el análisis de COVARIANZA, para un diseño bloques al azar, kilogramos por parcela neta, se llevó a cabo mediante el análisis de varianza (ANDEVA), para un diseño bloques al azar.

Para realizar el análisis de COVARIANZA, para la variable araña roja *T. urticae* por pulgada cuadrada controladas por planta, los valores originales fueron transformados mediante la fórmula $\sqrt{x+0.5}$, donde "X" correspondió al valor de la variable observada en el campo. Esto debido a que los datos que se obtuvieron de estas variables no son

continuos, por lo que se realizó esta transformación para que estos datos tuvieran una distribución normal, las variables kilogramos por parcela se distribuyen normalmente por esa razón no se transformaron.

Se realizó una prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia ya que en el análisis de VARIANZA, para la variable de ácaros de araña roja *T. urticae* por pulgada cuadrada si hubo significancia.

3. Metodología

3.1. Evaluar siete acaricidas para el control de la población de araña roja *T. urticae* en el cultivo de *M. x paradisiaca*.

La finca Nueva Esmeralda se dividen en dos sectores: el anexo que cuenta con 40 Ha y el casco de la finca cuenta con 80 Ha, teniendo un área total de 120 Ha.

El muestreo aleatorio se realizó dentro de las 80 Ha donde se identificó el área potencial para la evaluación de la población de ácaros para la realización del experimento.

Posteriormente se colocó nylon para la identificación de los tratamientos y poder aplicar los acaricidas según la dosis por tratamiento (ver cuadro siete).



Figura 12. Identificación de los tratamientos del experimento en el cultivo de *M. x paradisiaca* banano.

En la figura 12, se observa la identificación de los tratamientos del experimento, diferenciando la parcela neta y la parcela bruta con colores diferentes de nylon.

Luego se utilizó una asperjadora de motor con capacidad de 600 cc, para la aplicación los productos de acaricidas utilizados en cada tratamiento ver figura 13.

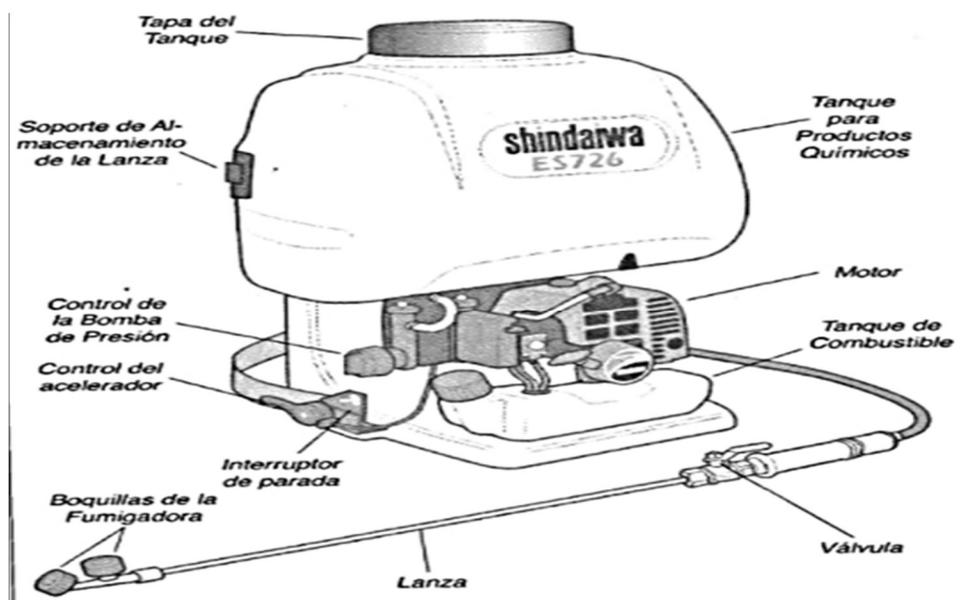


Figura 13. Partes de una fumigadora tipo espada de motor
Fuente: SHINDAIWA, (2013)

La dosificación que se utilizó en el experimento se encuentra detallado en la siguiente tabla:

Tabla 7. Dosis utilizada para los tratamientos en el experimento de *M. x paradisiaca* banano.

Tratamiento	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis por ha	Dosis de cc/lit de mezcla
T2	Azufre	SULTRON	2lt	20
T5	Abemectin	NewMectin	100cc	1
T4	Clofentezina	Acaristop	100cc	1
T8	Extracto de árbol de Nim <i>Azadirachta indica</i>	ACT Botánico	1lt	10
T7	Extracto de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canelys	2lt	20
T3	<i>Paenibacillus popilliae</i> <i>Bacillus thuringiensis</i>	BIO BTBP	2lt	20
T9	<i>Metarhizium Anisopliae</i> , <i>Beauveria Bassiana</i> <i>Lecanicillium Lecani</i> <i>Bacillus thuringiensis</i>	METAVERIA PLUS	2kg	20gr

Se observan los siete productos que se utilizaron para la evaluación en el control de los ácaros en el cultivo de banano en la finca Nueva Esmeralda, el tratamiento uno no se observa en la tabla debido a que es una mezcla de productos acaricidas *Clofentezina* más *Abemectin*, y el tratamiento seis, que es el testigo absoluto.

Los siete productos utilizados en la investigación se calcularon en base a las dosis por hectárea. Después de cada aplicación, se realizó el primer muestreo a los ocho días después de la aplicación, el segundo, tercer y cuarto muestreo se realizaron a cada 15 días, con la finalidad de determinar si los acaricidas reducían la población de araña roja *T. urticae*, estos muestreos duraron un tiempo de 53 días.

3.2. Evaluar la eficiencia de los acaricidas para el control de araña roja *T. urticae*.

Se tomó muestras en plantas con infestación de *T. urticae* y se trasladaron a condiciones controladas semejantes a las del lugar. Las muestras colocadas en cajas de Petri, debían contener por lo menos cuatro ácaros por pulgada cuadrada, como mínimo.

Se preparó una solución de 0.5 L de cada tratamiento y se aplicó con atomizador a cada caja Petri, se dejaron en observación durante 30 días. Para esta evaluación se realizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento.

En la siguiente figura se observa las cajas petri que contienen las muestras de una pulgada cuadrada de las hojas de banano *M. x paradisiaca* que contiene cuatro ácaros *T. urticae*.

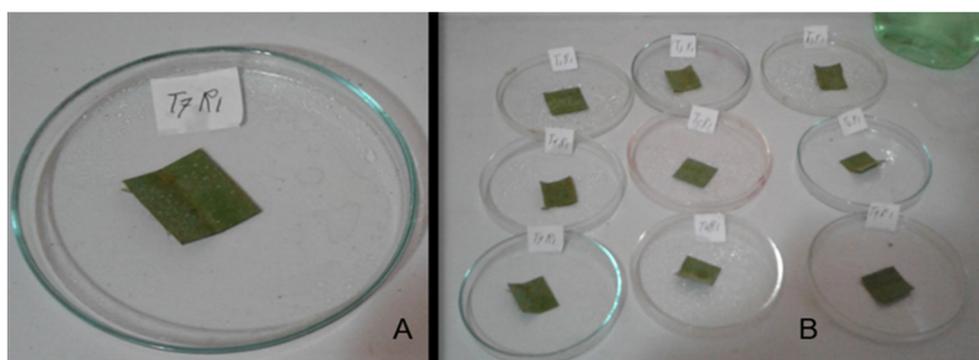


Figura 14. Muestras para la evaluación de eficiencia de los acaricidas.

3.3. Evaluar el peso en kg/ha del fruto *M. x paradisiaca* de los tratamientos en la finca Nueva Esmeralda.

Normalmente se cosecha la fruta de 13 semanas de edad y se calibra la de 11 y 12 semanas; sin embargo, no necesariamente tiene que ser así, la calibración anticipada indica con seguridad el criterio de cosecha, considerando por otra parte la temporada lluviosa o seca.

El procedimiento para controlar el “grado” de la fruta, se consigue con el calibrado, practicándose en la segunda mano de arriba hacia abajo, en los dedos del centro. El

grado de cosecha va a depender exclusivamente de las especificaciones del mercado y de la compañía comercializadora.

Es importante indicar que algunas investigaciones mencionan que por cada grado que se incrementa en la fruta, el peso aumenta 1,71 Kg. Promedio (Gran Enano), dependiendo de la variedad, de tal forma que tiene significativa importancia si se cosecha sin calibrar.

Al momento del corte, todo racimo fue “calibrado” no “calculado”, excepto la fruta que va a ser barrida.

3.4. Efectuar un análisis económico para el cultivo de banano

Se determinó la relación beneficio-costo sobre el cultivo de banano, utilizando la siguiente fórmula:

$$RB/C = \frac{\text{Relacion Beneficio}}{\text{Costo}}$$

B= Beneficios.

C= Costos.

También se efectuó la relación de beneficios netos, siendo la sumatoria de los costos fijos y costos variables menos el precio de venta, como lo muestra la siguiente fórmula:

$$Rbn = (Cts F + Cts V) - PV$$

Rbn= Relación beneficio neto.

Cts F= Costo Fijo.

Cts. V= Costo Variable.

P V= Precio de Venta

Teniendo los resultados de la relación beneficio-costo se procedió a obtener el análisis de dominancia, que ayuda a la comparación de menor a mayor los costos utilizados, y posteriormente obtener como producto final la tasa de retorno marginal.

VI. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Se realizó siguiendo el orden de los objetivos la cual se presenta a continuación.

1. Evaluar siete acaricidas para el control de la población de araña roja *T. urticae* en el cultivo de banano *M. x paradisiaca*.

Los datos que se presentan en la tabla 18 (ver anexos), fueron transformados previo al análisis estadístico de varianza, para determinar estadísticamente el mejor tratamiento que presente la menor tasa de crecimiento de ácaros. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Análisis de varianza de ácaros controlados de *T. urticae* araña roja.

Análisis de varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Variable	1	0.037773	0.037773	0.6523	0.563
Tratamientos	8	5.900405	0.737551	12.7367	0.0001*
Bloques	2	0.008702	0.004351	0.0751	0.928
Error	15	0.868614	0.057908		
Total	26	6.815495			
C.V.=17.27%					

De acuerdo al análisis de varianza se observa estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, la variable número de ácaros no existe diferencia significativa, mientras que entre los tratamientos se estableció que sí hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, por lo tanto se aceptó la hipótesis alternativa uno (H_{a1}) y para determinar cuál es el mejor tratamiento en el control de ácaros, se realizó una prueba de medias de Tukey con una significancia del 5% (ver cuadro nueve).

Con respecto al coeficiente de variación, se obtuvo un 17.27% el cual indica que el experimento estuvo bien manejado, ya que estuvo por debajo del 20%.

Tabla 9. Comparación de medias de individuos controlados de *T. urticae* araña roja.

Ingrediente activo	Tratamientos	Medias reales	Medias ajustadas	Medias de ácaros controlados	
<i>Clofentezina + Abemectina</i>	T1	0.873	0.815	3.33	A
<i>Abemectina</i>	T5	0.873	0.896	3	B
<i>Clofentezina</i>	T4	0.873	0.896	3	
<i>Azufre</i>	T2	1.047	1.109	2.33	C
<i>Extracto de árbol de Nim Azadirachta indica</i>	T8	1.58	1.522	2	D
<i>Paenibacillus popilliae Bacillus thuringiensis</i>	T3	1.677	1.739	1.33	E
<i>Metarhizium Anisopliae, Beauveria Bassiana Lecanicillium Lecani</i>	T9	1.677	1.659	1	
<i>extracto de canela Cinnamomum zeylanicum</i>	T7	1.677	1.619	0.67	
Testigo absoluto	T6	2.267	2.289	0	F

De acuerdo a la prueba múltiple de medias de Tukey, en el cuadro nueve se observa que estadísticamente el mejor tratamiento es donde utiliza *Clofentezina + Abemectina* (T1) seguido por la *Abemectina* (T5) y *Clofentezina* (T4) con un control de 3.33 ácaros y 3 ácaros por pulgada cuadrada respectivamente; el tercer grupo está formado por el azufre (T2) que controló un promedio de 2.33 ácaros por pulgada cuadrada; el cuarto grupo está formado por *Azadirachta indica* (T8) el cual controló un promedio de dos ácaros.

La *Clofentezina + Abemectina* (T1), la *Clofentezina* (T4), la *Abemectina* (T5), el azufre (T2) y la *Azadirachta indica* (T8) tiene un promedio menor o igual a un ácaro vivo por pulgada cuadrada ya que al inicio de la investigación presentaron de tres a cuatro ácaros vivos por pulgada cuadrada, comparado con el umbral económico que es de dos ácaros por pulgada cuadrada.

La mezcla de *Clofentezina + Abemectina* (T1), esta mezcla contiene dos ingredientes activos los cuales controlan los ácaros diferente modo acción y mecanismo de acción.

Según ADAMA (1997) menciona que el modo de acción de la *Clofentezina* es que actúa por contacto contra huevos y estadíos jóvenes y el mecanismo de acción es

que afecta directamente la reproducción, ya que inhibe la síntesis de quitina e interfiere en la formación de las estructuras respiratorias del embrión.

La quitina es un carbohidrato que forma el exoesqueleto de los ácaros dándoles todo el soporte, al inhibir este carbohidrato el insecto comienza a perder el soporte principal ya que el exoesqueleto le sirve de protección a los órganos y de movilidad a los ácaros y al no producirse quitina estos mueren.

Según Lan (2013) menciona que el modo de acción de la *Abemectina* es por ingestión y por contacto directo presentando un movimiento traslaminar, debido a que el ácaro tiene un aparato bucal chupador-raspador, permite a que ingiera el producto al estómago provocando el control directo de la plaga de araña roja *T. urticae*, y a la vez bloquea la transmisión de la actividad eléctrica en nervios y músculos como mecanismo de acción. La *Abemectina* inhibe la locomoción del ácaro, provocando daños neuromotores, parálisis de los ácaros, provocando a que estos ya no tengan movilidad y ya no se pueda alimentar y posteriormente mueran.

Los tratamientos donde se aplicó *Clofentezina* (T4) y la *Abemectina* (T5) tienen controles similares en el número de ácaros con el tratamiento uno, donde se realizó la mezcla de *Clofentezina* + *Abemectina* (T1) controlando 3.33 ácaros por pulgada cuadrada, por lo tanto se puede interpretar que al utilizar los productos por separados se puede controlar 3 ácaros por pulgada cuadrada y esto permite la rotación de los productos. Por otro lado al aplicar la mezcla (T1) este puede ocasionar que se sobre-dosifique y aumente la residualidad sobre el fruto y la planta, por lo tanto no se recomienda aplicar la mezcla de los dos productos aunque haya presentado el mejor control de ácaros.

El azufre (T₂) tiene modo de acción de un fungicida-acaricida de origen orgánico que actúa por contacto y un mecanismo de acción; este se debe a la lenta oxidación de los derivados del azufre en presencia de aire húmedo: SO₂ y SO₃H₂ y pequeñas cantidades de anhídrido y ácido sulfúricos, polisulfuros y ácidos politiónicos. Parece estar ligada a su actividad sobre los fenómenos respiratorios de las plaga de araña roja *T. urticae*.

También es importante mencionar que la temperatura y la humedad, son factores muy importantes para la utilización de este producto, aplicar a temperaturas menores de 28°C, debido a que si se aplica a mayor temperatura, el azufre podría quemar la planta. También se recomienda no utilizar con elevada humedad.

Para conocer mejor el uso del azufre se pueden evaluar diferentes dosis y en esta investigación fue de 2 L/Ha ya que los resultados estuvieron por debajo de la media en el control de la plaga.

2. Evaluación de la producción de campo de cada tratamiento aplicado.

En la tabla 10 se tiene el cálculo de los ácaros controlados por los tratamientos y sus repeticiones los cuales se calcularon por diferencia matemática.

Tabla 10. Ácaros muertos en condiciones controladas.

Tratamientos	Repeticiones				Media
	RI	RII	RIII	RIV	
T1	4	4	4	4	4
T2	4	4	4	4	4
T3	3	2	2	3	2.5
T4	4	4	4	4	4
T5	4	4	4	4	4
T6	0	0	0	0	0
T7	3	2	2	2	2.25
T8	4	3	3	4	3.5
T9	3	3	3	2	2.75

A continuación se observa la figura 15 en la cual se muestra la eficiencia de los acaricidas.

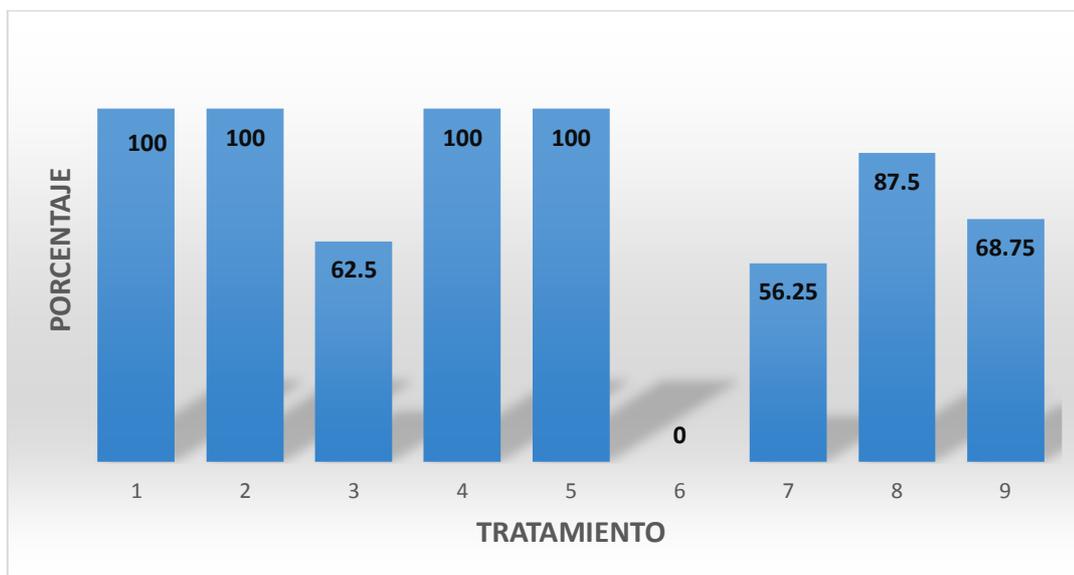


Figura 15. Eficiencia de los acaricidas en condiciones controladas.

En la figura 15 se observa que los tratamientos donde se aplicó *Clofentezina* + *Abemectina* (T1), azufre (T2), *Clofentezina* (T4), y *Abemectin* (T5) son los que tienen el 100% de eficiencia, el tratamiento ocho donde se aplicó el extracto de árbol de *Nim Azadirachta indica* obtuvo un 88% de eficiencia, el tratamiento nueve aplicando *Metarhizium Anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Lecanicillium Lecani* se tuvo un 69% de eficiencia; el tratamiento tres tuvo una eficiencia de 63% donde se aplicó *Paenibacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis*; el tratamiento siete tuvo una eficiencia del 56% al cual se le aplicó extracto de canela *Cinnamomum zeylanicum* y por último el tratamiento seis se tuvo cero por ciento de eficiencia pero es porque no se aplicó ningún producto.

Según la Global Gat el producto por ser de origen mineral y menos tóxico para el medio ambiente que se puede usar con más frecuencia sería el azufre.

Las diferencias que se puede tener entre el control en campo donde no existe ningún manejo agronómico y en condiciones donde se puede manejar el riego es que es más directo el control sobre la plaga, además que los factores climáticos se pueden manejar sin ningún problema.

3. Evaluar el peso kg/ha del fruto *M. x paradisiaca* banano de los tratamientos en estudio en la finca Nueva Esmeralda.



Figura 16. A) Racimo cosechado del área en estudio, B) Racimo perfilado y pesado.

En la figura 16, A) se puede observar la forma que se cosecha y se transporta los racimos, B) se observa los racimos que ya fueron perfilados el que puede tener un peso de 28 kg hasta 45 kg y se evaluó la calidad de la fruta que no contenga rose de pita, punta de dedo, corte de machete y que no estuviera rayada la fruta por fricción.

En la tabla 11 se observa el peso del fruto de banano de cada tratamiento en estudio.

Tabla 11. Peso del fruto de *M. x paradisiaca* banano en kilogramos de las unidades experimentales en estudio.

Tratamiento	RI	RII	RIII	TOTAL KG
T1	78.82	77.29	77.95	234.06
T2	78.05	77.18	77.68	232.91
T3	71.32	72.23	71.64	215.18
T4	78.36	78.14	77.30	233.80
T5	77.50	78.21	77.55	233.26
T6	64.05	64.68	65.02	193.75
T7	66.32	66.59	66.77	199.68
T8	76.38	76.68	76.84	229.90
T9	70.55	71.09	70.86	212.50

De acuerdo a la información de la tabla 12 se realizó el análisis de varianza ANDEVA para la variable de kg por unidad experimental.

Tabla 12. ANDEVA de la variable de peso del fruto de *M. x paradisiaca* banano en kilogramo.

Análisis de varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	8	669.031250	83.628906	355.3361	0.0001*
Bloques	2	0.067326	0.033663	0.143032	0.948
Error	16	3.765625	0.235352		
Total	26	672.864201			
C V: 13.36 %					

En la tabla 12 con un nivel de significancia del 5% se determinó que sí existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio por lo tanto se aceptó la hipótesis alternativa (H_a) y se procedió a realizar una prueba múltiple de media de Tukey al 5% para determinar qué tratamiento es el mejor. El coeficiente de variación fue del 13.36% el cual indica que el experimento estuvo bien manejado, a continuación se presenta la prueba múltiple de medias de Tukey.

Tabla 13. Comparación de medias del peso en kilogramo de fruto *M. x paradisiaca* banano de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Producto	Media en kg	
T1	<i>Clofentezina + Abemectin</i>	78.02	A
T4	<i>Clofentezina</i>	77.93	
T5	<i>Abemectin</i>	77.75	
T2	<i>Azufre</i>	77.64	
T8	Extracto de árbol de Nim <i>Azadirachta indica</i>	72.23	B
T3	<i>Metarhizium Anisopliae</i> , <i>Beauveria Bassiana</i> <i>Lecanicillium Lecani</i> <i>Bacillus thuringensis</i>	71.73	
T9	<i>Metarhizium Anisopliae</i> , <i>Beauveria Bassiana</i> <i>Lecanicillium Lecani</i>	70.83	
T7	Extracto de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	66.56	C
T6	Testigo absoluto	64.58	D

Estadísticamente según la prueba múltiple de media de Tukey con una significancia del 5%, se puede observar en la tabla 13, los mejores tratamientos *Clofentezina + Abemectina* (T1), *Clofentezina* (T4), *Abemectin* (T5) y *Azufre* (T2) con un rendimiento promedio de 78.02 kg, 77.93 kg, 77,75 kg y 77.64 kg respectivamente; seguido por los tratamientos ocho y tres los que tiene un rendimiento promedio de 72.23 kg, para el tratamiento ocho al cual se le aplicó Extracto de árbol de *Nim Azadirachta indica*, 71.73 kg, para el tratamiento tres al cual se le aplicó *Metarhizium Anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Lecanicillium Lecani* *Bacillus thuringensis*.

Las certificaciones exigen productos que contengan baja toxicidad y que sean amigable con el medio ambiente, y así asegurarle a los consumidores productos libre de residuos de productos químicos, por esa razón es que se utilizó los productos químicos como lo son la *Abemectina*, y *Azufre*, ya que contienen baja toxicidad y son aceptados por las

certificadoras ya que una de las mayores características es que son amigables con el medio ambiente y el azufre es de origen mineral y además estadísticamente fue de los mejores tratamientos con un peso de 77.64 Kg.

4. Realizar un análisis económico a cada tratamiento aplicado del cultivo *M. x paradisiaca* banano en la Finca Nueva Esmeralda.

Se presenta la tabla 14 donde se puede observar el costo que se utilizó dentro de la investigación para aplicar los diferentes productos químicos en los diferentes tratamientos para el control de araña roja.

Tabla 14. Costos variables de la aplicación en *M. x paradisiaca* banano por hectáreas.

Tratamiento	Producto	Costo/Ha	Jornales	Total C.V.
T1	<i>Clofentezina + Abemectin</i>	Q 209.00	Q 25.00	Q 234.00
T2	<i>Azufre</i>	Q 130.00	Q 25.00	Q 155.00
T3	<i>Paenibacillus popilliae, Bacillus thuringiensis</i>	Q 120.00	Q 25.00	Q 145.00
T4	<i>Clofentezina</i>	Q 129.00	Q 25.00	Q 154.00
T5	<i>Abemectina</i>	Q 90.00	Q 25.00	Q 115.00
T6	Testigo absoluto	Q 0.00	Q 0.00	Q 0.00
T7	Extracto de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Q 120.00	Q 25.00	Q 145.00
T8	Extracto de árbol de Neem <i>Azadirachta indica</i>	Q 68.00	Q 25.00	Q 93.00
T9	<i>Metarhizium Anisopliae, Beauveria Bassiana, Lecanicillium Lecani, Bacillus thuringiensis</i>	Q 150.00	Q 25.00	Q 175.00

Tabla 15. Beneficios netos de la aplicación en *M. x paradisiaca* banano por hectárea.

Tratamientos	Producto	Media en kg/Ha	Significancia (Tukey 5%)	Rend.	Rend.	Beneficios	Costos	Beneficios
				Correg.	Ajustado	brutos	Variables	netos
T1	-Clofentezina + Abemectin	62416	A	62268.0	52927.8	Q104,108.98	Q234.00	Q103,874.98
T4	Clofentezina	62344		62268.0	52927.8	Q104,108.98	Q154.00	Q103,954.98
T5	Abemectin	62200		62268.0	52927.8	Q104,108.98	Q115.00	Q103,993.98
T2	Azufre	62112		62268.0	52927.8	Q104,108.98	Q155.00	Q103,953.98
T8	Extracto de árbol de Nim <i>Azadirachta indica</i>	57784	B	57277.3	48685.7	Q95,764.77	Q93.00	Q95,671.77
T3	<i>Metarhizium Anisopliae</i> , <i>Beauveria Bassiana</i> , <i>Lecanicillium Lecani</i> , <i>Bacillus thuringensis</i>	57384		57277.3	48685.7	Q95,764.77	Q145.00	Q95,619.77
T9	<i>Metarhizium Anisopliae</i> , <i>Beauveria Bassiana</i> , <i>Lecanicillium Lecani</i>	56664		57277.3	48685.7	Q95,764.77	Q175.00	Q95,589.77
T7	extracto de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	53248	C	53248.0	45260.8	Q89,027.99	Q145.00	Q88,882.99
T6	sin aplicación	51664	D	51664.0	43914.4	Q86,379.62	Q0.00	Q86,379.62

Tabla 16. Análisis de dominancia de la aplicación en *M. x paradisiaca* banano.

Tratamientos	Producto	Costos	Beneficios	Decisión
		Variables	Netos	
T6	Sin aplicación	0	86379.62	No dominado
T8	<i>Extracto de árbol de Nim Azadirachta indica</i>	93	95671.77	No dominado
T5	<i>Abemectina</i>	115	103993.98	No dominado
T3	<i>Metarhizium Anisopliae, Beauveria Bassiana, Lecanicillium Lecani, Bacillus thuringensis</i>	145	95619.77	Dominado
T7	<i>extracto de canela Cinnamomum zeylanicum</i>	145	88882.99	Dominado
T4	<i>Clofentezina</i>	154	103954.98	Dominado
T2	<i>Azufre</i>	155	103953.98	Dominado
T9	<i>Metarhizium Anisopliae, Beauveria Bassiana, Lecanicillium Lecani</i>	175	95589.77	Dominado
T1	<i>Clofentezina + Abemectin</i>	234	103874.98	Dominado

Con los tratamientos no dominados del resultado del Análisis de Dominancia, organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal, como se muestra en el cuadro 17.

Luego del resultado obtenido específicamente a los No Dominados, se trabajó la tasa de retorno marginal (TRM) y la tasa mínima de retorno (TAMIR), como se muestra en el cuadro 17.

Tabla 17. Tasa de retorno marginal (TRM) de la aplicación en *M. x paradisiaca* banano para los tratamientos con resultado No Dominado.

Tratamientos	Producto	Costos	Beneficios	Δ C.V.	Δ B.N.	TRM
		Variables	netos			
T6	Sin aplicación	Q0.00	Q86,379.62	-----	-----	-----
T8	<i>Extracto de árbol de Nim Azadirachta indica</i>	Q93.00	Q95,671.77	Q93.00	Q9,292.15	9992%
T5	<i>Abemectin</i>	Q115.00	Q103,993.98	Q22.00	Q8,322.21	37828%

El análisis de dominancia permite al productor usar mejor la tecnología, ordenándolas de menor a mayor, en base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cueste más que el anterior pero rinda un menor beneficio neto se dice que es "dominada" y es excluida del análisis.

En la tabla 17, luego de haber calculado el análisis de dominancia se calculó la Tasa de Retorno Marginal, específicamente los que dieron como resultado No Dominados en el cuadro 16, posteriormente se calculó la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR), que no es más que una indicación de lo que el productor puede esperar recibir, en promedio, al cambiar de tecnología para eso se utilizó la tasa de interés de la comunidad que es del 16%, lo cual al sumarle el 40% del retorno mínimo exigido a la agricultura, se obtiene un TAMIR de 56%.

La selección del tratamiento más rentable: el tratamiento más rentable es el T₅ debido a que cumple la condición, $TMR \geq TAMIR$, y es el más recomendable para los agricultores.

Posteriormente para conocer la relación de beneficio-costos se describe detalladamente los costos de labores que se llevaron a cabo durante la producción de *M. paradisiaca* dentro del tiempo de la investigación, siendo este un total de Q 43,775.46, donde incluye insumos, horas trabajadas, el costo por hectárea (Ha) de cada actividad realizada, como lo muestra la tabla 22 (ver anexos),

De acuerdo al costo total por hectárea de los 43,775.46 este se divide dentro de las 2000 cajas producidas por hectárea dando como resultado Q21.88 por caja esto equivalente al cambio del dólar que dan 3 dólares la caja producida por hectárea y para conocer el beneficio el precio de venta de la caja producida en finca Esmeralda es de 6 dólares, por lo tanto para conocer la relación beneficio-costos se aplicó la siguiente fórmula, teniendo como costo \$ 3.00 y el beneficio de \$ 6.00:

$$\text{Relación } b/c = \frac{\$6}{\$3} = \$2$$

Como se puede observar el costo que se tuvo en esta investigación es de \$ 3.00 y el beneficio de acuerdo a la venta de la caja producida de banano es de \$ 6.00, aplicando la formula se tuvo una relación de b/c de \$ 2.00, esto quiere decir que el beneficio están por encima de los costos, indicando que por cada dólar que se invierte se obtendría \$ 2.00, obteniendo así el 100% de las ganancias.

Luego se aplicó la relación costo-beneficio, conociendo los valores con anterioridad se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Relación } c/b = \frac{\$3}{\$6} = \$0.5$$

El resultado de la relación del costo-beneficio se obtuvo \$0.5 e indica el costo por una unidad producida dando a entender del total de las ganancias se encuentra el gasto del 50%.

VII. CONCLUSIONES

1. En la evaluación de los acaricidas el mejor tratamiento fue el de la mezcla *Clofentezina + Abemectina* (T₁), logrando controlar 3.33 ácaros *T. urticae* por pulgada cuadrada, pero los segundos mejores tratamientos que fueron *Clofentezina* (T₄) y *Abemectina* (T₅) lograron controlar 3 ácaros por pulgada cuadrada, esto se puede interpretar en el campo que hacen mejor efecto a largo plazo e inclusive se puede rotar para evitar la resistencia de la plaga.
2. En la variable “kilogramo de peso de frutos por parcela neta” los tratamientos que mejor peso tuvieron fueron los tratamientos *Clofentezina + Abemectin* (T₁), *Clofentezina* (T₄), *Abemectina* (T₅) y Azufre (T₂), los cuales presentaron un promedio de rendimiento de 78.02 kg, 77.93 kg, 77.75 kg y 77.64 kg respectivamente, es importante mencionar que los tratamientos que tuvieron mejor control, también fueron los que obtuvieron mejor cosecha.
3. El tratamiento más rentable es *Abemectina* (T₅) ya que este cumple con las condiciones de $TMR \geq TAMIR$ ” y tiene un costo de Q 115 por hectárea con una producción de 77.5 kg por la unidad experimental, siendo unos de los mejores tratamientos en cuanto a control y cosecha.
4. Los tratamientos donde se evaluó la eficiencia de los productos fueron la mezcla de *Clofentezina + Abemectina* (T₁), Azufre (T₂), *Clofentezina* (T₄) y *Abemectina* (T₅).dieron un 100% de eficiencia.
5. En términos generales el mejor tratamiento que resaltó dentro de los mejores resultados durante las diferentes fases de las evaluaciones dentro de la investigación fue el *Abemectin* (T₅), presentando uno de los mejores controles por pulgada cuadrada de 3 ácaros, uno de los mejores rendimientos con 77.75 kg/hectárea, y siendo el tratamiento más rentable.

VIII. RECOMENDACIONES

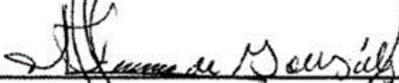
1. Se debe evaluar diferentes dosis de azufre distintas a las dosis evaluadas para conocer la interacción del acaricida con la plaga y así tener un mejor control de araña roja *T. urticae*.
2. Es necesario evaluar dosis de los productos en estudio, especialmente a los que presentaron un bajo control de ácaros, como lo pueden ser: *Extracto de árbol de Nim Azadirachta indica*, *Paenibacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium Anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Lecanicillium Lecani*, *Extracto de canela Cinnamomum zeylanicum*
3. Es conveniente utilizar productos que contengan *Clofentezina*, *Abemectina*, y *Azufre* en las aplicaciones, y lo mejor es realizar rotaciones de los productos ya que estos mostraron buena eficiencia en los resultados con una media de 3 ácaros por pulgada cuadrada.
4. Se sugiere utilizar productos de *Clofentezina* y *Abemectina* en rotación, ya que estadísticamente da un control de eficiencia

IX. REFERENCIAS

1. ADAMA. (1997). Recuperado el 10 de Abril de 2017, de http://www.adama.com/documents/345258/368628/Acaristop++Adama+x1+L+librito_tcm41-50431.pdf
2. AGEXPORT. (Diciembre de 2016). Recuperado el 19 de Marzo de 2017, de http://export.com.gt/estadisticas-de-exportacion/#diciembre_2016
3. AGRICOLA EL SOL, S. (2008). *ACT Botánico 0,003 SC - Agrícola El Sol*. Recuperado el 9 de Abril de 2017, de http://www.agricolaelsol.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=54
4. Alvarez, Enrique (2018). *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*. Guía técnica de Plátano y Banano. El Salvador.
5. ANACAFE. (2004). *Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera*. Guatemala.
6. ANACAFE. (diciembre de 2011). *Cultivo de banano - Anacafé*. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo_de_banano
7. ARGOLO, P. (2012). *Gestión integrada de la araña roja Tetranychus urticae Koch*. Recuperado el 23 de marzo de 2017, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17804/tesisUPV3987.pdf>
8. ARYSTA, L. (2000). Recuperado el 10 de abril de 2017, de <http://agrobiosol.com.mx/source/src/prods/sultron725.htm>
9. ATLANTICA. (2005). Recuperado el 8 de abril L de 2017, de <http://www.atlanticaagricola.com/productos.php?ct=1>
10. Badii, L. C. (Marzo de 2010). *Regulación Poblacional de Ácaros Plaga de Impacto Agrícola*. Recuperado el 16 de marzo de 2017, de [www.spentamexico.org/v5-n1/5\(1\)270-302.pdf](http://www.spentamexico.org/v5-n1/5(1)270-302.pdf)

11. Campos, J. f. (2003). *CONTROL QUIMICO DEL ÀCARO Tetranychus urticae, EN LAS PLANTAS ORNAMENTALES Ajuga reptans (L) EN EL MUNICIPIO DE PALENCIA, GUATEMALA*. Municipio de Palencia.
12. Chock, M. (1997). *Manual de practicas agricolas*.
13. Estrada R., W. G. (Mayo de 2016). Diagnóstico del cultivo de Banano, *Musa sapientum*. Mazatenango, Guatemala.
14. IMEX. (1998). *NEWMECTIN 1.8 CE - Producto Agroquimico DEAQ*. Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/newmectin-18-ce-1462-3#inicio>
15. Intagri. (2003). Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-arana-roja-en-hortalizas-bajo-invernadero#sthash.b6qmDsc7.dpbs>
16. Linnaeus, C. v. (1759). *TROPICOS*. Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=musa+sapientum&commonname=>
17. ORELLANA, C. (2007). *DESCRIPCIÓN DE LAS PLAGAS DEL CULTIVO DEL BANANO DE 1995 AL 2002 EN LAS*. Guatemala.
18. Pérez, M. (2014). *CONTROL BIOLÓGICO DE ÀCAROS (Tetranychus urticae) EN EL CULTIVO DE FRESA VARIEDAD ALBIÓN CON DEPREDADORES NATURALES EN LA ASOCIACIÓN DE FRUTICULTORES TUNGURAHUA*. Ambato – Ecuador.
19. Ramazzini p., W. S. (Marzo de 2017). *Diagnóstico actual del cultivo de banano Musa sapientum finca Nueva Esmeralda, Santo Domingo, Suchitepéquez*. Mazatenango, Guatemala.
20. Snowdon, AL. 1990. A colour atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables. Barcelona, España, University of Cambridge. p. 104-121
21. Soto, M. (1992). *Bananos, cultivo y comercializacion*. Costa Rica: 2.

22. Successo, A. (2007). *BIO BTBP 6 EW*. Mixco, Los Balcones San Cristóbal Guatemala.
23. Zhang, Z. (2003). En *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control* (pág. 244). Wallingford, UK: CABI Publishing.

Vo. Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González.
Bibliotecaria CUNSUROC.



X. ANEXOS

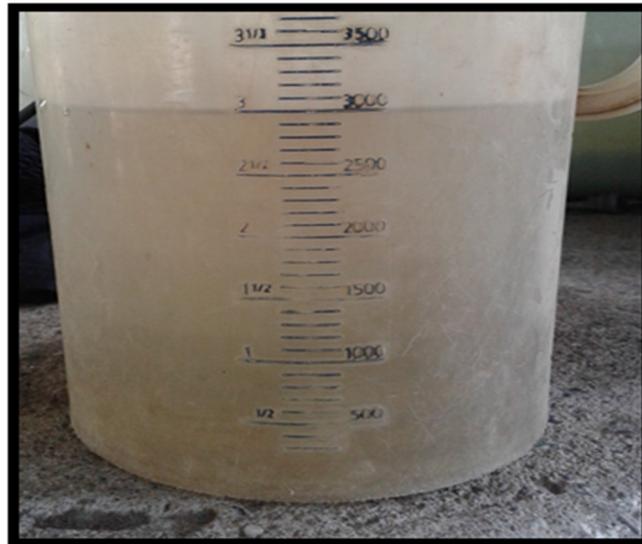


Figura 17. Preparación de la mezcla para el experimento.



Figura 18. Herramienta para corte de banano *M. x paradisiaca* denominada chuza.



Figura 19. Herramienta para cosecha denominada araña.



 Rodo de transporte de fruta

Figura 20. Herramienta llamada rodo de transporte de fruta.

Tabla 18. Datos transformados de la plaga de araña roja *T. urticae*

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	RI	RII	RIII		
T1	1.1	2.5	2.5	6.1	2.03
T2	1.91	1.91	2.23	4.1	1.38
T3	1.5	1.5	1.91	3.4	1.14
T4	2.23	2.23	2.23	4.5	1.49
T5	2.23	2.23	2.23	4.5	1.49
T6	0.5	0.5	0.5	1.0	0.33
T7	1.5	1.5	0.5	2.0	0.67
T8	1.91	1.91	1.91	3.8	1.27
T9	1.5	1.5	1.5	3.0	1.00

Tabla 19. Población de ácaros de araña *T. urticae* inicial

Tratamientos	RI	RII	RIII	Total
T1	3	4	4	11
T2	4	4	4	12
T3	4	4	4	12
T4	3	3	3	9
T5	4	4	3	11
T6	4	3	4	11
T7	3	3	3	9
T8	3	3	3	9
T9	3	4	3	10

Tabla 20. Población de ácaros *T. urticae* final o vivos.

Tratamientos	Repeticiones			Total
	RI	RII	RIII	
T1	1	0	0	1
T2	2	2	1	5
T3	3	3	2	8
T4	0	0	0	0
T5	1	1	0	2
T6	6	5	7	18
T7	2	2	3	7
T8	1	1	1	3
T9	2	3	2	7

Tabla 21. Población de ácaros de araña *T. urticae* muertos.

Tratamientos	Repeticiones			Total
	RI	RII	RIII	
T1	2	4	4	10
T2	2	2	3	7
T3	1	1	2	4
T4	3	3	3	9
T5	3	3	3	9
T6	0	0	0	0
T7	1	1	0	2
T8	2	2	2	6
T9	1	1	1	3

Tabla 22. Costos de las labores para la producción de banano *M. x paradisiaca*.

ACTIVIDAD	TOTAL DE INSUMOS	UNIDAD	COSTO UNIDAD	TOTAL HECTAREAS TRABAJADAS	COSTO EN Q POR HA	RECORRIDO EN VUELTAS	TOTAL EN Q DE LA HA SOBRE UN AÑO
RESIEMBRA							
Mano de obra				1	294.48	1	294.48
RIEGO							
Mano de obra				192	2.56	192	491.6
Combustible Diésel	49.92	galones	17	192	4.42	192	848.64
Depreciación de motor y bomba				192	3.34	192	642.14
Depreciación de tubería					8.33	192	1600
Mantenimiento a motor y bomba	70.4	litros	40	192	0.13	192	24.87
Repuestos							500
FERTILIZACION							
MAGNESITA	32	Quintales	43	1	1376	1	1376
MOP 6o potasio	12.5	Quintales	353.6	5	884	5	4420
TRIPLE 15	10	Quintales	151.79	4	379.48	4	1517.9
Nitro Xtend	10	Quintales	157.03	4	392.58	4	1570.3
APLICACION DE FERTILIZANTE							
MAGNESITA	32	Quintales	11	1	352	1	352
MOP 6o potasio	12.5	Quintales	9	5	22.5	5	112.5
TRIPLE 15	10	Quintales	9	4	22.5	4	90
Nitro Xtend	10	Quintales	9	4	22.5	4	90
CONTROL DE MALEZAS							

Forma Químico							
Aplicación del herbicida					45.5	5.5	250.25
Paraquat Bipiridilium	5.5	Litros	46	5.5	46	5.5	253
CONTROL DE PLAGAS							
Trampas para picudo				1	98.16	3	294.48
CONTROL DE ZIGATOCA							
Forma manual: desoje				32	7.5	32	240
Forma química					175	37	6475
EMBOSE							
Mano de obra					75.2	10	752
PODA DE HIJUELOS							
Mano de obra					108	8	864
DESVIO							
Mano de obra					13.04	23	300
COSECHA							
Mano de obra						10	2688
EMPACADO DE FRUTO							
Mano de obra	1920	cajas	2.66				5107.2
Empaque	1920	cajas	3.8				7296
AMINISTRACION							3907.10
REPUESTOS PARA MAQUINARIA							118
TRANSPORTE							1300.00
TOTAL							43775.46



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, septiembre 2022

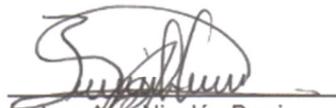
Ing. Luis Alfredo Tobar Piri
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universidad de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Apreciable ingeniero:

Por este medio de la presente hago de su conocimiento que cumpliendo con el nombramiento que me fuera asignado he procedido a supervisar asesorar el trabajo de graduación del estudiante: Walter Santana Ramazzini Pineda, carné: 201144272, el cual lleva por título **Evaluación de acaricidas para el control de *Tetranychus urticae* "Araña Roja" en el cultivo de *Musa x paradisiaca* "Banano" en finca Nueva Esmeralda, Santo Domingo, Suchitepéquez.**

Luego del asesoramiento, supervisión y revisión de informe escrito, considero que el mismo llena los requisitos para continuar con los trámites correspondientes que rigen este centro universitario y firmo la presente, dando fe de lo antes mencionado.

Sin otro particular se despide de usted, atentamente:


Ing. Agr. Nicolás Barrios
Supervisor – Asesor
Carrera de Agronomía Tropical



Oficio CAT-TG-07-2022
Mazatenango, 07 de septiembre de 2022.

Licenciado Luis Carlos Muñoz López
Director en funciones
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Señor Director en funciones:

Con fundamento en el normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que el estudiante **T.P.A. Walter Santana Ramazzini Pineda**, quien se identifica con número de **CARNÉ: 201144272**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación de acaricidas para el control de *Tetranychus urticae* "Araña Roja" en el cultivo de *Musa x paradisiaca* "Banano" en finca Nueva Esmeralda, Santo Domingo, Suchitepéquez**, el cual fue asesorado por el Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruíz Recinos, lo que se evidencia con la nota adjunta, que he revisado previamente.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. Ramazzini Pineda, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su juicio el documento que se acompaña, para que continúe con el trámite correspondiente de graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima. Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril
Coordinador Carrera





Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suoccidente
Coordinación Académica

Ref. CATG 42-2/2022
Mazatenango, octubre 28 de 2022.

CONSTANCIA INTERNA:

WALTER SANTANA RAMAZZINI PINEDA

Carné: 201144272 CUI: 1970 99343 0101 TELEFONO: 51386135

CARRERA: INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL

Revisión aprobada de su trabajo de graduación. Puede seguir trámite en
Coordinación Académica.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



MSc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Académico
Centro Universitario de Suoccidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-67-2022

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, dos de noviembre de dos mil veintidós_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE ACARICIDAS PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* "Araña Roja" EN EL CULTIVO DE *Musa x paradisiaca* "Banano" EN FINCA NUEVA ESMERALDA, SANTO DOMINGO, SUCHITEPÉQUEZ", del estudiante: TPA. Walter Santana Ramazzini Pineda, carné 201144272 CUI: 1970 99343 0101 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris