

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de azufre elemental y jabón en polvo para el control de la araña roja en el cultivo del banano en Escuintla

Trabajo de graduación presentado por
Gary Oswaldo Escalante Villagrán
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería
en Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala,

2017

Evaluación de azufre elemental y jabón en polvo para el control de la araña roja en el cultivo del banano en Escuintla

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




Evaluación de azufre elemental y jabón en polvo para el control de la araña roja en el cultivo del banano en Escuintla

Trabajo de graduación presentado por
Gary Oswaldo Escalante Villagrán
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería
en Tecnología Agrícola y Pecuaria


Guatemala,


2017

Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Agr. Jorge Luis Gómez López
Catedrático de manejo integrado de plagas
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

(f) 
Ing. Fernando Rafael Rivera Turcios
Director Ingeniería Industrial
UVG, Sur.

(f) 
Ing. Agr. Fernando Hernández Hernández
Área de Fertilización y nutrición vegetal
Cengicaña.

(f) 
Ing. Agr. Jorge Luis Gómez López
Catedrático de manejo integrado de plagas
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

Fecha de aprobación: Guatemala, (18 de enero de 2,017).

PREFACIO

El cultivo de banano (*Musa sapientum L.*) es uno de los principales cultivos de exportación de Guatemala y, por lo tanto, una importante actividad económica principalmente para la costa sur, ya que Guatemala recibió ingresos por 759,5 millones de dólares de sus exportaciones en 2015, que representan un gran incremento respecto a años anteriores, informó el Banco de Guatemala, superando a las exportaciones de café, lo que convierte al banano en el tercer producto de exportación del país (Garzaro, 2016).

Una plaga que ha tomado importancia en el cultivo de banano es la araña roja (*Tetranychus sp.*) ya que disminuye la producción, pues al raspar la epidermis y succionar la savia daña la hoja, causándole marchitamiento; las hojas son órganos importantes ya que al momento de la cosecha se debe contar con un mínimo de 7/planta, pues si la cantidad es menor causa maduramiento prematuro del fruto, ya que la planta disminuiría su eficiencia metabólica, la cual es necesaria para: crecimiento, desarrollo y reproducción, entre ellos incluyen: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos (Mason, S/F), todos estos daños causarían pérdidas económicas para la empresa por rechazo del producto.

En tanto, el rechazo de fruta que la empresa ha tenido por hectárea durante este período, 2016, es del 12% lo que equivale a un aproximado de 212 racimos, los daños de estos se distribuyen de esta manera el 40% por *sigatoka* y el 15% por araña roja, 20% fricción, 15% daño de punta, 10% látex seco (Muñoz, 2014).

Para evitar los daños mencionados, causados por el ácaro, y combatirlos se debe contar con alternativas de control efectivas que disminuyan la incidencia de poblaciones, ya que si la empresa no busca opciones de productos el ácaro empezaría a crear resistencia, incrementando los costos de control ya que las dosis aumentarían a razón de lo aplicado en el manejo a la fecha.

Actualmente, en la finca *Bonanza*, ubicada en la Gomera, Escuintla en los dos años de iniciadas las operaciones de campo con el cultivo de banano, no se han hecho estudios sobre nuevas alternativas de productos para controlar la araña roja, solo cuenta con un producto químico que se ajusta a su plan de MIP (manejo integrado de plagas). Por lo que ha sido necesario investigar para conocer nuevos productos como: *Sultrón* y el jabón en polvo, como agentes químicos de control ya que posiblemente estas alternativas sean más efectivas y económicas

ÍNDICE

	Página
Lista de tablas.....	x
Lista de Ilustraciones.....	xi
RESUMEN	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. MARCO TEÓRICO	4
4.1 Descripción del cultivo.....	4
4.2 Plaga	6
4.3 Distribución de la plaga	8
5. MARCO METODOLÓGICO	10
5.1 Localización.....	10
5.2 Metodología experimental	10
6. RESULTADOS	16
6.1 Población de ácaro joven antes de la aplicación	16
6.2 Población de ácaro joven después de la aplicación	18
6.3 Población adulta antes de aplicación	20
6.4 Población adulta después de aplicación	21
6.5 Cantidad de hojas según fase experimental	22
6.6 Efecto fitotóxico de los productos aplicados en las hojas de las plantas de banano	25
6.7 Costos de aplicación	26
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
7.1 Población de ácaro joven antes de la aplicación	27
7.2 Población de ácaro joven después de la aplicación	27
7.3 Población adulta antes de aplicación	28
7.4 Población adulta después de aplicación	28
7.5 Promedio de hojas antes, después de la evaluación y efecto fitotóxico.....	28

	Página
7.6 Costos de producción.....	29
8. CONCLUSIONES.....	30
9. RECOMENDACIONES.....	31
10. FUENTES CONSULTADAS.....	32
11. ANEXOS.....	34

LISTA DE TABLAS

	Página
1. Tratamientos y sus dosis	10
2. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro joven antes de la aplicación	16
3. Análisis de varianza de un factor de ácaro joven antes de aplicar.....	16
4. Diferencia de pares de medias de ácaro joven antes de aplicar	17
5. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro joven después de la aplicación.....	18
6. Análisis de varianza de un factor de ácaro joven después de aplicar	18
7. Diferencia de pares de medias de ácaro joven después de aplicar	19
8. Eficiencia de control de los productos aplicados	20
9. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro adulto antes de la aplicación	20
10. Análisis de varianza de un factor de ácaro adulto antes de aplicar	21
11. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro adulto después de la aplicación	21
12. Análisis de varianza de un factor en ácaro adulto después de aplicar.....	22
13. Promedio de hojas antes de la evaluación	22
14. Análisis de varianza de un factor de hojas antes de la evaluación.....	23
15. Promedio de hojas al final de la evaluación	24
16. Análisis de varianza de un factor de hojas al final de la evaluación.....	24
17. Efecto fitotóxico.....	25
18. Costos de aplicación según producto	26
19. Muestreo 1 de ácaros	36
20. Muestreo 2 de ácaros	38
21. Muestreo 3 de ácaro	40
22. Muestreo 4 de ácaro	42
23. Muestreo 5 de ácaros	44
24. Muestreo 6 de ácaros	46
25. Muestreo 7 de ácaros	48
26. Muestreo 8 de ácaros	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Página
1. Ciclo de vida de la araña roja	7
2. Distribución de los tratamientos de la evaluación.....	11
3. Unidad experimental en detalle	12
4. Corte de la hoja central del meristemo apical.....	15
5. Resumen de medias poblacionales de ácaro joven antes de la aplicación	17
6. Resumen de medias poblacionales ácaro joven después de la aplicación.....	19
7. Resumen de número de hojas antes de la evaluación.....	23
8. Promedio de hojas al final de la evaluación	25
9. Identificación del ensayo con nylon	34
10. Muestreo de la araña roja	34
11. Lupa 7x para realizar muestreos	35
12. Aplicación de los productos químicos.....	35

RESUMEN

El banano es uno de los principales productos de exportación de Guatemala, y su producción requiere de mucho cuidado y labores.

Este cultivo es afectado por la araña roja (*Tetranychus sp.*) dañando la hoja ya que succionan la savia, lo cual afecta en la producción del racimo, debido a que ya no hay una buena fotosíntesis, lo cual hace que el fruto madure antes de tiempo por lo tanto ya no se puede cosechar, para que un racimo pueda ser cosechado el cultivo debe de tener un mínimo de 7 hojas.

En muestreos realizados en finca *Bonanza*, sobre el daño que la araña roja causa en el cultivo de banano, se han reportado perdidas por rechazo del 15 %, lo que equivale a 32 racimos por hectárea durante 2016 (enero – mayo).

En la presente investigación se evaluaron tres productos químicos diferentes para el control de ácaro: *Sultron*, Jabón en polvo y *Oberon* el cual fue el testigo referencial para los primeros dos tratamientos. Utilizando un diseño completamente al azar; resultando en que el tratamiento de jabón en polvo es la opción más factible para manejo de poblaciones con efectividad de 71% ante el producto aplicado en la finca, el *Oberon*, cuya efectividad es de 59%; en detalle de costos el jabón es más barato con 41.46% de inversión comparado ante el segundo en mención pues su costo es de Q1261/tonel para 6 hectáreas ante Q3041 para *Oberon* a ser aplicado en la misma cantidad de área.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano en la costa Sur de Guatemala se enfrenta a diversas plagas y enfermedades que inciden en una disminución en el rendimiento del cultivo. La araña roja (*Tetranychus sp*) ha ganado importancia en la zona debido a los daños que causa a las hojas de la planta al succionarle la savia provocando marchitamiento.

Debido a la importancia económica que ha ganado esta plaga se evaluará la eficiencia de *Sultron* (Azufre elemental) y jabón en polvo (Lauril Sulfato de sodio) para el control de la misma, a fin de reducir sus daños y al mismo tiempo compararlos contra un producto ya utilizado por la finca el cual es el *Oberon* (SPIROMESIFEN).

La evaluación se realizó con muestreos de población antes y después de las aplicaciones en los tratamientos, para determinar con certeza la disminución de las poblaciones, los puntos de muestreo fueron seleccionados al azar en cada parcela experimental, tomando como referencia cinco puntos de muestreo por cada una ubicada dentro de la finca. La toma de muestra se realizó dos días antes de la aplicación para analizar la cantidad poblacional existente y luego dos días posteriores a la misma para cuantificar la disminución debido a la utilización de los productos antes mencionados.

Los muestreos se realizaron en Finca *Bonanza*, La Gomera, Escuintla durante la época seca (noviembre – abril) debido a que las poblaciones de araña roja crecen a mayores temperaturas y por la disminución de la humedad relativa, vientos, y también por la metodología de análisis ya que en ocasiones las especies de plagas no son adecuadamente identificadas y utilizan productos que no funcionan para su control.

Con esta investigación se espera medir la eficiencias de control sobre la plaga de los productos antes citados, a su vez analizar el costo de control que cada uno genera, y con ello poder recomendar que producto es más eficiente para el control de la plaga, ya que no genera mayores gastos económicos comparados a los ya establecidos por la finca.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la efectividad de azufre elemental y jabón en polvo para el control de la araña roja en el cultivo del banano en Escuintla.

2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la población del ácaro posterior a la aplicación de los productos a evaluar (número de ácaros por tratamiento).
- Determinar cuál de los productos tiene mayor efecto supresivo y a su vez mayor eficiencia sobre la población de formas móviles (inmaduros y adultos) del ácaro, en el cultivo.
- Determinar los costos de aplicación de cada uno de los tratamientos
- Cantidad de hojas por cepa durante la evaluación.

3. JUSTIFICACIÓN

Finca *Bonanza* es una unidad productiva que se dedica al cultivo de banano en el municipio de La Gomera, Escuintla con un historial productivo de dos años. Durante esos dos años han utilizado al acaricida *Oberon* como única alternativa para el control de araña roja, su preparación es de: 1.5 litros de *Oberon* diluidos en 200 litros de agua, esta solución es utilizada para el control de 3 Ha y tiene un costo de 1,800 quetzales, este año la finca estuvo aplicando el producto acaricida a 60 hectáreas lo cual da un total de 36,000 quetzales en control del ácaro, al utilizar solo este producto reduce la posibilidad de conocer nuevas alternativas más eficientes y/o económicas.

El uso de diversos acaricidas químicos ayuda a conocer con certeza las características y propiedades de cada uno, lo cual sirve para tomar decisiones sobre cuál de todos es el más conveniente según las necesidades del productor.

Debido a lo anterior se investigó la eficiencia de dos productos con efectos acaricidas para comparar sus efectos ante *Oberon*, utilizado en la finca. Con lo cual se busca implementar nuevas alternativas en el método de control químico de la araña roja, que en la actualidad no presenta mayores daños (15%), sin embargo, como todo ser vivo puede adaptarse al medio en que se desarrolla y con ello aumentar su importancia económica para el grupo productor. Los resultados obtenidos del ensayo permitieron buscar la disminución del 15% de pérdidas con un costo menor y una mayor seguridad, por su toxicidad baja, de aplicación del producto; integrando nuevas alternativas para el aplicador y el cultivo.

Durante la investigación se analizaron varianzas en las poblaciones en fase joven y fase adulta, acompañada del costo de control en cada etapa y con cada producto, esto con la finalidad de dar una recomendación sólida para poder implementarla en caso futuro de infestaciones de la plaga.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Descripción del cultivo

4.1.1 Comercio. De acuerdo con la FAO, la producción de banano corresponde aproximadamente al 12 % del total de frutas en el mundo. Para el 2003, la superficie cultivada de banano en el mundo era de alrededor de 4, 494,686 hectáreas. (ANACAFE, 2004). Y en Guatemala la superficie cultivada actualmente es de aproximadamente 11460 Ha., (Robles, Deguate, 2012)

4.1.2 Descripción de la planta de banano. Se le considera originario de las regiones tropicales y húmedas de Asia. Según la variedad de la planta del banano alcanza de 3 hasta 7 metros de altura, constituye una planta herbácea, perenne. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas más viejas. Al emerger las hojas por la parte superior del tallo, se van desarrollando hasta alcanzar 2 o más metros de largo, 60 centímetros o más de ancho, con una nervadura central que divide la hoja en dos láminas. (ANACAFE, 2004)

Su sistema radicular está formado por un rizoma central de cuya base se forman numerosas raíces, cortas y cilíndricas. Estos rizomas desarrollan varias yemas de las cuáles hacen hijuelos que al dejarlos desarrollar constituirán nuevas plantas y servirán para ir sustituyendo a las que han producido sus frutos. Estos rizomas (cabezas) son los que también se utilizan para iniciar nuevas plantaciones. (ANACAFE, 2004)

4.1.3 Taxonomía

Reino: plantae

División: magnoliophyta

Clase: liliopsida

Orden: zingiberales

Familia: musaceae

Género: Musa

Especie: *M. paradisiaca* L.

4.1.4 Morfología

4.1.4.1 Planta. Herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas (Infoagro, S.F.).

4.1.4.2 Rizoma o bulbo. Tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemas) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas (Infoagro, S.F.).

4.1.4.3 Sistema radicular. Posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (Infoagro, S.F.).

4.1.4.4 Tallo. El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (Infoagro, S.F.).

4.1.4.5 Hojas. Se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un pecíolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo (Infoagro, S.F.).

4.1.4.6 Flores. Flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. Cada grupo de flores

reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14. (Infoagro, S.F.).

4.1.4.7 Fruto. Baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto estos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes (Infoagro, S.F.).

4.2 Plaga

Es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico. Las plagas agrícolas están constituidas principalmente: Por insectos, ácaros, nematodos, aves y roedores.

4.2.1 Principales plagas en el cultivo de banano. Son numerosos los insectos asociados al cultivo de banano que pueden llegar a causar pérdidas económicas al productor, cuando se incrementa su presencia y adquieren el estatus de plaga. Normalmente las poblaciones altas son provocadas por una mala práctica de manejo o desequilibrios ecológicos por cambios climáticos, las cuales en general afectan negativamente a la producción. Entre las principales plagas tenemos: picudo negro, tortuguilla, trips de las flores, ácaro del banano, araña roja, etc. (Cep.unep.org, 2009)

4.2.1.1 Araña roja (*Tetranychus spp.*). Es una araña roja típica de forma globosa. No segregan muchos hilos de seda. Sólo lo hacen para sostener al huevo en el envés de la hoja para que éste no caiga al suelo. Se considera una importante plaga en el cultivo de plátanos y bananos en los cuales los daños se centran en las hojas por la actividad de la alimentación, las que luego se van decolorando, posteriormente pasan a color pardo o gris, en ataques severos provoca la defoliación (Ecured, S.F.).

4.2.2 Ciclo biológico. El ciclo biológico es holometábolo, y consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, dos estadios ninfales (protoninfa y deutoninfa) y adulto.

Normalmente pasa el invierno en estado adulto en árboles, malas hierbas, y hortícolas. En primavera reinician su ataque situándose en el envés de las hojas, donde comienzan a aparearse y realizar las primeras puestas.

Cada hembra adulta puede poner 100-120 huevos, con una frecuencia de 3-5 huevos/día. Su vida puede durar entre 20-28 días, mientras que la vida de un macho se acorta hasta los 14 días.

De los huevos nacen larvas, con tres pares de patas que evolucionan a los estadios de protoninfa y deutoninfa, en los que pasan a poseer cuatro pares de patas. A continuación evoluciona mediante una muda al estado adulto.

El desarrollo de todo este ciclo es muy rápido, completándose en una semana con temperaturas de 30°C y ambiente seco. A medida que la temperatura desciende, se alarga progresivamente situándose en unos 14 días cuando ésta es de 23 °C (Hortoinfo, 2011).

Ilustración 1. Ciclo de vida de la araña roja



Fuente: (Ivan, S.F.)

4.2.2.1 Huevo. Es esférico, liso y brillante. Su color es blanquecino, oscureciéndose y tomando un tono amarillento a medida que avanza su desarrollo. Mide entre 0.12-0.14 mm de diámetro en este estado permanece de dos a cuatro días antes de su eclosión (Hortoinfo, 2011).

4.2.2.2 Larva. Es de forma esférica. En sus primeros momentos de vida son incoloras y transparentes, cambiando su color a verde claro, amarillo-marrón, o verde oscuro, según su alimentación. Posee dos manchas oscuras características en el dorso del tórax y tres pares de patas. Puede además apreciarse el color rojo de sus ojos. Mide unos 0.15 mm de longitud en estado de larva permanece de dos a tres días antes de pasar a la siguiente fase (Hortoinfo, 2011).

4.2.2.3 Ninfa. Posee dos estadios ninfales: protoninfa y deutoninfa. En ambos son del mismo color que las larvas, aunque las manchas en los laterales del dorso aparecen más grandes y nítidas. Poseen cuatro pares de patas.

La diferencia entre ambos estadios radica en el tamaño, mayor en la deutoninfa. En este estado se pueden ya diferenciar según las formas que ninfas que darán origen a hembras, y cuáles son las precursoras de los machos, siendo las hembras de mayor tamaño, más voluminosas y redondeadas en dicha etapa esta plaga permanece de 5 a 7 días (Hortoinfo, 2011).

4.2.2.4 Adulto. En este estado existe un claro dimorfismo sexual. La hembra adulta posee una forma ovalada y un tamaño aproximadamente de 0.50 mm de largo y 0.30 mm de ancho. El macho presenta un tamaño bastante inferior y un cuerpo más estrecho, con el abdomen puntiagudo y las patas proporcionalmente más largas. La coloración de la hembra es diversa, pudiendo ser amarillenta, verde, rojo-anaranjado, pero siempre con dos manchas laterales oscuras sobre el dorso del tórax. En el macho la coloración es más pálida en adulto permanece por varios días (Hortoinfo, 2011).

4.3 Distribución de la plaga

Los ataques suelen aparecer por focos, frecuentemente cerca de malas hierbas, especialmente de correhuelas y malvas que actúan de reservorios de la plaga.

En la planta se sitúa sobre todo en hojas jóvenes de los últimos brotes, pero en caso de fuertes ataques aparece sobre todo tipo de hojas, incluso en todas las partes de la planta.

Cuando la fuente nutritiva sobre la que se encuentra comienza a agotarse, se dispersa haciendo a través de los tejidos de seda que producen, en busca de otros huéspedes adecuados, o bien se refugian en lugares abrigados donde pueden entrar en diapausa. El viento y el transporte del material vegetal son también medios de dispersión para esta plaga (Hortoinfo, 2011).

4.3.1 Daños. Los daños pueden ser importantes, sobre todo en tiempo seco y caluroso, cuando las generaciones de araña se suceden con rapidez. El ambiente cálido y seco de los pisos favorece su ataque. En ambiente húmedo no se desarrolla, por esto, es una plaga típica de verano, favorecido por el calor y la sequedad del ambiente (Artículos, S.F).

Los daños que ocasionan son debidos al tipo de alimentación que realizan sobre las partes verdes de las plantas, producidas por los estiletes, y la reabsorción del contenido celular en la alimentación. Este daño va acompañado de una decoloración más o menos intensa de los tejidos (Hortoinfo, 2011).

Como primeros daños se observan puntos o manchas amarillentas en el haz de las hojas. Con mayores poblaciones se produce desecación e incluso defoliación. Los ataques son más graves en los primeros estadios fenológicos de la planta (Hortoinfo, 2011).

4.3.2 Control químico. Los tratamientos químicos son difíciles porque el ácaro se refugia detrás de las hojas. El espolvoreo es quizás mejor que la pulverización líquida para llegar al envés, gracias a su capacidad de penetración del polvo sobre toda la superficie foliar. Si se pulverizas, es importante mojar bien el envés de las hojas.

Si la plaga se presenta de manera continua todos los años, no se debe usar el mismo producto acaricida, porque genera efecto de resistencia con el paso del tiempo. Se debe diversificar los productos de control según ciclo a través del año (Hortoinfo, 2011).

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Localización

El experimento se realizó en un área ya establecida con plantas de banano de cinco meses de edad, en la finca *Bonanza*, propiedad de la empresa: Tecnología agrícola; en el municipio de la Gomera, Escuintla. 14°04'25.1"N 91°12'22.8"W.

5.2 Metodología experimental

5.2.1 Diseño experimental. Este ensayo estuvo constituido por tres tratamientos. Se realizaron tres repeticiones para cada uno de los tratamientos para un total de nueve unidades experimentales con las cuales se realizó la evaluación de los productos químicos.

Las unidades experimentales fueron distribuidas en la parcela experimental de forma aleatoria, para que todas tuvieran la misma oportunidad de ocupar cualquier sitio dentro del ensayo.

5.2.2 Unidad experimental. Cada unidad experimental para esta evaluación estuvo compuesta por 200 plantas de banano, de las cuales se muestrearon cinco plantas aleatoriamente, dentro de un área de 960 metros cuadrados por parcela experimental. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatorizada dentro de la parcela experimental, por medio de números al azar.

5.2.3 Tratamientos. Se evaluaron tres tratamientos los cuales fueron: *Sultron*, Jabón en polvo y *Oberon* el cual será el testigo referencial para los primeros dos tratamientos.

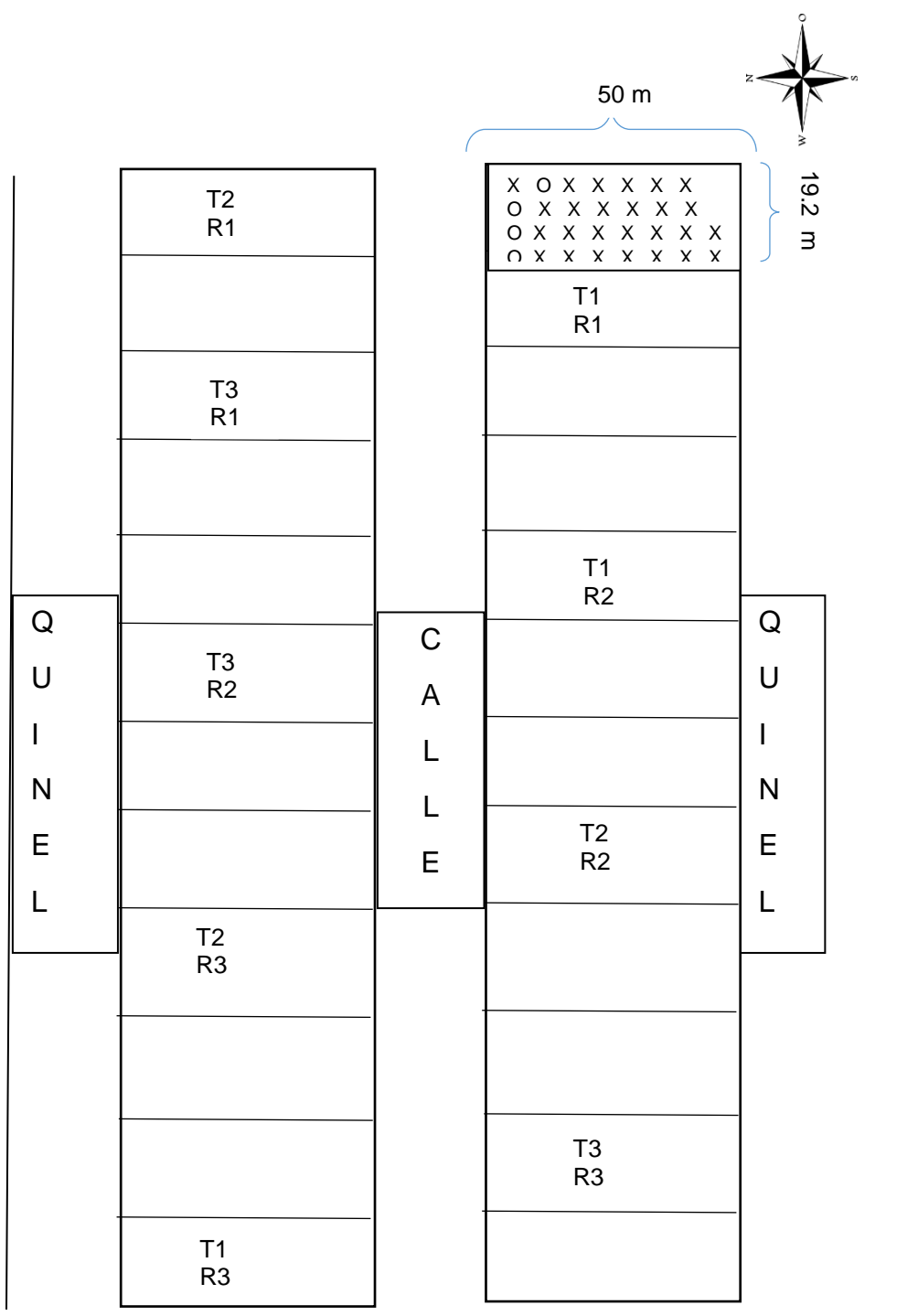
Tabla 1. Tratamientos y sus dosis

Número de tratamiento	Tratamiento con nombre comercial	Dosis por bomba de 16 lts.	Número de aplicaciones	Color de cinta
T1	Sultrón	10.4 cc/lt	4	Anaranjada
T2	Jabón en polvo	10.4 gr/lt	4	Roja
T3	Oberón	7.8cc/lt	4	Azul

Fuente: (Escalante, 2016).

5.2.4 Distribución de los tratamientos en el campo. La distribución de los tratamientos en el campo en sus respectivas áreas se muestra a continuación.

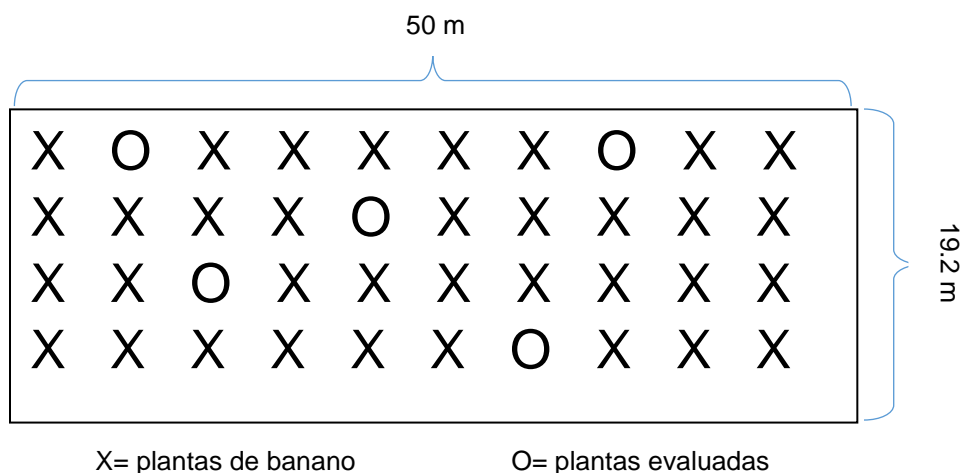
Ilustración 2. Distribución de los tratamientos de la evaluación



Fuente: autor.

5.2.5 Detalle de una unidad experimental. Cada unidad experimental tuvo un área neta de 960 metros cuadrados (50*19.2 m), el distanciamiento de siembra del banano es de 2.4 * 2.4 m, lo cual da un total de 1,736 plantas/hectárea. En dicha área se aplicó el tratamiento correspondiente a todas las plantas de banano que se encontraran dentro del bloque, de las cuales 5 plantas fueron muestreadas antes y después de la aplicación de cada tratamiento para ver la eficiencia de los productos, dichas plantas fueron seleccionadas al azar.

Ilustración 3. Unidad experimental en detalle



Fuente: autor.

5.2.6 Modelo estadístico. El modelo utilizado en la evaluación fue:

Fórmula 1. Modelo estadístico al azar:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Fuente: (Webster, 2000)

Donde:

Y_{ij} = Efecto supresivo y fitotóxico asociados a una unidad experimental

M = Media general de los tratamientos.

T_i = Efecto del i -ésimo producto aplicado (número de ácaros luego de aplicar).

E_{ij} = Error experimental asociado al producto aplicado en una unidad experimental (manejo).

Se analizará cada una de las medias de los respectivos tratamientos a través del método Tukey. Para determinar el tratamiento más significativo en términos de control de ácaro. Si la prueba de medias resultara no ser significativa se considerará el efecto de los productos como similar. La distribución de los tratamientos se hizo por medio de papelitos, los cuales se mezclaron en un recipiente y estos fueron sacados al azar conteniendo un número para poder distribuir el experimento.

5.2.7 Variables de respuesta

- Número de ácaros por los 8 muestreos (como se detalla en el manejo del experimento.)
- Cantidad de hojas por cepa durante la evaluación.

5.2.8 Costos de aplicación. Para poder conocer el costo de aplicación de cada producto, es necesario tener los costos variables y fijos, los cuales son los siguientes:

Costos variables:

- Mano de obra.
- Total de producto a utilizar.
- Gasolina.

Costos fijos

- Tonel
- Motobombas

5.2.9 Manejo del experimento. Dentro de la finca *Bonanza* se desarrolló un ensayo el cual fue en el cable 16 (identificación del área), con plantas de banano. Se le aplicó el tratamiento correspondiente a todas las plantas que estaban dentro del área específica.

En total se evaluaron 45 plantas dentro del ensayo el cual tuvo nueve unidades experimentales, por lo tanto a cada tratamiento y repetición se le evaluaron cinco plantas por área. De acuerdo con el cronograma de actividades, los tratamientos fueron aplicados todos el mismo día, de tal forma que cuando correspondía el número de tratamiento se cambió la dosis a evaluar para ver la eficiencia de los productos. Para aplicar los tratamientos se utilizó un jornal, que estuvo bajo la supervisión

del investigador para aplicar las dosis a los tratamientos de forma correcta. (horario de aplicación)

Se realizaron cuatro aplicaciones de los productos durante el periodo de evaluación, las aplicaciones se realizaron cada quince días, eso quiere decir que en total se efectuaron ocho muestreos para ver qué producto es más eficiente en cuanto a disminuir la población de araña roja. Primero dos días antes de cada aplicación se realizaron muestreos en todas las repeticiones y tratamientos para determinar la población de araña roja que había en el cultivo.

Luego dos días después de cada aplicación se realizó muestreo en todas las repeticiones y tratamientos, con lo cual esto sirvió para ver qué tanto disminuyó la población del ácaro en cada aplicación que se realizó dentro de la plantación correspondiente.

5.2.10 Identificación del ensayo. La identificación de las plantas que se evaluaron se realizó colocando nylon de diferentes colores los cuales son: (anaranjado, rojo, azul), esto se hizo con el fin de poder identificar de manera correcta que tratamiento correspondía cada color de nylon y así llevar un control estricto de cada unidad experimental y su respectivo tratamiento.

5.2.11 Aplicación de los productos. Previo a la aplicación de los productos se tomaron muestras de los ácaros asociados a las plantas de banano con el fin de conocer un promedio de la población. Las plantas utilizadas fueron plantas en producción de la finca. Las cuales se encontraban en fase de plantía (cinco meses de edad). Para la aplicación de cada uno de los productos se utilizó una bomba motorizada de 16 lts con boquilla tipo pistola nebulizadora. Para ello se hizo la calibración del aplicador por cada aplicación para que así tirara un volumen de 1.6 lts/min, lo cual alcanza para 20 surcos de 50 metros.

5.2.12 Toma de datos. Se realizaron muestreos en el área del ensayo de forma aleatoria con el fin de determinar la incidencia y severidad de la araña roja sobre el cultivo de banano en cada uno de los tratamientos por repetición. Este muestreo consistió en contar el número de arañas vivas en estado adulto, inmaduro por un cm cuadrado.

Sabiendo que cada unidad experimental estuvo constituida por 200 plantas y de esas se muestrearon cinco plantas al azar, el procedimiento a seguir es el siguiente:

Cortar un pedazo de la hoja central del meristemo apical, hoja con síntomas fenológicos de parte media de desarrollo, es decir, ni senescente ni tierna, la cual viene siendo la quinta hoja de arriba hacia abajo.

Esto se hizo en las cinco plantas de cada tratamiento y repetición, y por medio de un lente de aumento de 7X se contó el número de arañas que hubo en un centímetro cuadrado, por hoja se realizó cinco muestreos por centímetro cuadrado y se anotaron en una boleta de registro que la finca proporcione.

A los dos días después de que se realizaron los muestreos en cada uno de los tratamientos se efectuaron las aplicaciones de los productos en las diferentes dosis de acorde al tratamiento correspondiente.

A los dos días, después de la aplicación se realizó nuevamente un muestreo de igual manera en cada uno de los tratamientos, para ver que tanto disminuyó la incidencia de la araña roja.

Ilustración 4. Corte de la hoja central del meristemo apical



Fuente: autor.

5.2.13 Muestreo del efecto fitotóxico en la planta. Se realizaron observaciones de número de hojas dañadas a causa de la aplicación de los productos por cada tratamiento. Para esto se llevaron a cabo muestreos aleatorizados, igual al que se realizó para el ácaro, en el cual se tomaron tres pedazos de hojas por cada tratamiento y repetición, y se observaron si dichas hojas cortadas presentaran el efecto fitotóxico de “quemadura” provocado a causa de la aplicación de los productos. Los conteos se realizaran al primer y cuarto día después de la aplicación en cada tratamiento.

6. RESULTADOS

6.1 Población de ácaro joven antes de la aplicación

Tabla 2. Resumen general de los cuatro muestreos de acaro joven antes de la aplicación

Resumen de medias poblacionales de la evaluación de ácaro joven antes de la aplicación			
	T1: <i>Sultrón</i>	T2: Jabón en polvo	T3: <i>Oberon</i>
R1	37,25	32	36,25
R2	37,25	31,5	36
R3	35	30	35,5
Promedio	36,50	31,17	35,92

Fuente: autor.

El tratamiento que tiene la media más baja antes de las aplicaciones, es la de jabón en polvo en comparación a los otros dos tratamientos que son muy similares, ver Ilustración 5.

Tabla 3. Análisis de varianza de un factor de ácaro joven antes de aplicar

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T 1: <i>Sultrón</i>	3	109,5	36,5	1,69
T 2: Jabón en polvo	3	93,5	31,17	1,08
T 3: <i>Oberon</i>	3	107,75	35,92	0,15

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	51,35	2	25,67	26,4071	0,0011	5,1433
Dentro de los grupos	5,83	6	0,97			
Total	57,18	8				

Fuente: autor.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa lo cual quiere decir que sí existe diferencia significativa en, al menos, uno de los tratamientos.

Tabla 4. Diferencia de pares de medias de ácaro joven antes de aplicar

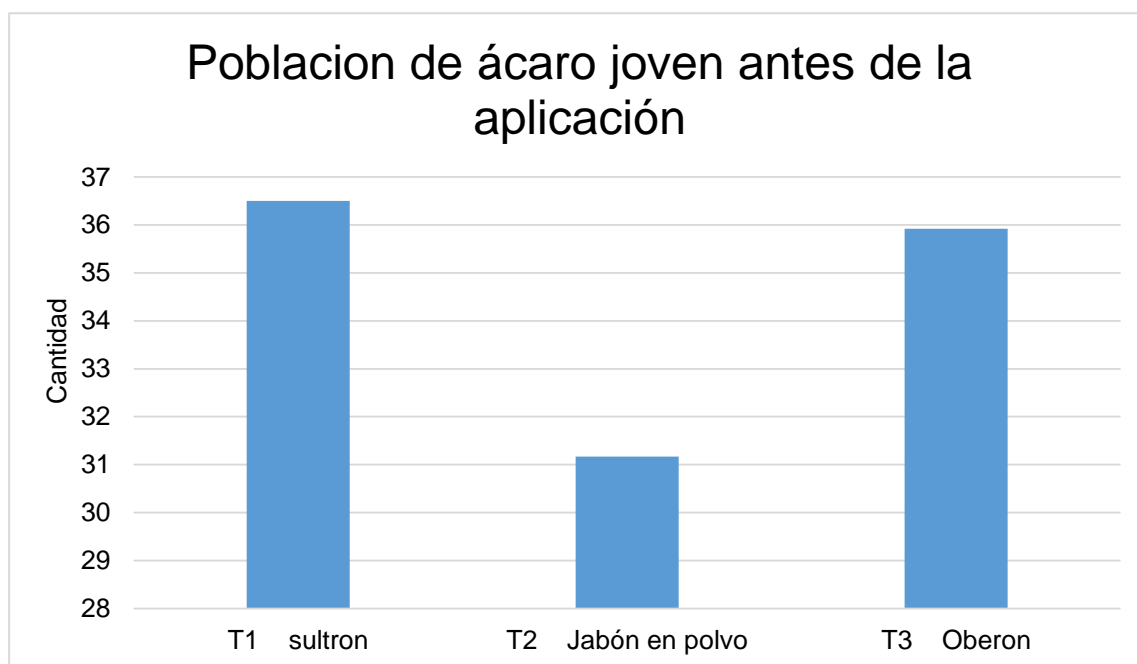
HSD= 2,47065368

	T1	T2	T3
T1: <i>Sultrón</i>		5,33	0,58
T2: Jabón en polvo			-4,75
T3: <i>Oberon</i>			

Fuente: autor.

La diferencia honestamente significativa que dio fue de 2.5, por lo tanto los tratamientos que superaron esta cifra, fueron el T2 y T3, el cual dice que el T1 si tiene diferencia significativa con el T2 pero con el T3 es similar. Por lo tanto esto da a entender que el tratamiento que más eficiencia de control tuvo fue el T2 puesto que sus valores obtenidos son más bajos que el T3.

Ilustración 5. Resumen de medias poblacionales de ácaro joven antes de la aplicación



Fuente: autor.

Se puede observar que el T2 es el que tiene menos población significativamente antes de las aplicaciones.

6.2 Población de ácaro joven después de la aplicación

Tabla 5. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro joven después de la aplicación

Medias poblacionales de ácaro joven después de aplicar			
	T1: <i>Sultrón</i>	T2: Jabón en polvo	T3: <i>Oberon</i>
R1	15.75	9.25	14.75
R2	15.5	8.75	15
R3	14	9.25	14.75
Promedio	15.08	9.08	14.83

Fuente: autor.

El tratamiento que tiene la media más baja después de las aplicaciones, es la de jabón en polvo en comparación a los otros dos tratamientos que son muy similares, ver Ilustración 6.

Tabla 6. Análisis de varianza de un factor de ácaro joven después de aplicar

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T 1: <i>Sultrón</i>	3	45.25	15.08	0.896
T 2: Jabón en polvo	3	27.25	9.08	0.083
T 3: <i>Oberon</i>	3	44.5	14.83	0.021

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	69.125	2	34.56	103.69	2.22343E-05	5.1433
Dentro de los grupos	2	6	0.33			
Total	71.125	8				

Fuente: autor.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa lo cual quiere decir que si existe diferencia significativa en, al menos, uno de los tratamientos.

Tabla 7. Diferencia de pares de medias de ácaro joven después de aplicar

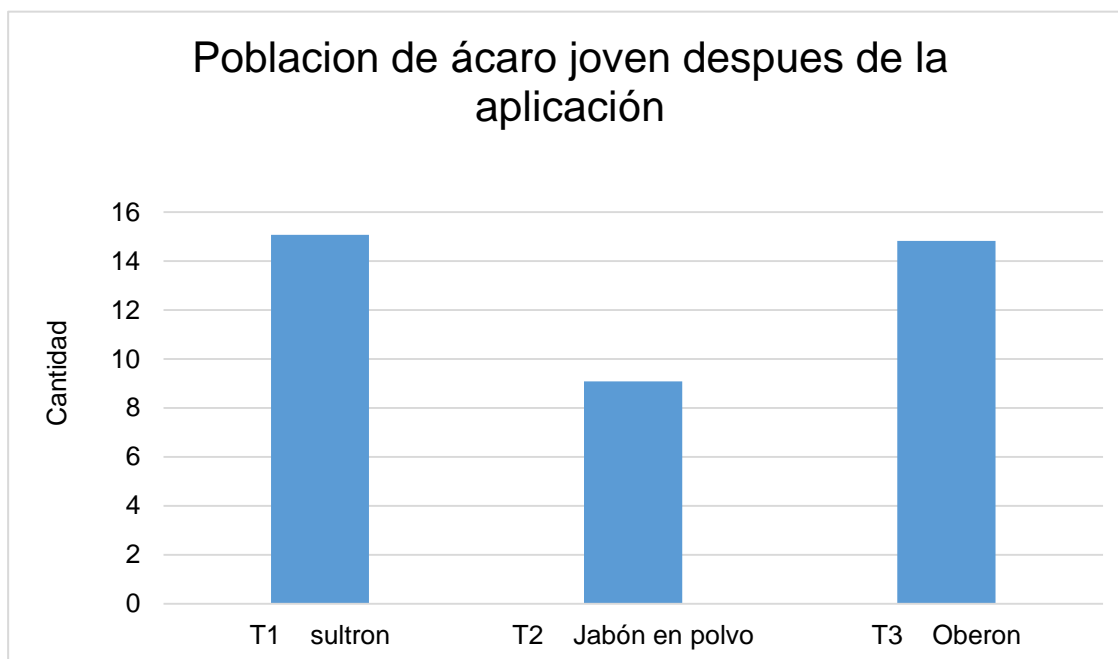
HSD=1.45

	T1	T2	T3
T1: <i>Sultrón</i>		6.00	0.25
T2: Jabón en polvo			-5.75
T3: <i>Oberon</i>			

Fuente: autor.

El valor honestamente significativo que dio es de 1.45, y los tratamientos que sobrepasan ese valor son el T2 y T3, eso quiere decir que el T1 tiene diferencia significativa con el T2 pero no con el T3 ya que son similares. Por lo tanto esto da a entender que el tratamiento que más eficiencia de control tuvo fue el T2 puesto que sus valores obtenidos son más bajos que el T3.

Ilustración 6. Resumen de medias poblacionales ácaro joven después de la aplicación



Fuente: autor.

Se puede observar qué producto fue más efectivo en cuanto a control del ácaro y el que más eficiencia de control tuvo fue la aplicación de jabón en polvo.

Tabla 8. Eficiencia de control de los productos aplicados

Eficiencia de control		
		% Control
T1: <i>Sultrón</i>	41,3	58,68
T2: Jabón en polvo	29,1	70,86
T3: <i>Oberón</i>	41,3	58,70

Fuente: autor.

El jabón en polvo es el producto que más eficiencia tiene ya que esta logró un 71% de control, mientras que el *Sultrón* 59% de eficiencia de control, similar al *Oberón* ya que también tuvo un 59% de eficiencia de control.

6.3 Población adulta antes de aplicación

Tabla 9. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro adulto antes de la aplicación

Medias poblacionales de ácaro adulto antes de aplicar			
	T1: <i>Sultrón</i>	T2: Jabón en polvo	T3: <i>Oberón</i>
R1	1,25	1,25	1,5
R2	1	1	1,25
R3	1,5	1,25	1,25

Fuente: autor.

Se puede observar que la población adulta antes de la aplicación es bastante baja ya que se obtuvo en promedio solo 1 ácaro/ tratamiento.

Tabla 10. Análisis de varianza de un factor de ácaro adulto antes de aplicar

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1: <i>Sultrón</i>	3	3,75	1,25	0,063
T2: Jabón en polvo	3	3,5	1,17	0,021
T3: <i>Oberon</i>	3	4	1,33	0,021

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,042	2	0,021	0,6	0,58	5,14
Dentro de los grupos	0,208	6	0,035			
Total	0,25	8				

Fuente: autor.

Se acepta la hipótesis nula por lo que significa que no hay diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

6.4 Población adulta después de aplicación

Tabla 11. Resumen general de los cuatro muestreos de ácaro adulto después de la aplicación

Medias poblacionales de ácaro adulto después de aplicación			
	T1: <i>Sultrón</i>	T2: Jabón en polvo	T3: <i>Oberón</i>
R1	0,25	0,5	0,75
R2	0,5	0,5	0,5
R3	0,5	0,5	0,25

Fuente: autor.

Se puede observar que la población adulta después de la aplicación es baja ya que estimado, en promedio resultó 0.4 ácaros/ tratamiento.

Tabla 12. Análisis de varianza de un factor en ácaro adulto después de aplicar

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T 1: <i>Sultrón</i>	3	1,25	0,42	0,021
T 2: Jabón en polvo	3	1,5	0,5	0,000
T 3: <i>Oberón</i>	3	1,5	0,5	0,063

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,01	2	0,0069	0,25	0,79	5,14
Dentro de los grupos	0,17	6	0,0278			
Total	0,18	8				

Fuente: autor.

Se acepta la hipótesis nula por lo que significa que no hay diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

6.5 Cantidad de hojas según fase experimental

Tabla 13. Promedio de hojas antes de la evaluación

T1 <i>Sultrón</i>	14,7
T2 Jabón en polvo	14,7
T3 <i>Oberon</i>	15,0

Fuente: autor.

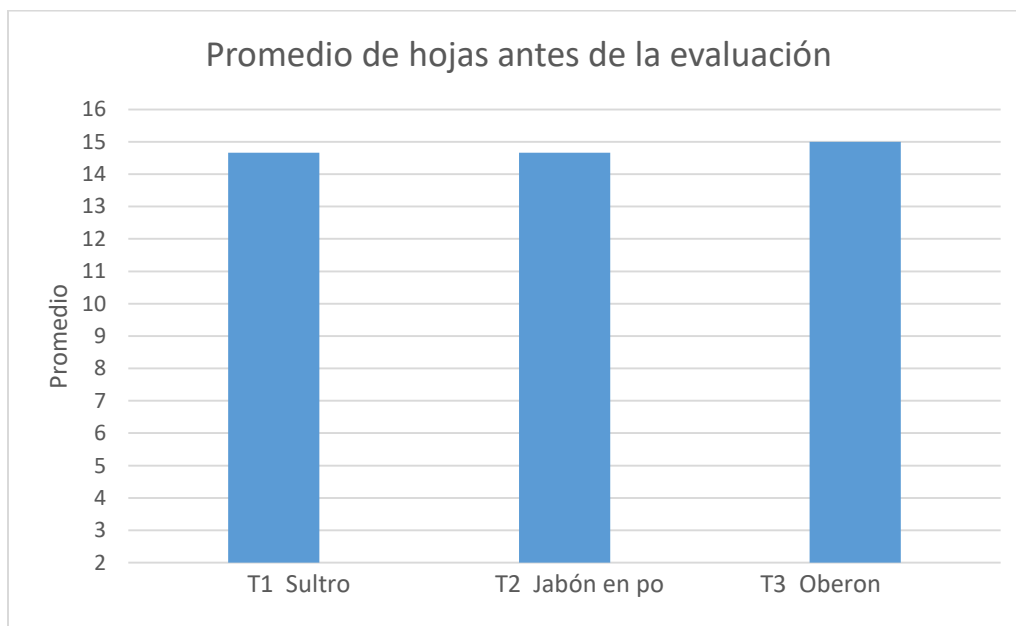
El promedio de hojas que hubo al inicio de la evaluación el cual fue de 15 hojas en los 3 tratamientos.

Tabla 14. Análisis de varianza de un facto de hojas antes de la evaluación

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	3	44	14.67	0.33
T 2	3	44	14.67	0.33
T 3	3	45	15	0

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.22	2	0.11	0.5	0.63	5.14
Dentro de los grupos	1.33	6	0.22			
Total	1.56	8				

Ilustración 7. Resumen de número de hojas antes de la evaluación



Fuente: autor.

El promedio de hojas es similar en los tres tratamientos evaluados.

Tabla 15. Promedio de hojas al final de la evaluación

T1 <i>Sultrón</i>	12,7
T2 Jabón en polvo	12,7
T3 <i>Oberon</i>	13,0

Fuente: autor.

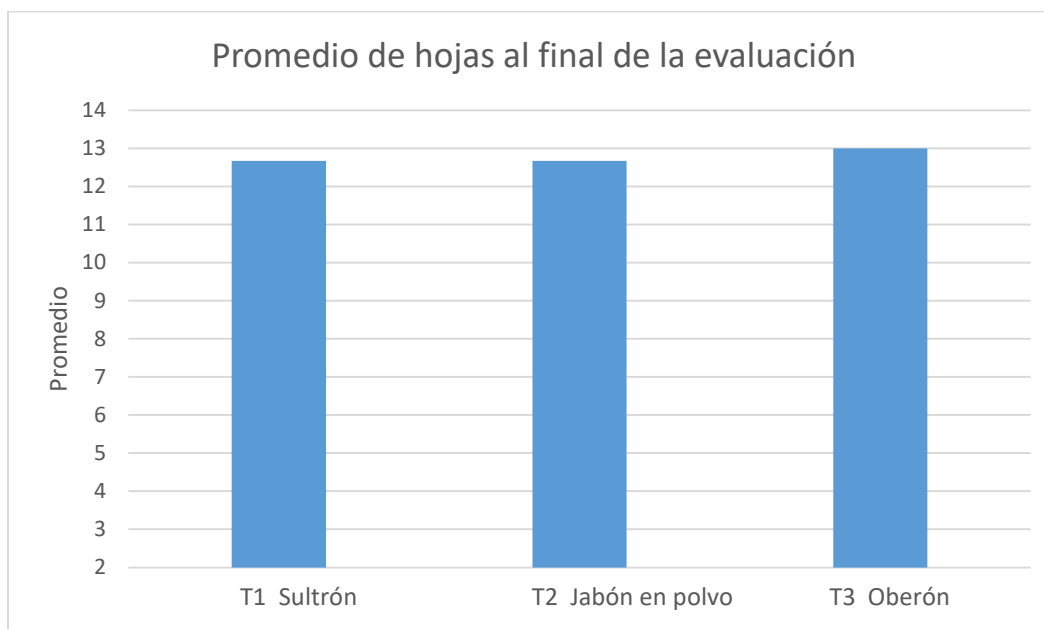
Se puede observar el promedio de hojas de los tres tratamientos después de terminar la evaluación el cual es de trece hojas, solo dos hojas hay de diferencia lo cual no es una variación muy alta, esta diferencia ocurrió durante el manejo por daños mecánicos.

Tabla 16. Análisis de varianza de un facto de hojas al final de la evaluación

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T 1	3	38	12.67	0.33
T 2	3	38	12.67	0.33
T 3	3	39	13	1

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.22	2	0.11	0.2	0.82	5.14
Dentro de los grupos	3.33	6	0.56			
Total	3.56	8				

Ilustración 8. Promedio de hojas al final de la evaluación



Fuente: autor.

El promedio de hojas al final de la evaluación es similar y esta pérdida de hojas ocurrió por daños mecánicos durante el manejo del cultivo.

6.6 Efecto fitotóxico de los productos aplicados en las hojas de las plantas de banano

Tabla 17. Efecto fitotóxico

Resumen del efecto fitotóxico			
	T1	T2	T3
R1	0	0	0
R2	0	0	0
R3	0	0	0

Fuente: autor.

Como se puede observar no existe ningún efecto fitotóxico por las aplicaciones en el cultivo.

6.7 Costos de aplicación

Tabla 18. Costos de aplicación según producto

Parámetro	Producto aplicado		
	<i>Sultrón</i>	Jabón en polvo	<i>Oberón</i>
Mano de obra	85	85	85
Precio del producto	600	10	1200
Cantidad de personas	2	2	2
Cantidad de producto lts/tonel	1,5	2	1,5
Precio de bomba	1000	1000	1000
Precio de tonel	50	50	50
Costo de total de producto utilizado	900	20	1800
Total de la mano de obra Q	170	170	170
Galón de gasolina Q	21	21	21
TOTAL Q	2141	1261	3041

Fuente: autor.

Se puede observar el costo de aplicación que tiene cada producto evaluado y es notable que el costo más bajo de aplicación es el del Jabón en polvo ya que tiene un valor de Q 1,261 y es el que presenta un mayor porcentaje de control sobre la plaga lo cual ayuda a esclarecer la incertidumbre de selección para aplicar, a diferencia del *Sultrón* que es de Q 2,141 y el *Oberón* de Q 3,041, da una diferencia de Q 1,780 en base al *Oberón* que es el que utilizan en la finca.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 Población de ácaro joven antes de la aplicación

La expectativa analizada para el primer muestreo que se hizo antes de la aplicación se encontró un promedio de arañas rojas bastante alto en los tres tratamientos con 34.53 individuos promedio, superando el umbral de población permitido, el cual es de treinta ácaros/muestreo. Luego de los muestreos que se realizaron antes de cada aplicación siempre se encontraron arácnidos, debido a que el ciclo de vida de la raña roja de aproximadamente quince días y las aplicaciones se hicieron cada quince días, en tanto, el transcurso del tiempo permitió que ésta completara un ciclo de vida

Las medias poblacionales que se obtuvieron de los muestreos durante la evaluación, antes de la aplicación, indican que si había un índice de infestación alto, oscilando en 36 – 35 individuos, como se puede analizar en la Tabla 2; siendo los tratamientos con *Sultrón* y *Oberón* son estadísticamente similares puesto que, no hay variación significativa de población antes de cada aplicación, y únicamente el tratamiento que se le aplicó Jabón en polvo presentó diferencia con menor población.

7.2 Población de ácaro joven después de la aplicación

En la Tabla 5 se presenta el resumen de las medias poblacionales después de las aplicaciones realizadas, resultando en disminución a razón promedio del 21.53%, así, el tratamiento donde se aplicó jabón en polvo resultó con el valor de media más bajo a 9.08 ácaros, comparado con los tratamientos donde se aplicó: *Sultrón* y *Oberón* que son bastante similares entre sí con 15.08 y 14.83 ácaros.

Póstumo al análisis de datos obtenidos, en la Tabla 5, se estimó que el producto más efectivo para control de poblaciones de ácaro plaga fue la aplicación de jabón en polvo ya que su eficiencia fue de 71%, mientras que *Sultrón* resultó en 59%, valor similar al tratamiento de *Oberón* ya que también tuvo 59% de eficiencia de control.

7.3 Población adulta antes de aplicación

La población de adultos de ácaros antes de aplicar los productos osciló 1.3 individuos/tratamiento resultando en efectividad de manejo de poblaciones jóvenes de la plaga al disminuir la descendencia para continuar su ciclo biológico, en contraste estadísticamente no ha diferencia por lo tanto los tres tratamientos fueron incidentes en la reducción de individuos.

7.4 Población adulta después de aplicación

La población adulta póstumo a la aplicación de los tratamientos fue de: 0.4 individuos/tratamiento en general, siendo el *Oberón* el de menor población al tener 0.2 adultos con 16.61% de eficacia, considerando que es el producto mayormente aplicado en Bonanza, por lo cual se estima la generación de resistencia de parte de las plagas, así, *Sultrón* es una alternativa viable al reducir las poblaciones a 33.31% con 0.5 adultos. Sin embargo, considerando las producciones sostenibles, se deben de aplicar productos amigables con el ambiente o con bajo nivel de toxicidad; así es como el jabón bio degradable en polvo, es el más efectivo con 41.66% de control a 0.5 adultos.

7.5 Promedio de hojas antes, después de la evaluación y efecto fitotóxico

La pérdida de hojas a después de la evaluación fue de 13.52% analizando los tres tratamientos; en el caso de *Sultrón* y el jabón en polvo evaluados el promedio fue de 12.7 mientras que para *Oberón* fue 13; en referencia a la toxicidad como se puede ver en la Tabla 15, las hojas no presentaron sintomatología de la misma es decir, no habían quemaduras de agroquímicos en ellas.

7.6 Costos de producción

Los costos son fundamentales en la toma de decisión para poner en práctica cualquier proyecto, las empresas buscan optimizar y economizar sus operaciones para obtener ganancias, respectivamente. De los productos evaluados, como se mira en la Tabla 16, el jabón en polvo resultó ser el más efectivo en economía al reducir al 58.5% lo invertido comparado con las aplicaciones de *Oberón*, ya que en el primero cuesta Q1261/ tonel rindiendo 3 hectáreas, el segundo con Q3041. Aplicar *Sultrón* es equivalente a invertir Q2141; razón crucial, ya que solamente se necesita estimar el 41.46% destinar para aplicar el jabón bio degradable pues es de Q1780 la diferencia de gastos.

8. CONCLUSIONES

La cantidad de hojas al final de la aplicación no vario demasiado, ya que tuvo en promedio las 5 plantas evaluadas de las tres repeticiones trece hojas, lo cual es bueno ya que se cuenta con más del número de hojas recomendadas para poder cosechas el cultivo, lo que nos da a entender también, es que si hubo efecto de control de parte de los productos, solo que en este caso el T2 fue quien tuvo una mejor eficiencia en cuanto a control y costos.

Las cantidades poblacionales de ácaros después de la aplicación fueron: T1 15 ácaros/centímetro cuadrado, T2 9 ácaros/centímetro cuadrado, T3 15 ácaros/centímetro cuadro. Por lo cual el producto que más disminuyo la población durante la evaluación fue el del jabón en polvo.

El producto que tuvo más eficiencia de control fue el jabón en polvo ya que tuvo un 71%, mucho más que el *Sultrón* y *Oberón* que es de 59% ambos. Esto se debe a que la mezcla de jabón en polvo es caliente y al momento de ser aplicado esta también crea bastante espuma lo cual favorece a que el ácaro se ahogue y muera a pocos minutos, una ventaja de ésta es que el jabón en polvo es bajo en toxicidad con lo cual no se estiman daños por contaminación al medio ambiente por ser bio degradable y los trabajadores no se expondrían a intoxicación por dicho producto en comparación a los otros dos que se evaluaron.

Uno de los factores a tomar en cuenta en un producto es el precio de aplicación debido a que por las estrategias de reducción de costos para las empresas, el precio de aplicación debe de ser bajo a comparación de otros para así poder economizar y obtener ganancias, además de que debe ser eficiente para controlar las poblaciones la plaga estimada. El valor/ aplicación más bajo de la evaluación es el del jabón en polvo ya que tiene un valor de Q 1,261, a diferencia del *Sultrón* con Q 2,141 y *Oberón* con Q 3,041.

La cantidad de hojas es muy importante a la hora de la cosecha, ya que las plantas deben de tener recomendado doce hojas para que el racimo pueda ser cosechado sin problemas y como mínimo debe tener siete. Después de la evaluación se pudo observar que se tuvo un buen control del ácaro ya que las plantas cuentan con un promedio de trece hojas, lo que significa que éstas cuentan con la cantidad de hojas recomendadas para cosecha de frutos.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar aplicaciones de menor intervalo entre sí, cada 10 días, para que el ácaro no pueda completar su ciclo de vida debido a incidencias de manejo, logrando la disminución de poblaciones rápidamente.
- Evaluar otras dosis diferentes ya que existe la posibilidad de que se tenga un mejor efecto para poder controlar la araña roja en cantidades más bajas de ingrediente activo/área aplicada.
- Realizar las aplicaciones en horas frescas de la mañana, por ejemplo: 6 am; ya que puede presentarse mejor efectividad de parte del producto aplicado en respuesta a condiciones ambientales favorables, para el banano las horas tempranas o iniciales del día equivalen a que sus hojas están extendidas; por lo tanto mejoraría la distribución de la aplicación.

10. FUENTES CONSULTADAS

ANACAFE. (julio de 2004). *Cultivo%20de%20Banano.pdf cultivo de banano*. Recuperado el 20 de abril de 2016, de <http://portal.anacafe.org/>: <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/6/Cultivo%20de%20Banano.pdf>

Artículos. (S.F.). http://articulos.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Arana_roja.htm Araña roja. Recuperado el 5 de mayo de 2016, de <http://articulos.infojardin.com/>
http://articulos.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Arana_roja.htm
http://articulos.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Arana_roja.htm
http://articulos.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Arana_roja.htm

Cep.unep.org. (5 de junio de 2009). *plagas-defintiva.pdf*. Recuperado el 5 de mayo de 2016, de <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/colombia-1/publicaciones-colombia/plagas-defintiva.pdf>

Ecured. (S.F.). *Ara%C3%B1a_roja*. Recuperado el 5 de mayo de 2016, de http://www.ecured.cu/Ara%C3%B1a_roja

Escalante, G. (2016). *Tratamientos y dosis*. Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

Garzaro, B. D. (15 de febrero de 2016). *guatemala-banano-supera-al-caf%C3%A9-como-producto-de-exportaci%C3%B3n*. Recuperado el 13 de mayo de 2016, de <http://www.estrategiaynegocios.net/>: <http://www.estrategiaynegocios.net/centroamericaymundo/centroamerica/guatemala/929984-330/guatemala-banano-supera-al-caf%C3%A9-como-producto-de-exportaci%C3%B3n>

Hortoinfo. (2011). *3083-ara-roja-tetranychus-urticae-090314 Araña roja. (Tetranychus urticae)*. Recuperado el 5 de mayo de 2016, de <http://www.hortoinfo.es/index.php/plagas/3083-ara-roja-tetranychus-urticae-090314>

Infoagro. (S.F.). *el_cultivo_del_platano_banano.asp El cultivo del plátano (banano)*. Recuperado el 20 de abril de 2016, de Infoagro.com: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano_banano.asp

Ivan. (S.F.). *como-eliminar-la-arana-roja.html Como eliminar la araña roja*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de La Huerta de Ivan: <http://www.lahuertadeivan.com/2015/05/como-eliminar-la-arana-roja.html>

Mason, L. (S/F). *tipos-metabolitos-primarios-producen-info_286838/*. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de <http://www.ehowenespanol.com>: http://www.ehowenespanol.com/tipos-metabolitos-primarios-producen-info_286838/

Muñoz, L. (20 de mayo de 2014). *combatir-la-arana-roja-en-el-huerto-ecologico COMBATIR LA ARAÑA ROJA*. Obtenido de <http://www.agrohuerto.com>: <http://www.agrohuerto.com/combatir-la-arana-roja-en-el-huerto-ecologico/>

Robles, E. (1 de agosto de 2012). *produccion-y-exportacion-de-banano-en-guatemala.shtml#.VzQ-I_n5fIU Producción y exportación de banano en Guatemala*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de <http://www.deguate.com>: http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-y-exportacion-de-banano-en-guatemala.shtml#.VzQ-I_n5fIU

Robles, E. (01 de 08 de 2012). *produccion-y-exportacion-de-banano-en-guatemala.shtml#.VzS4RIThDIX Producción y exportación de banano en Guatemala*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Deguate: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-y-exportacion-de-banano-en-guatemala.shtml#.VzS4RIThDIX>

Webster, A. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Colombia: McGraw Hill.

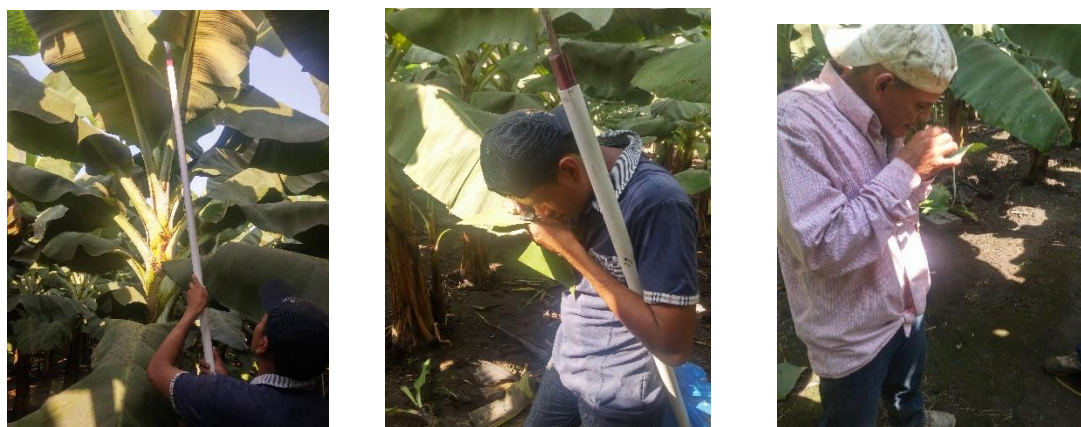
11. ANEXOS

Ilustración 9. Identificación del ensayo con nylon



Fuente: autor.

Ilustración 10. Muestreo de la araña roja



Fuente: autor.

Ilustración 11. Lupa 7x para realizar muestreos



Fuente: autor.

Ilustración 12. Aplicación de los productos químicos

Fuente: autor.



Tabla 19. Muestreo 1 de ácaros

Evaluación de araña roja							
Cable: 16				Fecha: 15/03/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos	Hojas/planta
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	44	0	0	16
		0	0	0	52	4	15
		0	0	0	58	2	15
		0	0	0	65	0	15
		0	0	42	0	3	16
	T2: Jabón en polvo	0	0	43	0	4	14
		0	0	0	51	3	16
		0	0	41	0	5	16
		0	0	0	56	0	14
		0	0	0	59	0	15
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	43	0	0	15
		0	0	40	0	4	14
		0	0	0	63	5	15
		0	0	0	59	3	15
		0	0	0	52	0	16
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	0	48	0	14
		0	0	0	52	4	13
		0	0	43	0	0	16
		0	0	0	64	3	16
		0	0	0	53	2	16
	T2: Jabón en polvo	0	0	0	61	0	15
		0	0	0	52	5	15
		0	0	45	0	5	16
		0	0	41	0	0	14
		0	0	0	57	3	15
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	0	66	4	14
		0	0	0	58	0	16
		0	0	0	55	0	15
		0	0	0	49	2	13
		0	0	44	0	3	16

Continuación Tabla 19.

Evaluación de araña roja							
Cable: 16				Fecha: 15/03/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos	Hojas/planta
3	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	0	54	0	13
		0	0	0	65	4	14
		0	0	38	0	3	12
		0	0	44	0	3	14
		0	0	40	0	2	15
	T2: Jabón en polvo	0	0	42	0	5	12
		0	0	0	59	0	15
		0	0	40	0	2	14
		0	0	38	0	0	15
		0	0	0	55	2	15
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	0	64	0	16
		0	0	0	58	2	14
		0	0	45	0	3	13
		0	0	41	0	3	15
		0	0	39	0	0	15

Fuente: autor.

Tabla 20. Muestreo 2 de ácaros

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 20/03/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	27	0	0	0
		0	25	0	0	1
		0	0	33	0	2
		0	24	0	0	0
		15	0	0	0	1
	T2: Jabón en polvo	12	0	0	0	0
		0	20	0	0	1
		0	22	0	0	0
		0	24	0	0	2
		0	19	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	18	0	0	3
		0	20	0	0	0
		0	26	0	0	2
		0	29	0	0	0
		0	24	0	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	24	0	0	2
		0	26	0	0	0
		0	16	0	0	0
		0	0	31	0	0
		0	28	0	0	2
	T2: Jabón en polvo	0	24	0	0	0
		0	20	0	0	1
		14	0	0	0	0
		0	24	0	0	1
		0	21	0	0	3
	T3: <i>Oberon</i>	0	26	0	0	2
		0	24	0	0	0
		0	27	0	0	0
		0	23	0	0	1
		15	0	0	0	0

Continuación Tabla 20.

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 20/03/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	0	22	0	0	0
		0	26	0	0	1
		0	19	0	0	0
		0	23	0	0	2
		15	0	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	22	0	0	0
		14	0	0	0	3
		0	18	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	18	0	0	1
	T3: <i>Oberon</i>	0	29	0	0	0
		0	23	0	0	0
		0	19	0	0	1
		0	16	0	0	1
		0	21	0	0	0

Fuente: autor.

Tabla 21. Muestreo 3 de ácaro

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 09/04/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	42	0	0
		0	0	41	0	2
		0	0	0	48	0
		0	0	44	0	0
		0	0	38	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	0	32	0	0
		0	0	44	0	0
		0	0	42	0	0
		0	0	44	0	1
		0	0	37	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	39	0	0
		0	0	43	0	0
		0	0	0	46	0
		0	0	45	0	2
		0	0	40	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	0	47	1
		0	0	44	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	0	46	0
		0	0	43	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	0	44	0	0
		0	0	38	0	0
		0	0	32	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	35	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	39	0	0
		0	0	41	0	0
		0	0	0	48	2
		0	0	37	0	0
		0	0	35	0	0

Continuación Tabla 21.

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 09/04/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	40	0	0
		0	0	35	0	0
		0	0	0	48	2
		0	0	44	0	0
		0	0	40	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	0	35	0	0
		0	0	40	0	2
		0	0	34	0	0
		0	0	41	0	0
		0	0	0	46	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	0	47	0
		0	0	42	0	0
		0	0	0	48	0
		0	0	38	0	0
		0	0	35	0	1

Fuente: autor.

Tabla 22. Muestreo 4 de ácaro

Evaluación de araña roja						
		Cable: 16				Fecha: 14/04/2016
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	18	0	0	0
		15	0	0	0	0
		0	22	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	16	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	9	0	0	0	0
		0	18	0	0	0
		11	0	0	0	0
		0	16	0	0	0
		11	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	16	0	0	0
		0	19	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	16	0	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	19	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	16	0	0	0
		0	21	0	0	0
		0	18	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	19	0	0	0
		0	16	0	0	0
		8	0	0	0	0
		11	0	0	0	0
		10	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	18	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	22	0	0	0
		0	17	0	0	0
		14	0	0	0	0

Continuación Tabla 22.

Evaluación de araña roja						
		Cable: 16				Fecha: 14/04/2016
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	14	0	0	0	0
		0	17	0	0	0
		0	22	0	0	0
		0	16	0	0	0
		0	17	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	9	0	0	0	0
		11	0	0	0	0
		0	17	0	0	0
		12	0	0	0	0
		0	17	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	21	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	19	0	0	0
		0	16	0	0	0
		15	0	0	0	0

Fuente: autor.

Tabla 23. Muestreo 5 de ácaros

Evaluación de araña roja						
Repetición	Tratamiento	Cable: 16			Fecha: 02/05/2016	
		05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	39	0	0
		0	0	31	0	0
		0	0	35	0	0
		0	0	41	0	0
		0	0	32	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	24	0	0	0
		0	0	31	0	0
		0	0	31	0	0
		0	29	0	0	0
		0	26	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	32	0	0
		0	0	34	0	0
		0	30	0	0	0
		0	0	31	0	0
		0	0	32	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	0	35	0	0
		0	0	34	0	0
		0	0	31	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	35	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	0	33	0	0
		0	0	31	0	0
		0	22	0	0	0
		0	28	0	0	0
		0	25	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	35	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	33	0	0
		0	0	31	0	0
		0	30	0	0	0

Continuación Tabla 23.

Evaluación de araña roja						
		Cable: 16				Fecha: 02/05/2016
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	0	30	0	0	0
		0	0	32	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	34	0	0
		0	0	35	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	25	0	0	0
		0	22	0	0	0
		0	0	31	0	0
		0	24	0	0	0
		0	28	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	0	34	0	0
		0	0	37	0	0
		0	0	34	0	0
		0	0	31	0	0
		0	30	0	0	0

Fuente: autor.

Tabla 24. Muestreo 6 de ácaros

Evaluación de araña roja						
		Cable: 16				Fecha: 06/05/2016
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	16	0	0	0
		12	0	0	0	0
		15	0	0	0	0
		0	18	0	0	0
		15	0	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	4	0	0	0	0
		6	0	0	0	0
		10	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		4	0	0	0	0
	T3: Oberon	0	16	0	0	0
		0	17	0	0	0
		12	0	0	0	0
		14	0	0	0	0
		13	0	0	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	13	0	0	0	0
		0	16	0	0	0
		0	17	0	0	0
		15	0	0	0	0
		13	0	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	11	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		3	0	0	0	0
		7	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	16	0	0	0
		0	16	0	0	0
		13	0	0	0	0
		10	0	0	0	0
		11	0	0	0	0

Continuación Tabla 24.

Evaluación de araña roja						
		Cable: 16				Fecha: 06/05/2016
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	12	0	0	0	0
		14	0	0	0	0
		0	16	0	0	0
		15	0	0	0	0
		12	0	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	5	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		10	0	0	0	0
		9	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	15	0	0	0	0
		0	16	0	0	0
		14	0	0	0	0
		15	0	0	0	0
		0	17	0	0	0

Tabla 25. Muestreo 7 de ácaros

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 23/05/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
1	T1: <i>Sultrón</i>	0	21	0	0	0
		14	0	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	19	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	9	0	0	0	0
		12	0	0	0	0
		15	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
		7	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	18	0	0	0
		0	22	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	19	0	0	0
2	T1: <i>Sultrón</i>	0	19	0	0	0
		0	21	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	21	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	0	16	0	0	0
		14	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
		6	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	19	0	0	0
		15	0	0	0	0
		0	20	0	0	0
		0	17	0	0	0
		0	16	0	0	0

Continuación Tabla 25.

Evaluación de araña roja						
Cable: 16			Fecha: 23/05/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos
3	T1: <i>Sultrón</i>	0	16	0	0	0
		0	17	0	0	0
		0	20	0	0	0
		15	0	0	0	0
		0	19	0	0	0
	T2: Jabón en polvo	6	0	0	0	0
		8	0	0	0	0
		7	0	0	0	0
		10	0	0	0	0
		11	0	0	0	0
	T3: <i>Oberon</i>	0	17	0	0	0
		0	19	0	0	0
		0	18	0	0	0
		0	21	0	0	0
		0	18	0	0	0

Fuente: autor.

Tabla 26. Muestreo 8 de ácaros

Evaluación de araña roja							
Cable: 16				Fecha: 27/05/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos	Hojas/planta
1	T1: <i>Sultrón</i>	6	0	0	0	0	14
		3	0	0	0	0	12
		5	0	0	0	0	14
		5	0	0	0	0	13
		6	0	0	0	0	14
	T2: Jabón en polvo	0	0	0	0	0	12
		3	0	0	0	0	11
		2	0	0	0	0	13
		2	0	0	0	0	11
		0	0	0	0	0	14
	T3: <i>Oberon</i>	6	0	0	0	0	12
		4	0	0	0	0	13
		3	0	0	0	0	12
		8	0	0	0	0	12
		6	0	0	0	0	14
2	T1: <i>Sultrón</i>	3	0	0	0	0	12
		6	0	0	0	0	12
		2	0	0	0	0	14
		4	0	0	0	0	15
		7	0	0	0	0	14
	T2: Jabón en polvo	4	0	0	0	0	12
		3	0	0	0	0	14
		1	0	0	0	0	13
		0	0	0	0	0	16
		1	0	0	0	0	12
	T3: <i>Oberon</i>	5	0	0	0	0	15
		3	0	0	0	0	14
		8	0	0	0	0	14
		7	0	0	0	0	12
		7	0	0	0	0	14

Continuación Tabla 26.

Evaluación de araña roja							
Cable: 16				Fecha: 27/05/2016			
Repetición	Tratamiento	05--15	16 -30	31-45	46-60	Adultos	Hojas/planta
3	T1: <i>Sultrón</i>	1	0	0	0	0	11
		5	0	0	0	0	12
		6	0	0	0	0	12
		3	0	0	0	0	13
		6	0	0	0	0	14
	T2: Jabón en polvo	0	0	0	0	0	12
		2	0	0	0	0	13
		0	0	0	0	0	11
		1	0	0	0	0	14
		3	0	0	0	0	13
	T3: <i>Oberon</i>	6	0	0	0	0	14
		5	0	0	0	0	12
		4	0	0	0	0	13
		8	0	0	0	0	12
		4	0	0	0	0	11

Fuente: autor.