

**CONSORCIO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA –CRIA-
ORIENTE
CADENA DE TOMATE**

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE EXTRACTOS BOTANICOS COMERCIALES Y
ARTESANALES, EN EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaco*) EN EL
CULTIVO DE TOMATE A CAMPO ABIERTO, EN DOS LOCALIDADES DEL
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

**MSc. ING. AGR. JOSE GABRIEL SUCHINI RAMIREZ
ING. AGR. GERSON EDUARDO CRUZ FLORES**

CHIQUIMULA, OCTUBRE DEL 2018

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

SIGLAS Y ACRONIMOS

ACT BOTANICO:	Extracto comercial de neem
B/C:	Beneficio Costo
CUNORI:	Centro Universitario de Oriente
CRIA:	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura
MAGA:	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
MM5:	Insecticida y repelente natural a base de microorganismos de montaña y cinco ingredientes: ajo, cebolla, jengibre, chile picante y plantas aromáticas
USDA:	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Descripción del cultivo de Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	2
2.2 Requerimientos de clima y suelo	3
2.2.1 Temperatura	3
2.2.2 Humedad	3
2.2.3 Luminosidad	4
2.2.4 Suelos	4
2.3 Plagas y enfermedades	4
2.4 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	5
2.4.1 Taxonomía	6
2.4.3 Daños Directos	8
2.4.4 Ecología	9
2.4.5 Control	9
2.4.6 Sintomatología	10
2.5 Insecticidas Botánicos	10
3. OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. HIPOTESIS	12
5. METODOLOGÍA	13
5.1 Localidades y época	13
5.1.1 Municipio de Chiquimula	13
5.1.2 Municipio de Ipala	14
5.2 Diseño experimental	15
5.3 Tratamientos	15
5.3.1 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	16

5.4	Tamaño de la unidad experimental	19
5.5	Modelo estadístico	19
5.5.1	Tamaño de la parcela bruta	20
5.5.2	Tamaño de la parcela neta	20
5.6	Variables de Respuesta	21
5.6.1	Variables a Medir	21
5.6.2	Variables a Evaluar	21
5.6	Análisis de la información	23
5.7	Manejo del experimento	24
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	26
6.1	Variable evaluada. Efectividad	26
6.2	Variable Evaluada: Rendimientos	28
6.3	Relación Beneficio/Costo	29
6.4	Incidencia de Virosis causada por mosca blanca	31
7.	CONCLUSIONES	34
8.	RECOMENDACIONES	35
9.	BIBLIOGRAFÍAS	36
	ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PÁGINA
1	Taxonomía del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)	3
2	Principales plagas del tomate (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)	5
3	Taxonomía de la mosca blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>)	6
4	Distribución de los tratamientos en bloques completos al azar	21
5	Medidas de ajuste del modelo	26
6	Prueba de hipótesis secuenciales	26
7	Efectividad, Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento	27
8	Coeficiente de variación	28
9	Prueba de hipótesis secuenciales para la variable rendimiento	28
10	Medias ajustadas y errores estándares para la localidad variable rendimiento	29
11	Análisis financiero (relación beneficio/costo) Localidad Cofradías, Ipala, Chiquimula	30
12	Análisis financiero (relación beneficio/costo) Localidad La Vega del CUNORI, Chiquimula	31
13	Porcentaje de incidencia de virosis en Vega, CUNORI, Chiquimula	32
14	Porcentaje de incidencia de virosis en Cofradías, Ipala	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PÁGINA
1	Mapa finca “Vega CUNORI”, ubicación en el municipio de Chiquimula.	14
2	Mapa del Municipio del Ipala, Chiquimula	15
3	Distribución de la parcela neta y distanciamientos utilizados en los extractos evaluados	20
4	Graficas relación población mosca blanca vrs Temperatura en Localidad de Cofradías, Ipala y la Vega de CUNORI, Chiquimula	28
5	Grafica población total de mosca blanca en la Vega del CUNORI, Chiquimula.	33
6	Grafica población total de mosca blanca en Cofradías, Ipala,	33

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE EXTRACTOS BOTANICOS COMERCIALES Y ARTESANALES, EN EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) EN EL CULTIVO DE TOMATE A CAMPO ABIERTO, EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA

**MSc. José Gabriel Suchini
Ing. Agr. Gerson Eduardo Cruz Flores**

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en Centro América y su cultivo es permanente en territorios con condiciones agroclimáticas específicas. En la región oriental de Guatemala el cultivo se establece bajo condiciones de temperaturas normalmente cálidas. Además, es un cultivo que favorece el empleo de mano de obra no calificada en la región.

En las últimas décadas el número de productores y por tanto el área de producción del cultivo se redujeron considerablemente a nivel nacional, por ejemplo, en el valle de Esquipulas, Chiquimula, de producir un promedio anual de seiscientos hectáreas de tomate bajo actualmente a un promedio de cuarenta hectáreas anuales. La causa principal, pérdidas completas de cultivos y reducción de cosechas por plagas como la mosca blanca (*bemisia tabaci*). Por lo tanto la cadena de tomate del CRIA Oriente considero dentro de sus líneas de investigación la evaluación de nuevos métodos de control de plagas.

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la efectividad, rendimientos y relación beneficio costo de seis extractos botánicos, tres de fabricación comercial y tres de fabricación artesanal en el control de poblaciones adultas de mosca blanca. Para el efecto se establecieron dos ensayos de 756mts² cada uno en diferentes condiciones agroclimáticas, una en la comunidad de cofradías, municipio de Ipala y otra en la vega del CUNORI, Chiquimula. Los ensayos se establecieron bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Luego del análisis estadístico de la información se determina que cinco de los seis extractos evaluados no presentan diferencias significativas en el efecto y control de mosca blanca. Los extractos ACT botánico de fabricación comercial y macerado de flor de muerto presentan las mejores medias en cuanto a efectividad en el control de la plaga con 25.59 Y 19.19 % respectivamente. Los rendimientos no se vieron afectados por influencia directa de los tratamientos, las diferencias estadísticamente significativas están dadas por efectos agroclimáticos de la localidad. La relación B/C indica que tratamientos como ACT botánico con 1.63 y macerado de flor de muerto con 1.56 fueron los mejores en la localidad de Ipala; y en la vega de CUNORI los tratamientos macerado de neem, tagelis y ACT Botánico presentan la mejor relación B/C con 1.51, 1.48 y 1.47 respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las principales hortalizas consumidas en fresco y como condimento o acompañante de diferentes platillos o comidas de la población en Centro América. En Guatemala se produce tomate para suplir la demanda del consumo interno y para la exportación a países vecinos como El Salvador y Estados Unidos. El departamento de Chiquimula, es uno de los territorios con mayor producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) a nivel nacional, las condiciones agroclimáticas y la cercanía del departamento con el hermano país de El Salvador, privilegian e incentivan la producción de esta hortaliza. Por lo tanto, el cultivo del tomate es uno de los rubros de mayor importancia económica para familias productoras en Chiquimula y el oriente del país. El cultivo genera empleo temporal en el área rural e ingresos para quienes lo producen en por lo menos dos ciclos por año. Sin embargo, diagnósticos realizados por la cadena del tomate del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria – CRIA- Oriente, indican que, dentro de los principales problemas del cultivo se encuentran la alta incidencia de plagas y métodos de control de alto costo.

Una de las plagas consideradas de mayor importancia e incidencia económica es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), siendo esta plaga una verdadera limitante en el eslabón de la producción. Lo anterior dado por varios factores, mencionaremos dos: 1) la plaga ha elevado considerablemente los costos de producción del cultivo y 2) ha reducido los rendimientos hasta el punto de ocasionar pérdidas totales. A esta plaga se le atribuye el abandono de grandes áreas de producción de tomate en el oriente del País y por lo tanto la reducción del número de productores agrícolas dedicados a este cultivo. Por tal razón, dentro del consorcio y la cadena de tomate en oriente de Guatemala, se considera muy importante generar información relacionada a la identificación y documentación de métodos efectivos de control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), al punto de ser una de las líneas de investigación priorizadas dentro de la cadena.

En la actualidad el principal método de control es el químico, pero mercados cada vez más exigentes ha obligado a productores de tomate a buscar nuevos métodos de control de la plaga. Los nuevos métodos de control deben ser eficientes, económicamente rentables, amigables con el ambiente y con aportes significativos a la salud de productores y consumidores.

El uso de extractos botánicos o vegetales con propiedades insecticidas o repelentes constituye una alternativa eficaz en el manejo de plagas agrícolas, desde hace décadas. En la actualidad existe una considerable oferta de insecticidas comerciales elaborados a base de extractos botánicos, sin embargo el uso de estos es bajo. El desconocimiento de productores de tomate en cuanto a las formas de uso y efectividad de los extractos botánicos impiden el uso masivo de estos.

Hay una serie de estudios de especies botánicas, algunas de ellas malezas para el propio cultivo de tomate, a las mismas se les atribuye diferentes propiedades insecticidas o repelentes. La flor de muerto (*tagetes sp.*) es una de estas especies con propiedades insecticidas, nematicidas y

repelentes comprobadas; sin embargo estas propiedades y la efectividad de la misma en el control de plagas como mosca blanca (*B. tabaci*) es poco conocida.

La presente investigación generó información sobre la efectividad de los insecticidas a base de extractos botánicos de producción comercial y artesanal en el control de mosca blanca (*B. tabaci*) en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) y aportando evidencias que contribuyen a una mejor toma de decisiones de productores de tomate sobre el uso de insecticidas botánicos con alta eficiencia en control de la plaga.

La metodología utilizada para la presente investigación considero el establecimiento de dos ensayos de tomate en parcelas con un área total de 756 metros cuadrados en cada una de las localidades; la distribución de los tratamientos en cada parcela se definió por medio del diseño estadístico de bloques al azar. Para establecer la efectividad de los insecticidas botánicos se realizaron recuentos del número de adultos de mosca blanca, rendimientos promedio de cada tratamiento y la relación beneficio costo.

Los dos ensayos se establecieron a campo abierto el 01 de Diciembre del 2017 y el ciclo de producción finalizó el 14 de abril del 2018, los mismos se ubicaron en el municipio de Ipala y Chiquimula, departamento Chiquimula, Guatemala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*)

El origen del género *Solanum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, sin embargo, algunas fuentes indican que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá.

El género comprende nueve especies, ocho de las cuales se han mantenido dentro de los límites de su lugar de origen. Una sola *L. esculentum* bajo su forma silvestre *L. ceraciforme*, fue llevada hacia América Central por los indígenas en forma de maleza. Fue en México donde ocurrió la domesticación, especialmente en la zona de Puebla y Veracruz. De ahí fue introducido en Europa en el siglo XVI, donde por largo tiempo se le consideró como venenosa. (Depestre, 1999).

El tomate cultivado pertenece a la familia de las solanáceas. Es una especie diploide con $2n=24$ cromosomas. La flor es hermafrodita y su estructura asegura una estricta autogamia

(pistilo encerrado en el cono de 5 a 7 estambres con dehiscencia interna longitudinal (Depestre, 1999).

Cuadro 1. La taxonomía del tomate es la siguiente

Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>S. lycopersicum</i>
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i>
Nombre común	Tomate, jitomate

Fuente: www.infoagro.com

2.2 Requerimientos de clima y suelo

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Corpeño 2004).

2.2.1 Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (Corpeño 2004).

2.2.2 Humedad

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (<45%) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor.

Valores extremos de humedad reducen el cuajado de los frutos; valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen, y puede limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes y generar déficit de elementos como el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical del fruto), además esta condición es muy favorable para el desarrollo de enfermedades fúngicas.

Por otro lado valores muy bajos producen grandes exigencias en la evapotranspiración, lo que puede generar que la planta aumente el consumo de agua y deje de consumir nutrientes, limitando su crecimiento y acumulando sales en el medio, las cuales pueden llegar a ser un problema más, para el buen desarrollo del cultivo (Corpeño 2004).

2.2.3 Luminosidad

El tomate es un cultivo que no lo afecta el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y cuaje de frutos por falta de luz.

En la práctica se ha observado que los distanciamientos de siembra pueden afectar el desarrollo de las primeras flores por falta de luz, principalmente en aquellas variedades que tienden a producir mucha ramificación o crecimiento de chupones laterales, lo cual impide que la luz penetre hasta donde se lleva a cabo el desarrollo de los primeros racimos florales, afectando el cuaje y crecimiento de los frutos. Esta desventaja se puede solucionar haciendo podas de los chupones que crecen por debajo de los primeros racimos florales, o dando más distanciamiento entre plantas (Corpeño 2004).

2.2.4 Suelos

Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9 - 6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen. Otro aspecto que se debe de considerar previo a la siembra de tomate, son los antecedentes del terreno, ya que se han observado problemas con enfermedades bacterianas, principalmente el ataque de marchitez bacteriana en plantaciones realizadas sobre suelos con antecedentes de uso pecuario (Corpeño 2004).

2.3 Plagas y enfermedades

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a pesar de tener un ciclo de vida corto según su tipo de crecimiento, es atacado por numerosas plagas (insectos, hongos, bacterias, malezas, nematodos), tanto del suelo como del follaje (Cuadros 1).

Cuadro 2. Principales plagas y enfermedades del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Insectos Plaga	Tipo	Nombre científico
Gallina ciega	Minadores	<i>Phyllophaga spp.</i>
Minador de las hojas		<i>Liriomyza spp.</i>
Afidos	Chupadores	<i>Aphidoidea spp.</i>
Mosca blanca		<i>Bemisia tabaci</i>
Paratrioza		<i>Bactericera cockerelli Sulc.</i>
Trips		<i>Thrips tabaci</i>
Araña roja		<i>Tetranychus urticae</i>
Gusano	Masticadores	<i>Spodoptera exigua</i>
Gusano del fruto		<i>Heliothis zea</i>
Gusano alambre		<i>Agriotes spp.</i>
Bacterias	Tipo	Nombre científico
Pudrición bacteriana	Bacteriana	<i>Erwinia carotovora</i>
Mancha bacteriana		<i>Xanthomonas vesicatoria</i>
Marchitez bacteriana		<i>Ralstonia solanacearum</i>
Cáncer bacteriano		<i>Clavibacter michiganensis</i>
Hongos	Tipo	Nombre científico
Botrytis	Fungosa	<i>Botrytis cinérea</i>
Cenicilla		<i>Leveillula taurica, Oidium lycopersicum</i>
Mal del talluelo		<i>Rhizoctonia</i>
Moho de la hoja		<i>Cladosporium fulvum</i>
Marchitez o fusariosis		<i>Fusarium oxysporum</i>
Tizón tardío		<i>Phytophthora infestans</i>
Tizón temprano		<i>Alternaria solani</i>

Fuente: DISAGRO 2004

2.4 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca es un pequeño insecto perteneciente al orden homóptera. Los adultos miden alrededor de dos milímetros de largo. Las alas son cubiertas de un polvillo blanco. Las ninfas son móviles únicamente en su primer estado, en busca de un lugar donde anclarse, luego son inmóviles parecen escamas pequeñas y se localizan en el envés de las hojas, ninfas y adultos de esta plaga chupan la savia de las hojas debilitando la planta. Su importancia económica radica en su capacidad para transmitir virus a las plantas.

2.4.1 Taxonomía

La taxonomía de la mosca blanca (*B. tabaci*), se basa en gran medida en las características de las pupas del cuarto estadio larval, pero es muy importante contar con la información complementaria para todas las etapas, de manera que se facilite la ubicación taxonómica (Casados J.C, 2005).

Cuadro 3. Taxonomía de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Reino	Animal
Sub-Reino	Invertebrados
Phyllum	Arthropoda
Sub-Phyllum	Mandibulata
Clase	Insecta
Orden	Homóptera
Familia	Aleyrodidae
Género	Bemisia
Especie	Bemisia tabaci Gennadius

Fuente: Casados J.C, 2005

2.4.2 Morfología y ciclo de vida

- **Huevo**

Mide alrededor de 0.2 mm de longitud por 0.1 mm de ancho, recién puesto presenta tonalidades blanco amarillentas, son de forma oval-alargada acabando en una prolongación llamado pedicelo (SAEPI, 2002 c.p. Aguilar.2003). Los huevos son inicialmente blancos, luego toman un color amarillo y finalmente se tornan café oscuro cuando están próximos a eclosión. La mosca blanca pone los huevos en forma individual o en grupos (Cardona et al., 2005).

- **Primer Instar**

La ninfa recién emerge del huevo se mueve para localizar el sitio de alimentación; es el único estado inmaduro que hace este movimiento y se le conoce como “crawler” o gateador. De allí en adelante la ninfa es sésil. Tiene forma oval con la parte distal ligeramente más angosta. Es translúcida y con algunas manchas amarillas. Es muy pequeña (0.27 mm de longitud y 0.15 mm de anchura). La duración promedio del primer instar es de tres días (Cardona et al., 2005).

Mide unos 0.3 mm de longitud, es móvil de contorno oval, con antenas y tres pares de patas funcionales y desarrolladas, color ligeramente amarillo a verde, hasta el marrón claro parduzco (SAEPI, 2002 c.p. Aguilar, 2003).

- **Segundo Instar**

La ninfa de segundo instar es translúcida, de forma oval con bordes ondulados. Mide 0.38 mm de longitud y 0.23 mm de anchura. Las ninfas de primer y segundo instar se ven con mayor facilidad si se usa una lupa de 10 aumentos. La duración promedio del segundo instar es de tres días (Cardona et al., 2005).

- **Tercer Instar**

La ninfa de tercer instar es oval, aplanada y translúcida, semejante a la de segundo instar. El tamaño aumenta al doble del primer instar (0.54 mm de longitud y 0.33 mm de anchura). Se observa con facilidad sobre el envés de la hoja sin necesidad de lupa. La duración promedio del tercer instar es de tres días (Cardona et al., 2005).

El tercer estadio ninfal dura 5 días aquí presenta similitud en características morfológicas a las del segundo estadio ninfal. El posible cuarto estadio o “pupa” ocurre después de la tercera muda, aquí la ninfa pasa por dos fases; una inicial durante la cual se alimenta y otra donde deja de hacerlo y sufre algunos cambios morfológicos que es lo que se conoce como pupa, esta fase dura 6 días (Gil-Spillary, 1994 c.p. Roca, 2003).

- **Cuarto instar (Pupa)**

La ninfa recién formada de cuarto instar es oval, plana y casi transparente. A medida que avanza su desarrollo se torna opaca y en ese momento se le da el nombre de pupa. Presenta hilos de cera largos y erectos que le son característicos. De perfil luce elevada con respecto a la superficie de la hoja. En las pupas más desarrolladas próximas a la emergencia de adultos, los ojos se observan con facilidad. La pupa mide 0.73 mm de longitud y 0.45 mm de anchura. La duración promedio del cuarto instar es de ocho días (Cardona et al., 2005).

El tamaño y número depende de la planta huésped, dorso entero elevado son de forma oval alargada, setas dorsales elevadas, las que están parasitadas son de color oscuro (SAEPI, 2002 c.p. Aguilar, 2003). La apariencia del cuerpo de la pupa es transparente y comienza a presentar coloraciones rojas en los ojos, la forma del cuerpo es oval u elongada-oval el margen pupal es crenulado. La pupa presenta una fila submarginal de papilas, el cuerpo se torna grueso y ligeramente levantado de la superficie del substrato por una capa de cera blanca vertical llamada Empalizada, el subdorso con unas pocas papilas grandes (Gil-Spillary, 1994 c.p. Roca, 2003).

- **Adultos**

El cuerpo es de color amarillo, sus alas de color blanco, redondeadas, anchas y enervación reducida (SAEPI, 2002 c.p. Aguilar, 2003). Es de color alimonado, alas hialinas de aspecto blanquecino por la segregación de las glándulas abdominales (Edi Agro, 2003 c.p. Aguilar, 2003).

Recién emerge de la pupa, el adulto mide aproximadamente 1 mm de longitud. El cuerpo es de color amarillo limón; las alas son transparentes, angostas en la parte anterior, se ensanchan hacia atrás y están cubiertas por un polvillo blanco. Los ojos son de color rojo oscuro. Las hembras son de mayor tamaño que los machos, viven entre 5 y 28 días. Se alimentan y ovipositan en el envés de hojas jóvenes, las cuáles seleccionan por atracción de color. Los adultos copulan apenas emergen, pero puede haber un período de preoviposición de un día. Una hembra pone entre 80 y 300 huevos. (Cardona et al., 2005).

El adulto recién emergido es de color blanco debido al polvo blanco de las secreciones cerosas producidas brevemente después de emerger de la pupa, mide alrededor de 1.5 mm (Roca, 2003).

2.4.3 Daños Directos

Los adultos y las ninfas causan daños directos cuando se alimentan chupando la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción (Cardona et al., 2005). Los daños directos son ocasionados cuando las larvas y los adultos se alimentan succionando la savia de las hojas (Aguilar, 2003).

Los daños directos son producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la savia lo que ocasiona el debilitamiento de la planta. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del rendimiento (Rodríguez, 1994 c.p. Cabello et al, s.f.).

- **Indirectos**

La mosca blanca también causa daños indirectos por la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de sustrato para el crecimiento de un hongo de color negro conocido como “fumagina”. Al cubrir la parte superior de la hoja, el hongo causante de la fumagina interfiere con el proceso de fotosíntesis lo cual también afecta el rendimiento del cultivo. Cuando la infestación es muy alta, la fumagina puede cubrir las hojas y frutos afectando así la calidad del producto. Esto aumenta las pérdidas para el agricultor (Cardona et al, 2005).

Los daños indirectos se deben a la secreción de las larvas en hojas, flores y frutos que provocan asfixia vegetal, dificultando la fotosíntesis, afectando la calidad de las cosechas y la sanidad de la planta (Aguilar, 2003).

Producidos por la secreción de mielecilla y posterior asentamiento de negrilla (*cladosporium sp*) en hojas, flores y frutos; lo que provoca: asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución de en la calidad de cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios (Rodríguez, 1994 c.p. Cabelloet al, s.f.).

- **Transmisión de virus**

Transmite una enfermedad de tipo amarillamiento, la cual fue consignada en cultivos de pepino y melón, desarrollada en invernaderos comerciales, para lo cual se reportaron incidencias hasta de un 100% y pérdidas en producción hasta de un 40%, a esta enfermedad se denominó “virus amarillamiento”, el cual es de forma de varilla flexible. También se describió el “virus falso enrollamiento”, con amplio rango de hospedantes en el valle de Salinas California. Este mismo virus se reportó en Francia y Holanda. En el caso de solanáceas, es donde más problemas se han tenido con las enfermedades virales, ya que existen reportes sobre el “virus del acolochamiento”, enfermedad similar a la que se presenta en el tabaco (SAGAR, 1995 c.p. Aguilar, 2003)

2.4.4 Ecología

Experimentos realizados por Krans, con el propósito de establecer una posible correlación entre el número de moscas blancas y las condiciones ambientales, concluyen que condiciones de humedad relativa entre 80 y 90% y temperatura de 28 a 36°C, favorecen el desarrollo de las fases juveniles al acortar la duración de cada estadio. La cantidad de lluvias afectan también el desarrollo de la mosca blanca. Las lluvias intensas disminuyen la población de la plaga (Cardona et al, 2005).

2.4.5 Control

- **Biológico**

Se define el control biológico como: la acción de parásitos, depredadores, patógenos y antagonistas; en el mantenimiento de la actividad de otro organismo a un promedio más bajo del que podrían ocurrir en su ausencia. Para el manejo de la mosca blanca se han identificado diversos organismos con importantes resultados a nivel de laboratorio y campo.

Aphelinidae, Eulophidae, Platygasteridae y Encyrtidae, depredadores (Ordenes Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Hemiptera y Thysanoptera y algunos ácaros) y hongos entomopatógenos (géneros *Aschersonia*, *Lecanicillium*, *Beauveria* y *Paecilomyces*) ejercen un control natural sobre la mosca blanca. Cuando las condiciones son favorables, los enemigos naturales ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga en el campo. Los plaguicidas pueden afectar los agentes de control biológico (Cardona et al, 2005).

- **Químico**

A campo abierto el tratamiento con insecticidas no mata a los huevos ni a las ninfas de mosquita blanca en forma rociada, por ello han desarrollado resistencia a la mayoría de los pesticidas comunes (Aguilar, 2003).

El control químico es todavía el método más utilizado para el manejo de mosca blanca pero no se está usando correctamente. Por ejemplo, en la historia de control químico para mosca blanca se han utilizado insecticidas a los cuales el insecto se ha vuelto resistente. En su momento estudios del CIAT indicaron resistencia de la plaga a los compuestos organofosforados, monocrotófos, a algunos carbamatos y a piretroides. El control químico se debe usar racionalmente, sólo cuando es necesario, a los niveles de población del insecto justifiquen su uso (Cardona et al, 2005).

2.4.6 Sintomatología

En tomate, el síntoma más característico consiste en alteraciones de la forma y color de los folíolos, alternándose áreas cloróticas con otras de color verde normal y verde oscuro (mosaicos), los folíolos se deforman apareciendo rizados, abarquillados o con aspecto filiforme.

En infecciones precoces se reduce el crecimiento de la planta, el tamaño y el número de frutos con la consiguiente repercusión negativa en el rendimiento, también puede observarse la caída de flores.

Frecuentemente los frutos reducen su tamaño y muestran manchas decoloradas amarillas, irregulares o en forma de anillo, otras veces se presentan alteraciones necróticas externas e internas. Cuanto más precoz es la infección, mayor es la repercusión en la producción.

La intensidad de los síntomas puede variar dependiendo de diversos factores, entre ellos: la cepa del virus, el cultivar de tomate, la intensidad de la luz, la temperatura, la edad de la planta en el momento de la infección, el contenido de nitrógeno en el suelo, etc.

2.5 Insecticidas Botánicos

El empleo de extractos o insecticidas botánicos en la agricultura es una alternativa natural y rentable que permite producir alimentos de buena calidad, con un beneficio para el medio ambiente y la salud de los productores y consumidores, ya que el producto no es un elemento extremadamente tóxico. Esta opción combina y aprovecha aquellas ventajas que brindan las plantas, a través de sus ingredientes activos con comprobada acción insecticida o fungicida (Gimeno, 2008).

Uno de ellos es el extracto de neem o nim se usa como insecticida en agricultura para control de plaga de minadores, pulgón, trips, ácaros, mosca blanca, cochinilla, araña roja,

nematodos, orugas, y es efectivo por su acción fungicida para el mildiu, roya, podredumbre gris, oídio y botrytis (Gimeno, 2008).

El ajo (*Allium sativum*), conocido por todos como condimento de comidas, a las que da un sabor muy característico y como medicina; sin embargo, es una alternativa natural contra plagas de ácaros, babosas, minadores, chupadores, barrenadores, masticadores, áfidos, pulgones, bacterias, hongos y nematodos. Se puede utilizar de varias maneras, en extracto, purines y maceración, tenemos que tener en cuenta que los ajos si son silvestres o ecológicos, tendrán mayores principios activos, que si han recibido abonos químicos y así mantendrán todo su potencial repelente y toda la fuerza de sus principios activos, en los ajos de comercio convencional suele practicarse una irradiación e ionización a los bulbos para de esta forma queden asépticos y no germinan, por lo que duran más tiempo, pero han perdido lo esencial de su vitalidad y de sus virtudes (Gimeno, 2008).

El ajo en combinación con el chile picante son muy utilizado dentro de la gastronomía para realzar el sabor de las comidas gracias al sabor picante de su pulpa y venas, lo que muy pocas se conoce es que también se puede utilizar en la agricultura ecológica como insecticida y repelente de insectos.

La cebolla actúa como fungicida, bactericida e insecticida. Afecta a varios tipos de hongos (*Alternaria tenuis*, *Aspergillus niger*, *Diplodia maydis*, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium* sp.), pulgones y al gorgojo castaño de la harina.

La especie que está siendo muy utilizada como repelente o insecticida botánico es la flor de muerto *Tagetes erecta* porque posee propiedades naturales de repulsión de insectos y nematodos. Se pueden elaborar insecticidas caseros y fáciles de hacer a partir de esta planta que se encuentra como maleza en muchos terrenos, utilizándola para la fumigación de plantas atacadas por plagas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de los extractos botánicos comerciales y artesanales disponibles en Guatemala para el control de poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a campo abierto en dos localidades del departamento de Chiquimula, Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

Estimar la efectividad de tres extractos botánico comerciales y tres extractos botánicos elaborados artesanalmente, en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Establecer el efecto sobre el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) de cada uno de los extractos botánicos a evaluar producto del control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Determinar cuál de los extractos botánicos utilizados es más económico y efectivo en el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*.

4. HIPOTESIS

Ho. No existe diferencia estadística entre los extractos botánicos comerciales y artesanales evaluados en cuanto a la efectividad del control de mosca blanca en el cultivo de tomate.

Ho. No existe diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento total en kg/ha entre los tratamientos de extractos botánicos comerciales y artesanales.

5. METODOLOGÍA

5.1 Localidades y época

5.1.1 Municipio de Chiquimula

La investigación se realizó en la localidad denominada “la vega CUNORI” se encuentra localizada a una altitud de 360 msnm, a una latitud norte de 14⁰40'46" y a una longitud este de 89⁰31'18", la finca se encuentra a 169.5 km. de la ciudad capital, por la carretera al atlántico CA-10. Dentro de sus límites se establece que al norte colinda con el área pecuaria y el río san José, al sur con el Sr. Mario Girón, al este con el Sr. Luis Cerezo y al oeste con terrenos del área de pecuaria de CUNORI y el río San José.

➤ **Clima y zona de vida**

Las condiciones climáticas de la unidad productiva son

Temperatura máxima:	39 ⁰ C
Temperatura mínima:	16.3 ⁰ C
Precipitación pluvial anual:	825.5 mm
Humedad relativa:	60% (época seca) 75% (época lluviosa)

Según Holdridge (1957). La finca La Vega el CUNORI se sitúa dentro de la zona de vida de Bosque muy seco subtropical o monte espinoso, con una época lluviosa que comprende de los meses de mayo – octubre, y una estación seca de noviembre – abril.

➤ **Recursos Naturales**

• **Suelo**

Los tipos de suelo de la vega el CUNORI son de tipo aluvial no diferenciado serie miscelánea los cuales son utilizados para la explotación de diversos cultivos como hortalizas, frutales, entre otros usos. Los cuales presentan una gran fertilidad y condiciones adecuadas para su establecimiento. Estos terrenos son casi planos con pendientes leves de uno % en promedio, siendo un terreno arable.

• **Agua**

El área de producción agrícola obtiene este recurso natural de dos fuentes: río San José (tiene un grado alto de contaminación) y de un pozo artesanal, del mismo se extrae el agua con bomba hidráulica para utilizarla en riegos por goteo e inundación en la finca.

➤ **Recursos físicos**

• **Vías de acceso**

La unidad de producción agrícola cuenta con diferentes caminos de acceso, pero en todas es necesario el paso por el río San José, lo que se dificulta en épocas lluviosas. Existe una calle de terracería que tiene su ingreso en la CA-10. 169.5 Km que durante la temporada de lluvias contribuye a llegar a la vega y cuando se está inhabilitado este acceso hay que hacerlo caminando y cruzando el río en mención.

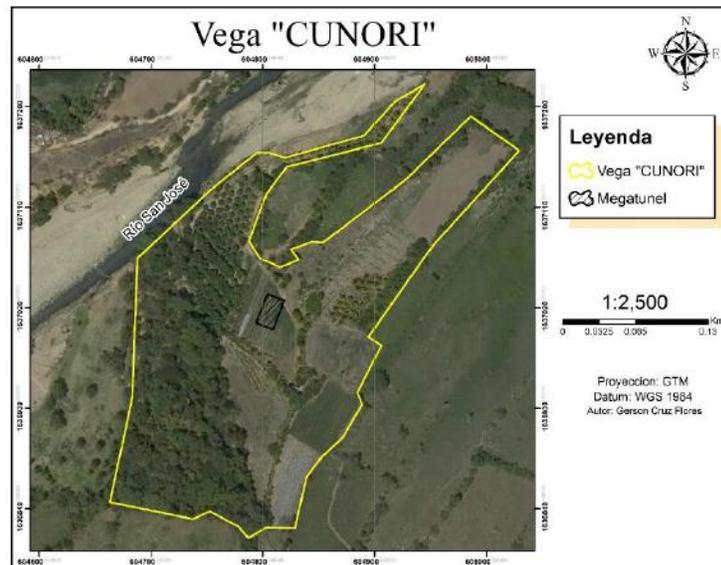


Figura 1. Mapa finca “Vega CUNORI”, ubicada en el municipio de Chiquimula.

5.1.2 Municipio de Ipala

El municipio de Ipala se encuentra en la parte poniente del departamento de Chiquimula. Este municipio se encuentra dentro de las coordenadas delimitadas por los paralelos 14 o 32’ 30” y 14 o 40’24” de latitud norte y los meridianos 89 o 37’00” y 89 o 42’00” de longitud Oeste. Tiene una extensión territorial de 228 kilómetros cuadrados, que representan el 9.5% del total del departamento de Chiquimula, el idioma predominante es el español.

➤ **Condiciones Agroecológicas**

Altitud	832 metros sobre el nivel del mar
Precipitación Pluvial Anual	Año húmedo 1200 milímetros Año Seco 600 milímetros de Mayo a Octubre
Temperatura Media Anual	27-28 Grados Centígrados
Textura de los Suelos	Franco arcillosos, Arcillosos y en menor en cantidad

Cultivos Principales Franco arcillo arenosos de origen volcánico.
Maíz, Fríjol, Arroz, Tomate, Chile, Sorgo y Okra.

➤ Colindancias

- Norte con el municipio de San José La Arada, del departamento Chiquimula.
- Sur con el municipio de Agua Blanca, del departamento de Jutiapa.
- Oriente con los municipios de San Jacinto, Quezaltepeque y Concepción Las Minas del departamento de Chiquimula.
- Poniente con el municipio de San Luis Jilotepeque del departamento de Jalapa.

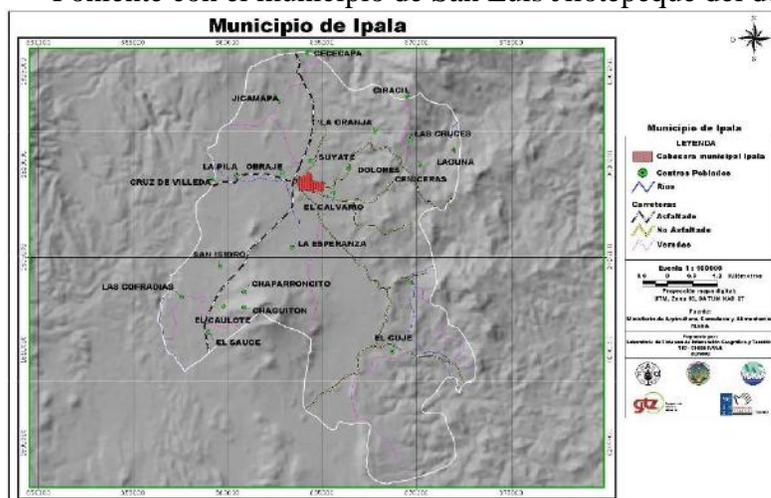


Figura 2. Mapa del municipio de Ipala, Chiquimula.

5.2 Diseño experimental

Para el análisis de la información se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones y quince grados de libertad del error.

5.3 Tratamientos

- T0. Sin aplicación** (Control)
- T1. ACT Botánico 0.003 SC** (extracto de neem de fabricación comercial)
- T2. Tagelis** (extracto de flor de muerto de fabricación comercial)
- T3. Brálic** (extracto de ajo de fabricación comercial)
- T4. Extracto de neem** (*Azadirachta indica*) fabricación artesanal por fermentación.
- T5. Extracto de flor de muerto** (*Tagetes erecta*) fabricación artesanal por maceración
- T6. MM5** (insecticida compuesto por 5 especies) fabricación artesanal por método de biofermentación.

5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

- a) **El T0 o tratamiento control**, consistirá en la no aplicación de extractos botánicos o insecticidas químicos sintéticos.
- b) **T1. ACT Botánico (extracto de neem de formulación comercial)**
La Azadirachtina, contenida en el ACT BOTANICO 0,003 SC actúa por contacto e ingestión como repelente, disuasor de la alimentación, regulador de crecimiento, e insecticida de contacto.
- **Ingrediente activo**
Suspensión concentrada de extractos del árbol de Neem (*Azadirachta indica*)
 - **Dosificación**
0.5% - 1% de la mezcla del tanque
 - **Frecuencia de aplicación**
7– 14 días.
- c) **T2. Tagelis (extracto de flor de muerto de fabricación comercial)**
Tagelis es un producto clave para ser usado en estrategias de promoción de desarrollo radicular ante situaciones de ataque de plagas de suelo y en situaciones de ataque de plagas foliares es un producto usado como nematicida y repelente para la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).
- **Ingrediente activo**
Suspensión concentrada de extractos de flor maravilla o flor muerto (*Tagetes erecta*) al 80%.
Suspensión concentrada de extracto de algas al 10 %.
 - **Dosificación**
Dependiendo del nivel de presión de la plaga de 1-2 lts/200 lts de agua.
 - **Frecuencia de aplicación**
7– 14 días.
- d) **T3. Bralic (extracto de ajo de fabricación comercial)**
Bralic es un concentrado emulsionable de alta solubilidad a base de extracto de ajo indicando como repelente de plagas agrícolas. Repelente natural contra insectos chupadores y aradores, posee acción disuasoria en los hábitos alimenticios de insectos de plagas y obstruye la acción de las feromonas naturales causando desorientación a los insectos en su etapa de reproducción.
- **Ingrediente activo**
Suspensión concentrada de extracto de ajo (*Allium sativa*) al 12.5%.
 - **Dosificación**
Dependiendo del nivel de presión de la plaga de 1.5-3 lts/200 lts de agua.

- **Frecuencia de aplicación**
7– 14 días.

e) **T4. Extracto de Neem (Fabricación artesanal en forma de macerado)**

Nombre común y científico: *Margosa, Árbol del Neem; Azadirachta indica A.Juss.*

- **Usos y Propiedades**

Controla más de 400 especies de insectos que son afectados por los extractos de este árbol, e incluso está controlando aquellos que se han vuelto resistentes a los plaguicidas, sin tener en cuenta sus usos medicinales para tratar padecimientos como: irregularidades digestivas, úlceras, gastritis, artritis, también es utilizado en alimentación animal. (Hacienda las matas, 2001).

- **Principio activo**

Es el Azadiractin, el cual es estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada Ecdisona (hormona de la muda), la cual controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto o las mudas de crecimiento. (Figueroa, 1994).

El Neem, es una planta que posee un alto poder insecticida, y la mayor cantidad de este potencial se encuentra en las semillas.

- **Materiales a utilizar**

- 700 gramos de hojas de neem verdes
- 1 litro de agua
- Un mortero o recipiente que se adecue
- Un recipiente plástico con tapadera

- **Forma de elaboración y uso**

1. Se procederá a pesar 700 gramos de hojas de neem en la pesa o bascula.
2. En el mortero se machacará los 700 gramos de hojas de neem
3. Se le agregará 1 litro de agua al mortero en donde estarán las hojas de neem machacadas.
4. La mezcla de agua y hojas maceradas de neem se depositará en el recipiente y se tapaná, la mezcla se dejara en remojo 12 horas antes de su uso.
5. La mezcla se filtrará con una manta y se usará el líquido resultante como insecticida o repelente para agregar 150 cc en bomba de 16 litros.

f) **T5. Flor de muerto (*Tagetes erecta*) Fabricación artesanal en forma de macerado**

Es una planta de flor compuesta, que varía en las tonalidades anaranjado a amarillo, es muy aromática. La planta alcanza alturas de entre 50 y 100 cm. Crece como maleza en los campos de cultivo de granos básicos, hortalizas, potreros, entre otros.

- **Usos y Propiedades**

La flor de muerto, es una planta que posee un alto poder insecticida y repelente, y la mayor cantidad de este potencial se encuentra en las hojas y tallo. Controla a muchas especies plaga, entre las más importantes están mosca blanca, nematodos y piojos.

- **Materiales a utilizar**

- 2 libras de hojas y tallos
- 1 litro de agua
- Un mortero o recipiente similar
- Un recipiente plástico con tapadera

- **Forma de elaboración y uso**

1. Se procederá a pesar 2 libras de hojas y tallos de flor de muerto en la pesa o báscula.
2. En el mortero se machacará o macerará las 2 libras de hojas y tallos de flor de muerto.
3. Se le agregará 1 litro de agua en donde estarán las hojas de flor de muerto machacadas o maceradas.
4. La mezcla se depositará en el recipiente y se tatará, la mezcla se tiene que dejar en remojo 12 horas.
5. Se usa el líquido resultante como insecticida o repelente para agregar en bomba de 16 litros.

g) T6. Insecticida Natural MM5 (Fabricación artesanal en forma de Biofermento)

El MM5 es un insecticida, fungicida, repelente y estimulante del crecimiento; natural, procesado artesanalmente y fermentado anaeróticamente durante 15 días. Esta elaborado a base de ajo, cebolla morada, jengibre, chile picante, hojas de planta aromática. Aporta una serie de minerales al cultivo, controla insectos plaga, nematodos y hongos.

- **Usos y Propiedades**

Previene y controla plagas como gusanos, mosca blanca, pulgones, ácaros, cochinillas. Previene y controla hongos dañinos como: Fusarium, Rhizoctonia y Botrytis, además de ayudar a prevenir la “virosis”. Se aplica a las hojas, aunque también se puede aplicar al suelo si tenemos un problema serio de hongos. Su aplicación debe realizarse de forma preventiva principalmente.

- **Materiales a utilizar**

- Ajo (500 gramos)
- Cebolla morada (500 gramos)
- Chile picante (500 gramos)
- Jengibre (500 gramos)
- Vinagre blanco (1 litro)

- Melaza (1 litro)
- Microorganismos de montaña líquidos (2 litros)
- Agua limpia (10 litros)
- Un recipiente plástico con capacidad mínima de 20 litros con tapadera

- **Forma de elaboración y uso**

1. Se pican y se muelen los ingredientes juntos o por separado, esto puede hacerse en molinos o se trituran con una piedra.
2. Se agrega la melaza, los MM líquidos (MMA), el vinagre, mezclados en 10 litros de Agua.
3. Se agrega agua hasta completar la cubeta, dejando un espacio pequeño entre la tapa y la mezcla
4. Dejar en un proceso de fermentación anaeróbica por lo menos 15 días, antes de usar.
5. La dosis recomendada de uso va de 250 cc a 1 litro de MM5 para bomba de 16 litros.

5.4 Tamaño de la unidad experimental

El diseño experimental conto con un área total de 756 metros cuadrados y una unidad experimental de 27 metros cuadrados (6 x 4.5), dentro de la cual el área efectiva fue de 4.5 metros cuadrados (3 x 1.5). El distanciamiento entre plantas fue de 0.50 metros y 1.50 metros entre surcos. La densidad de plantas por parcela bruta fue de 36 y 6 por parcela neta; se consideró un surco de efecto de borde por lado y tres planta por cada extremo, para un mejor efecto de borde ya que se tratan de aspersiones.

5.5 Modelo estadístico

Para determinar el comportamiento y efectividad de los extractos a evaluados y los rendimientos se utilizó el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = U + L_i + T_j + LT_{ij} + B(L)_{k(i)} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta de la ijk-ésima unidad experimental

U = media General

L_i = efecto de la i-ésima localidad

T_j = efecto del j-ésimo cultivar de tomate

LT_{ij} = efecto de la interacción de la i-ésima localidad por el j-ésimo cultivar de tomate.

B(L)_{k(i)} = efecto de la k-ésima repetición dentro de la i-ésima localidad.

E_{ijk} = efecto del error experimental en la ijk-ésima unidad experimental

5.5.1 Tamaño de la parcela bruta

Las dimensiones de cada parcela será de 6 m de ancho por 4.5 m de largo correspondiente a una parcela bruta de 27 metros cuadrados; donde se establecerán 4 surcos a un distanciamiento de 1.50 m y 0.50 m entre plantas, siendo la densidad por tratamiento de parcela bruta de 36 plantas.

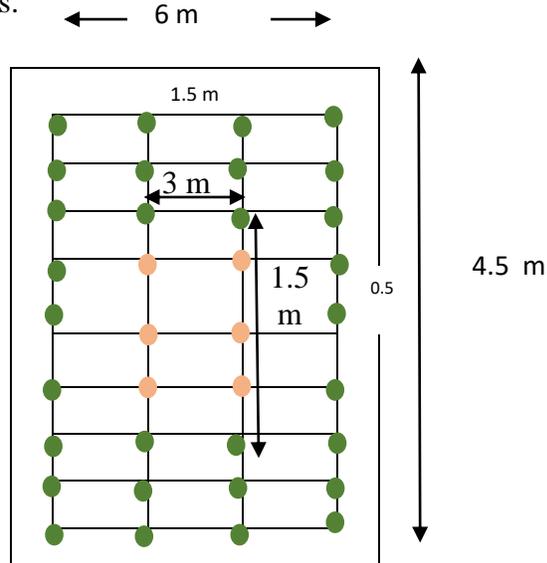


Figura 3. Distribución de la parcela neta y distanciamientos a utilizar en los extractos a evaluar en tomate (*Solanum lycopersicum L.*), en dos localidades del departamento de Chiquimula.

5.5.2 Tamaño de la parcela neta

Las dimensiones de la parcela neta fueron de 3 m de ancho por 1.5 m de largo correspondiendo a una parcela neta de 4.5 metros cuadrados, siendo la densidad por tratamiento de parcela neta de 6 plantas.

- **Distribución de los tratamientos**

Se realizó el sorteo de los tratamientos en cuatro repeticiones establecidos en cada localidad. El diseño utilizado fue el de bloques al azar.

Cuadro 4. Distribución de los tratamientos en bloques completos al azar para evaluar de la efectividad de extractos comerciales y artesanales (*Solanum lycopersicum L.*), en dos localidades del departamento de Chiquimula.

24 mts

	BLOQUE 3		BLOQUE 1
406	305	205	100
400	302	203	101
403	304	201	102
401	300	204	103
405	303	206	104
402	306	202	105
404	301	200	106
BLOQUE 4		BLOQUE 2	

31.5 mts

5.6 Variables de Respuesta

5.6.1 Variables a Medir

- Temperatura (máxima y mínima)
- Incidencia de virus

- **Temperatura**

Se cuantificará la temperatura mínima y máxima en grados C⁰ durante todo el ciclo de producción del cultivo de tomate.

- **Incidencia de Virus**

Se cuantificará el número de plantas por parcela con y sin presencia de Virus del Mosaico para determinar el % de plantas afectadas. Los datos se registraron al final del ciclo de producción.

La variable de % de eficiencia de control e incidencia de virus del mosaico dorado, se analizó mediante arcoseno X a fin de normalizar su comportamiento (donde X = proporción de eficiencia de control y virosis).

5.6.2 Variables a Evaluar

- Eficiencia de control de adultos de Mosca Blanca
- Rendimiento (Kg/Ha)
- Relación Beneficio/Costo

- **Eficiencia de control de Adultos de Mosca Blanca**

La eficiencia de los productos evaluados se determinó contando el número de adultos de moscas blancas antes de efectuar las aplicaciones y luego contabilizándolas veinticuatro horas después en cada parcela neta (compuesta de 6 plantas), se muestreo una hoja compuesta por planta. Se realizará aplicaciones calendarizadas en intervalos de cada 6-8 días, dado a la residualidad de los productos. Para la determinación del porcentaje de eficiencia de los productos se usó la fórmula:

$$\% \text{ de eficiencia} = \frac{(L1 - L2)}{L1} * 100$$

En donde:

L1= moscas 24 hrs pre-aplicación

L2= moscas 24 hrs post-aplicación

Se utilizará esta fórmula para poder incluir al testigo absoluto en las comparaciones de medias.

- **Rendimiento**

Se define como la cantidad total de frutos en kilogramos por hectárea, que se obtendrán al finalizar el ciclo productivo de la planta. Para el cultivo de tomate se consideró el total obtenido en cada corte.

- **Tamaño y clasificación del fruto**

Para determinar esta característica se considerara la clasificación realizada por los productores de la región, siendo esta: tomate de primera, segunda, tercera y rechazo, considerando principalmente el largo de la cicatriz pistilar a la peduncular del fruto con base a los siguientes valores:

- Grande o de primera:** fruto de 7.0 cm. ó más de largo.
- Mediano o de segunda:** fruto de 5.0 cm. pero no mayor de 7.0 cm. de largo.
- Pequeño o de tercera:** fruto de 3 cm. pero no mayor de 5.0 cm. de largo.
- Rechazo:** frutos con daños causados por insectos, enfermedades, factores ambientales y manejo post-cosecha.

- **Calidad del fruto**

Al momento de la cosecha, como se expuso en el punto anterior, se clasificaron los frutos, en grandes, medianos, pequeños y los frutos de “rechazo” definidos como los frutos que presentaron cuando daños físicos causados por insectos, especialmente una maduración no uniforme atribuida al daño provocado por mosca blanca (*Bemisia*

tabaci); otros daños físicos como frutos agrietados, con pudrición apical, quemaduras por efectos del sol y cualquier otro daño; todas estas calidades y se pesaron en libras. Al finalizar la cosecha y previo a realizar los análisis de los datos se convirtió el peso de libras a kilogramos por hectárea y cajas por manzana para tener una mejor referencia de la producción total por calidad de fruto. La clasificación por tamaño sirvió únicamente para la comercialización del producto y diferenciar los ingresos producto de la venta de tres calidades de tomate. Esos datos son utilizados en los análisis financieros relación beneficio costo.

- **Relación beneficio costo**

Con la finalidad de determinar los tratamientos con mayor beneficio económico, se realizó un análisis tomando en cuenta los diferentes aspectos:

- a. **Costos de producción**

Para determinar los costos empleados en la producción de los extractos botánicos en estudio, se contabilizó la cantidad de insumos, mano de obra y otros costos realizados diariamente en el área experimental, los cuales servirán de base para poder estimar el costo de producción por hectárea.

- b. **Ingresos**

Para estimar el valor de ingresos se estimó el valor de cada caja de tomate en el mercado local-nacional y los tomates se colocaron en cajas de madera o plástico con una capacidad de 50 libras.

5.6 Análisis de la información

Para el análisis de las variables se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en el programa estadístico INFOSTAT, en el mismo se buscó establecer la existencia de diferencia significativa p -valor = 0.05 entre los tratamientos, localidades y los efectos de los tratamientos versus localidades. Se realizaron análisis de modelos generales lineales y mixtos. De encontrarse diferencia entre localidades o interacción se desarrollara una prueba de medias LSD Fisher.

Para determinar la rentabilidad mediante la utilización de la relación beneficio-costo se utilizara la siguiente formula:

$B/C = VAI/VAC$

Donde:

B/C: Relación beneficio costo

VAI: Valor actual de los ingresos y beneficios

VAC: Valor actual de los costos

5.7 Manejo del experimento

En el manejo agronómico del experimento se realizara de una manera convencional, es decir con el manejo del paquete de agroquímicos y fertilizantes utilizados por los productores de tomate en la región. La única variación en el manejo es la aplicación de los tratamientos (extractos botánicos) para el control de la mosca blanca.

a. Preparación del terreno (parcelas)

Previo a la siembra se harán las labores necesarias (chapias y otras) para preparar el terreno y dejarlo listo para la siembra. Esta labor se hará en forma manual, si es posible se realizara de forma mecanizada. La parcela contara con surcos distanciados 1.5 metros entre si y se colocara mulch. En este caso se utilizó mulch plástico.

Se procederá a la realización de un análisis de suelo donde se determine la cantidad de materia orgánica y presencia de elementos mayores y menores en el suelo, los resultados del mismo incidirá en las decisiones que se tomen para mejorar la fertilidad del suelo y plantas.

La preparación del suelo se realizara tres semanas antes de la siembra, que consistirá en arada del suelo para posteriormente la formación de surcos y mesas.

b. Trazo del experimento

Se realizó el trazo del área experimental, incluyendo la delimitación de las unidades experimentales y se efectuó la aleatorización de los tratamientos.

c. Trasplante

Se realizó en forma manual. Se utilizaron distancias de 1.50 m entre surcos y 0.50 m entre plantas. Posteriormente se realizarán monitoreos para observar si existen plantas que sufrieron muerte en el trasplante por marchitamiento y se hará la respectiva resiembra.

d. Control de malezas

Durante el ciclo de cultivo y de acuerdo a las necesidades, se harán las limpiezas que sean necesarias. Esta labor será realizada en forma manual.

e. Control de plagas y enfermedades

Para el control de enfermedades del suelo y follaje se utilizarán fungicidas preventivos. La aplicación de insecticidas químicos se realizará basada en monitoreo de plagas. Solo para el control de mosca blanca se utilizarán insecticidas botánicos u orgánicos, que es lo que se quiere probar en la investigación. En caso de enfermedades se utilizarán aplicaciones preventivas y curativas si fuera el caso. Por efectos de la investigación a desarrollar no se realizarán muestreos para tomar decisión de aplicar o no productos preventivos, en el caso de la investigación las aplicaciones serán calendarizadas. Intervalos de 3 a 8 días máximo.

f. Fertilización

Se utilizarán fertilizantes granulados e hidrosolubles conteniendo elementos mayores y menores (resultado de análisis de suelos determinará las fórmulas a utilizar) y se complementarán con aplicaciones foliares de Calcio-Boro y Zinc.

g. Tutorado

El tutorado que se utilizará será el tradicional utilizado por productores de tomate a campo abierto para variedades o híbridos de crecimiento determinado. Estacas de pino o bambú de 1.8 metros de largo se colocarán cada 3 o 4 plantas de tomate. Luego se procederá a la colocación de una pasada de pita. Se estiman la colocación de por lo menos 5 pitas en toda la etapa fenológica del cultivo.

h. Cosecha

Se realizará cortes periódicamente esto se debe a que el fruto no madura uniformemente, sino al momento de la cosecha se cortarán únicamente frutos de color rojo brillante.

6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

6.1 Variable evaluada. Efectividad

La efectividad de los extractos botánicos comerciales y artesanales en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate a campo abierto, se evaluó por medio del análisis de modelos generales lineales y mixtos. Los análisis estadísticos evidencian la efectividad de los tratamientos en cada localidad y las diferencias en la efectividad de los tratamientos en las diferentes condiciones edafoclimáticas que le impone cada una de las localidades. Una de las preguntas de la investigación era, si las condiciones de altitud, clima y suelo podrían afectar la efectividad de los tratamientos en el control de mosca blanca.

Los principales resultados encontrados para la variable efectividad son los siguientes, En el Tabla 2 se puede observar que hay diferencias significativas entre los tratamientos en la misma localidad. Siendo el valor $p < 0.0001$. Por tanto se rechaza la hipótesis nula planteada para esta variable. Las diferencias estadísticas encontradas entre tratamientos indican que para en ambas localidades hay un extracto de fabricación comercial y un extracto de fabricación artesanal que tuvieron medias similares y estadísticamente son igual de efectivos en el control de mosca blanca, tal como se puede ver en el Tabla 3.

Cuadro 5. Medidas de ajuste del modelo

<u>N</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>	<u>logLik</u>	<u>Sigma</u>	<u>R2 0</u>	<u>R2 1</u>
56	371.32	413.03	-161.66	6.23	0.36	0.38

AIC y BIC menores implica mejor

De igual forma, se evaluó la efectividad entre localidades y la interacción localidad tratamiento demostrando que no existe diferencia estadísticamente significativa de acuerdo a lo que se observa en el cuadro 2 con p-valores de 0.7522 y 0.4718 respectivamente. De acuerdo a el análisis estadístico se determina que la efectividad del tratamiento A en la localidad A y Localidad B fue similar puesto que no hay diferencias significativas. Lo que quiere decir que las condiciones edafoclimáticas de cada localidad no interfirieron en la efectividad demostrada por cada tratamiento.

Cuadro 6. Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	36	166.59	<0.0001
Localidad	1	6	0.11	0.7522
Tratamiento	6	36	19.42	<0.0001
Localidad:Tratamiento	6	36	0.95	0.4718

En el Tabla 3 luego de realizar una prueba de medias de LSD Fisher (Alfa=0.05) se determina que los mejores tratamientos fueron ACT Botánico de fabricación comercial y Extracto de

Flor de muerto de fabricación artesanal, los cuales mostraron mejor efectividad en el control de poblaciones de mosca blanca con medias de 25.59% y 19.19% respectivamente. Los tratamientos Tagelis y el control (sin aplicación) fueron menos efectivos en el control de adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate a campo abierto con medias de 8.19 y 3.49 % de efectividad. Por tanto el Tagelis (extracto de Flor de muerto de fabricación comercial) es el menos efectivo en el control de la plaga mencionada.

Cuadro 7. Efectividad - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

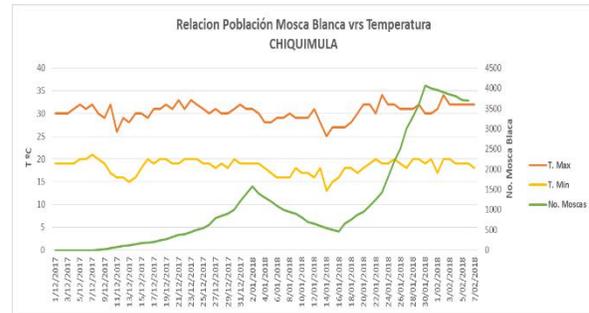
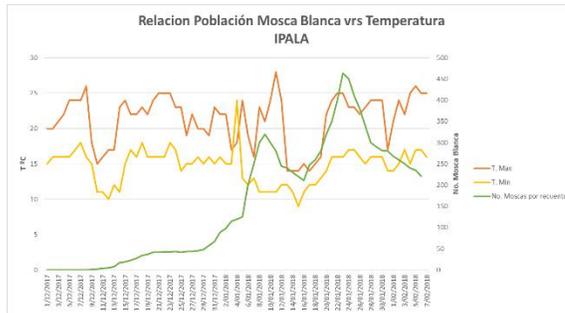
Tratamiento	Medias	E.E.		
ACT Botánico	25.58	2.78	A	
Macerado de Flor de Muerto	19.19	2.95	A	
MM5	18.20	3.06	A	B
Extracto de Neem	18.20	6.04	A	B
Bralic	15.73	4.71	A	B
Tagelis	8.19	3.88		B C
Sin Aplicación	3.49	1.53		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La efectividad del Macerado de Flor de Muerto en parte se debe a la presencia de una piretrina natural *Cis Chrysanthenol* detectada en el análisis de la muestra desarrollada bajo el método de Extracción de solventes orgánicos realizado en el laboratorio de residuos de sustancias químicas y biológicas MAG/OIRSA en El Salvador en julio del 2018 (ver Anexo 1). En las muestras de los biofermentos de MM5 y macerado de hojas de neem ambos de elaboración artesanal dan como resultado la presencia de sustancias como Diallyl disulphide y 1,2-Dithiolane con efectos insecticidas y fungicidas para MM5 y Azadiractin a una concentración de 0.0540% m/v para el macerado de hojas de neem (Ver Anexo 2 y 3).

La efectividad de los tratamientos en el control de adultos de mosca blanca siempre estuvo expuesta al incremento constante de las poblaciones de la plaga debido al ciclo corto de reproducción de la plaga. Además se pudo observar luego de medir la variable Temperatura que conforme las temperaturas incrementaban por encima de los 25grados centígrados las poblaciones de mosca se incrementaban y a temperaturas más frescas por debajo de los 20 grados centígrados las poblaciones de mosca disminuían, tal como se puede observar en la gráfica en la figura 1.

Figura 4. Grafica relación población mosca blanca vrs Temperatura en Localidad de Cofradías, Ipala y la Vega del CUNORI, Chiquimula.



Fuente: Elaboración Propia

6.2 Variable Evaluada: Rendimientos

Los datos analizados en esta variable, se obtienen de la sumatoria de los rendimientos totales de cada tratamiento obtenido en los seis cortes realizados en cada una de las localidades. El peso al momento de tomar el dato en campo se registró en libras y posteriormente convertidos a kilogramos por hectárea.

En la Tabla 4 se muestra el análisis de modelos generales lineales y mixtos para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, donde se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y entre la interacción de localidades versus tratamientos evaluados al 5% de significancia. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula planteada.

Cuadro 8. Coeficiente de variación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	56	0.37	0.04	18.59

Cuadro 9. Pruebas de hipótesis secuenciales para la variable rendimiento

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	36	1740.07	<0.0001
Localidad	1	6	11.95	0.0135
Tratamiento	6	36	0.85	0.5425
Localidad:Tratamiento	6	36	0.46	0.8353

Sin embargo, hay diferencia significativa para la variable rendimiento entre localidades, puesto que el valor P es de 0.0135 (menor que 0.05) como se puede observar en la Tabla 5. En la localidad de Cofradías, Ipala se obtuvo una media en kg/ha de 73,547.57 y en la Vega-CUNORI Chiquimula 62,291.71 de acuerdo a la prueba de medias LSD Fisher al 5%, datos que se pueden observar en la tabla 6. Esa diferencia entre rendimientos en las dos localidades se le atribuyen a las condiciones edafoclimáticas de ambas localidades,

puesto que estadísticamente está comprobado que los tratamientos no tuvieron efecto sobre los rendimientos.

Cuadro 10. Medias ajustadas y errores estándares para localidad variable rendimiento

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidad	Medias	E.E.	
Cofradías, Ipala	73547.57	2302.65	A
La Vega-CUNORI Chiqui	62291.71	2302.65	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6.3 Relación Beneficio/Costo

Con el objetivo de identificar cuál de los seis extractos botánicos comerciales y artesanales utilizados en la investigación tiene una mejor relación beneficio costo y facilitar la toma de decisiones del productor para el uso del mejor tratamiento en el cultivo de tomate a campo abierto, se construyeron inicialmente los costos de producción del cultivo para cada localidad, se determinaron los ingresos totales obtenidos en cada tratamiento y posteriormente se realizó el análisis financiero para determinar la relación B/C en cada localidad debido a que hubo diferencia significativa en los rendimientos obtenidos en cada localidad. De acuerdo al análisis financiero realizado para la localidad de Cofradías, Ipala el tratamiento que tuvo una mejor relación B/C fue el ACT Botánico con 1.63 (por cada quetzal invertido tubo una ganancia de sesenta y tres centavos de quetzal) y el macerado de flor de muerto con 1.56. Los menores beneficios los proporcionaron los tratamientos control (sin aplicación) y MM5. Esos datos se pueden observar en la tabla 7.

Cuadro 11. Análisis Financiero (Relación Beneficio/Costo) Localidad Cofradías, Ipala, Chiquimula

Ingresos/Ha	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento Cajas/Ha	2335	2871	2930	2738	2672	2650	2565
Rendimiento ajustado (10%)	2123	2610	2664	2489	2429	2409	2332
Precio Promedio	Q60.00						
Ingreso total/Ha	Q127,350.78	Q156,581.22	Q159,842.35	Q149,347.57	Q145,731.91	Q144,546.26	Q139,921.04
Costos/Ha	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pilón	Q13,333.60						
Cosecha (mano de obra)	Q1,950.00						
Clasificación frutos (mano de obra)	Q975.00						
Total de costos variables	Q16,258.60						
Costos fijos	Q68,637.00	Q69,150.00	Q66,977.00	Q69,300.00	Q70,257.00	Q71,826.90	Q70,361.00
Total	Q84,895.60	Q85,408.60	Q83,235.60	Q85,558.60	Q86,515.60	Q88,085.50	Q86,619.60
Imprevistos (5%)	Q4,244.78	Q4,270.43	Q4,161.78	Q4,277.93	Q4,325.78	Q4,404.28	Q4,330.98
Intereses (1.5%)	Q6,367.17	Q6,405.65	Q6,242.67	Q6,416.90	Q6,488.67	Q6,606.41	Q6,496.47
Costo Total/Ha	Q95,507.55	Q96,084.68	Q99,974.52	Q98,548.56	Q97,330.05	Q93,587.58	Q97,447.05
Análisis Financiero	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ingresos	Q127,350.78	Q156,581.22	Q155,398.35	Q149,347.57	Q145,731.91	Q146,459.65	Q139,921.04
Utilidad Bruta	Q111,092.18	Q140,322.62	Q139,139.75	Q133,088.97	Q129,473.31	Q130,201.05	Q123,662.44
Utilidad Neta	Q31,843.23	Q60,496.54	Q55,423.83	Q50,799.01	Q48,401.86	Q52,872.07	Q42,473.99
Relación Beneficio/costo	1.33	1.63	1.55	1.52	1.50	1.56	1.44

En la localidad de la Vega del CUNORI, Chiquimula los análisis financieros y determinación del beneficio/costo indican que los tratamientos macerado de neem Tagelis y ACT Botánico presentan la mejor relación B/C con 1.51, 1.48 y 1.47 respectivamente. Lo cual indica que por cada quetzal invertido retorna al productor un promedio de cincuenta y uno, cuarenta y ocho, cuarenta y siete centavos. Los tratamientos con menor rentabilidad o relación beneficio costo son el control (sin aplicación) y el MM5. Todos esos datos se pueden observar en la tabla 8.

Cuadro 12. Análisis Financiero (Relación Beneficio/Costo) Localidad La Vega del CUNORI, Chiquimula

Ingresos/Ha	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento Cajas/Ha	2100	2567	2600	2536	2707	2168	2509
Rendimiento ajustado (10%)	1909	2334	2364	2305	2461	1971	2281
Precio Promedio	Q60.00						
Ingreso total/Ha	Q114,545.45	Q140,038.43	Q141,818.09	Q138,319.83	Q147,664.17	Q118,281.13	Q136,838.35
Costos/Ha	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pilón	Q13,333.60						
Cosecha (mano de obra)	Q1,800.00						
Clasificación frutos (mano de obra)	Q900.00						
Total de costos variables	Q16,033.60						
Costos fijos	Q67,840.00	Q68,491.00	Q69,305.00	Q70,290.40	Q71,144.90	Q72,186.40	Q71,221.10
Total	Q83,873.60	Q84,524.60	Q85,338.60	Q86,324.00	Q87,178.50	Q88,220.00	Q87,254.70
Imprevistos (5%)	Q4,193.68	Q4,226.23	Q4,266.93	Q4,316.20	Q4,358.93	Q4,411.00	Q4,362.74
Intereses (1.5%)	Q6,290.52	Q6,339.35	Q6,400.40	Q6,474.30	Q6,538.39	Q6,616.50	Q6,544.10
Costo Total/Ha	Q94,357.80	Q95,090.18	Q96,005.93	Q97,114.50	Q98,075.81	Q99,247.50	Q98,161.54
Análisis Financiero	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ingresos	Q114,545.45	Q140,038.43	Q141,818.09	Q138,319.83	Q147,664.17	Q143,587.58	Q136,838.35
Utilidad Bruta	Q98,511.85	Q124,004.83	Q125,784.49	Q122,286.23	Q131,630.57	Q127,553.98	Q120,804.75
Utilidad Neta	Q20,187.65	Q44,948.26	Q45,812.16	Q41,205.33	Q49,588.36	Q44,340.08	Q38,676.81
Relación Beneficio/costo	1.21	1.47	1.48	1.42	1.51	1.45	1.39

6.4 Incidencia de Virosis causada por mosca blanca

La incidencia de virosis no fue una variable a evaluar en esta investigación, únicamente se midió al final del ciclo de producción a los ochenta (80) días después del trasplante para determinar el porcentaje de plantas en cada tratamiento afectada por virosis atribuida a mosca blanca. La variedad de tomate utilizada es el híbrido Tyral.

En la localidad de la Vega del CUNORI los índices de incidencia de virosis fueron más altos, hubo mayor cantidad de adultos de mosca blanca en cada recuento, la localidad contaba con muchos hospederos de mosca blanca por lo que los tratamientos aplicados fueron mucho más exigidos por tener poblaciones normalmente en crecimiento durante las temperaturas aumentaban. En el caso de Cofradías, Ipala, las poblaciones de mosca blanca fueron menores, temperaturas por debajo de los 20 grados centígrados, pocos hospederos de mosca blanca alrededor de la parcela y la efectividad de los tratamientos permitieron que la virosis se presentara en menor cantidad y los rendimientos fueran más altos. En la tabla 9 se pueden observar los porcentajes de virosis presentados para cada tratamiento en las localidades de Ipala y Chiquimula.

Cuadro 13. Porcentaje de incidencia de virosis en Vega, CUNORI, Chiquimula

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
Sin Aplicación	33	17	17	33
ACT Botánico	0	17	0	0
Tagelis	17	17	33	17
Bralic	33	17	0	17
Macerado de Neem	0	17	17	17
Macerado de Flor de Muerto	0	0	17	0
MM5	0	17	17	0

De igual forma se puede observar en la tabla 9 que los tratamientos ACT botánico, macerado de neem y macerado de flor de muerto son los tratamientos que presentaron menor incidencia de virosis.

En cofradías, Ipala la incidencia de virosis fue muy baja, las condiciones agroclimáticas de la parcela donde se estableció el ensayo contribuyeron a que existiera durante el desarrollo del cultivo menor cantidad de población de mosca blanca. De igual forma la efectividad de los tratamientos contribuyó a mantener bajas poblaciones de mosca blanca. El % de virosis encontrado en la parcela de Ipala se puede observar en la tabla 10. Los tratamientos de ACT botánico, macerado de flor de muerto y macerado de neem presentaron las incidencias de virosis más bajas.

Cuadro 14. Porcentaje de incidencia de virosis en Cofradías, Ipala

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
Sin Aplicación	17	0	17	0
ACT Botánico	0	0	0	0
Tagelis	17	0	0	17
Bralic	0	17	0	17
Macerado de Neem	0	17	0	0
Macerado de Flor de Muerto	0	0	0	0
MM5	0	17	0	0

Los datos de la tabla 9 y 10 (porcentaje de virosis) se relaciona con las cantidades de población de adultos de mosca blanca encontrados cada 7 días, después del trasplante, cuando se realizaba el monitoreo previo a las aplicaciones de los tratamientos. En las gráficas (Figuras 2 y 3) se puede observar la sumatoria de adultos de mosca blanca encontrados en cada uno de los recuentos realizados en ambas localidades, importante ver que las poblaciones de la plaga en mención son mucho más fuertes en la localidad de la vega del CUNORI donde las temperaturas fueron más elevadas y el campo presentó múltiples focos de hospederos y reproducción de mosca blanca.

Figura 5. Grafica población total de mosca blanca en la Vega de CUNORI, Chiquimula



Figura 3. Grafica población total de mosca blanca en Cofradías, Ipala



7. CONCLUSIONES

- De los seis extractos botánicos evaluados, tres de fabricación comercial y tres de fabricación artesanal, cinco mostraron no ser significativamente diferentes, mostrando medias similares en el control de adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate a campo abierto. Sin embargo, el extracto botánico de fabricación comercial ACT botánico y el macerado de flor de muerto de fabricación artesanal presentaron las mejores medias de efectividad con un 25.58 y 19.19 porciento. El Tagelis (extracto botánico de flor de muerto de fabricación comercial) fue el que presentó la media más baja de efectividad con 8.19% y por tanto fue el único tratamiento significativamente diferente.
- Los rendimientos no fueron afectados por la efectividad de los extractos botánicos comerciales y artesanales evaluados en cada localidad. La única diferencia significativa en rendimientos se dio entre las dos localidades, siendo el ensayo establecido en la comunidad de cofradías Ipala el que presentó la mejor media con 73,547.57 kilogramos de tomate por hectárea y la vega del CUNORI presentó una media en rendimiento de 62,291.71 kilogramos por hectárea.
- El análisis financiero determinado por relación beneficio costo para cada uno de los tratamientos elaborado individualmente para cada una de las localidades donde se demostró diferencia significativa en rendimientos, concluyo que en Ipala, los extractos ACT botánico y macerado de flor de muerto presentan una relación B/C de 1.63 y 1.56 respectivamente. En la localidad de la vega del CUNORI en Chiquimula los mejores beneficios se dan con los tratamientos macerados de neem, Tagelis y ACT botánico con relación B/C de 1.51, 1.48 y 1.47. Las mejores relaciones B/C se dan en Ipala puesto que el rendimiento del ensayo en kg/ha fue mejor en esa localidad. Con base a lo anterior y a la efectividad mostrada por los tratamientos ACT botánico y macerado de flor de muerto presentan mejores ganancias a los productores.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores de tomate a campo abierto utilizar extractos botánicos a base de neem de fabricación artesanal o comercial y macerado de flor de muerto, puesto que presentan buenos % de control de poblaciones adultas de mosca blanca y con mejores relaciones beneficio costo.
- No se recomienda utilizar tagelis (extracto de flor de muerto de fabricación comercial) para el control de poblaciones adultas de mosca blanca, en esta investigación presento el porcentaje más bajo de control de la plaga. Sin embargo es una muy buena alternativa en el control de nematodos en tomate.
- Se recomienda evaluar la efectividad de los extractos botánicos de fabricación comercial y artesanal en el control de poblaciones de mosca blanca y otras plagas bajo condiciones protegidas y explotar los efectos repelentes e insecticidas que poseen cada uno de ellos.
- El cultivo de tomate a campo abierto debe quedar restringido para altitudes superiores a los 700 metros sobre el nivel del mar y temperaturas máximas promedio de 25 grados centígrados, puesto que quedó demostrado en esta investigación en base a los recuentos de mosca blanca realizados cada siete días que las poblaciones de la plaga se incrementan cuando las temperaturas son mas cálidas, situación que es característica de altitudes menores a los 500 metros sobre el nivel del mar.
- Se recomienda en futuras investigaciones, realizar comparaciones entre métodos de manejo de tomate con control químico y agroecológico para determinar los verdaderos efectos del uso de productos alternativos en el control de plagas, enfermedades y determinar las relaciones beneficio costo de ambos métodos de manejo.

9. BIBLIOGRAFÍAS

BELLOWS, T.S.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. 1994. Description of a species of Bemisia (Hoznoptera: aleyrodidae). *Anuals Entomology Society América (EE UU)* 87(2) 195—206.

BELLOWS, T.S.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. 1994. Description of a species of Bemisia (Hoznoptera: aleyrodidae). *Anuals Entomology Society América (EE UU)* 87(2) 195—206.

Biología y Control de las Especies de Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Gen.) y *Bemisia tabaci* (West.)(Hom.; Aleyrodidae) en Cultivos Hortícolas en Invernaderos. Sevilla: Dirección General de Investigación Agraria. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337170142Biologxa_y_Control_de_las_Especies_de_Mosca_Blanca.pdf

Brimmer, T. and G. Boland. 2003. A review of the non target effects og fungi used to biologicaliy control plants diseases. *Agriculture, ecosystems and enviroment* 100: 1-16.

Cardona, C., Rodríguez, I. V., Bueno, J. M., & Tapia, X. (2005). *Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum en Habichuela y Fríjol*. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Obtenido de http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf

Casados Medina, J.C, 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en la escuela nacional central de agricultura (enca), barcena villa nueva (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, IIA. 79 p. Consultado 07 oct. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf

CATIE. 1990. *Guía para el Manejo Integrado de Plagas del cultivo de tomate*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 138 p.

Corpeño, B. 2004. *Manual del cultivo del tomate (en línea)*. San Salvador, El Salvador, Fintrac IDEA; Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. p. 10. Consultado 14 sep. 2016. Disponible en <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Mancultomelsal.pdf>

Depestre, T; Gómez, O. 1999. *Mejoramiento de tomate y chile pimiento*. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Presentado en Curso de mejoramiento de hortalizas (1999, Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 6-36.

DISAGRO (Distribuidora Agrícola, Guatemala). 2004. Plan de manejo para el cultivo de tomate (en línea). Guatemala. 12 p. Consultado 30 sep. 2016. Disponible en <https://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/horticola/tomatetriturado/plan.pdf>

FIGUEROA, Adalberto (1997). Ciencia al día: El árbol milagroso, sirve para todo. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira (en línea). Citada 15 septiembre 2017. Disponible <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo97/boletin37/neem.html>

Gimeno, J. 2008. El uso del ajo como repelente de plagas insectos y como control de enfermedades criptogámicas (en línea). Valencia, España. 3 p. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en <http://ecomaria.com/blog/el-uso-del-ajo-como-repelente-de-plagas-insectos-y-como-control-de-enfermedades-criptogamicas/>

Hacienda Las Matas (2001). Diversidad de usos del árbol de neem (en línea). Citada 5 septiembre 2017. Disponible en <http://www.haciendalasmatas.com/neem.htm>

HODRIDGE, L.R. y TOSI, J.A. Ecología basada en zonas de vida. San José Costa Rica, Instituto Interamericano de ciencias Agrícolas, 158 p. 1978

INFOAGRO (s.f.). Métodos de control de la mosca blanca b. Tabaci. Recuperado el 18 de Junio de 2015, de <http://www.infoagro.com/abonos/moscablanca.htm>

López Díaz María Teresa y Jesús Estrada Ortiz, 2005. Los bioinsecticidas de neem en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana Cuba. Rev. FCA, UNCuyo. Tomo XXXVII. N° 2. Año 2005. 41-49.

Maturana, C. y P. Oteiza. 1996. Recetario de productos alternativos. Corporación de Investigación en Agricultura Orgánica (CIAL). Santiago. Chile. 65p.

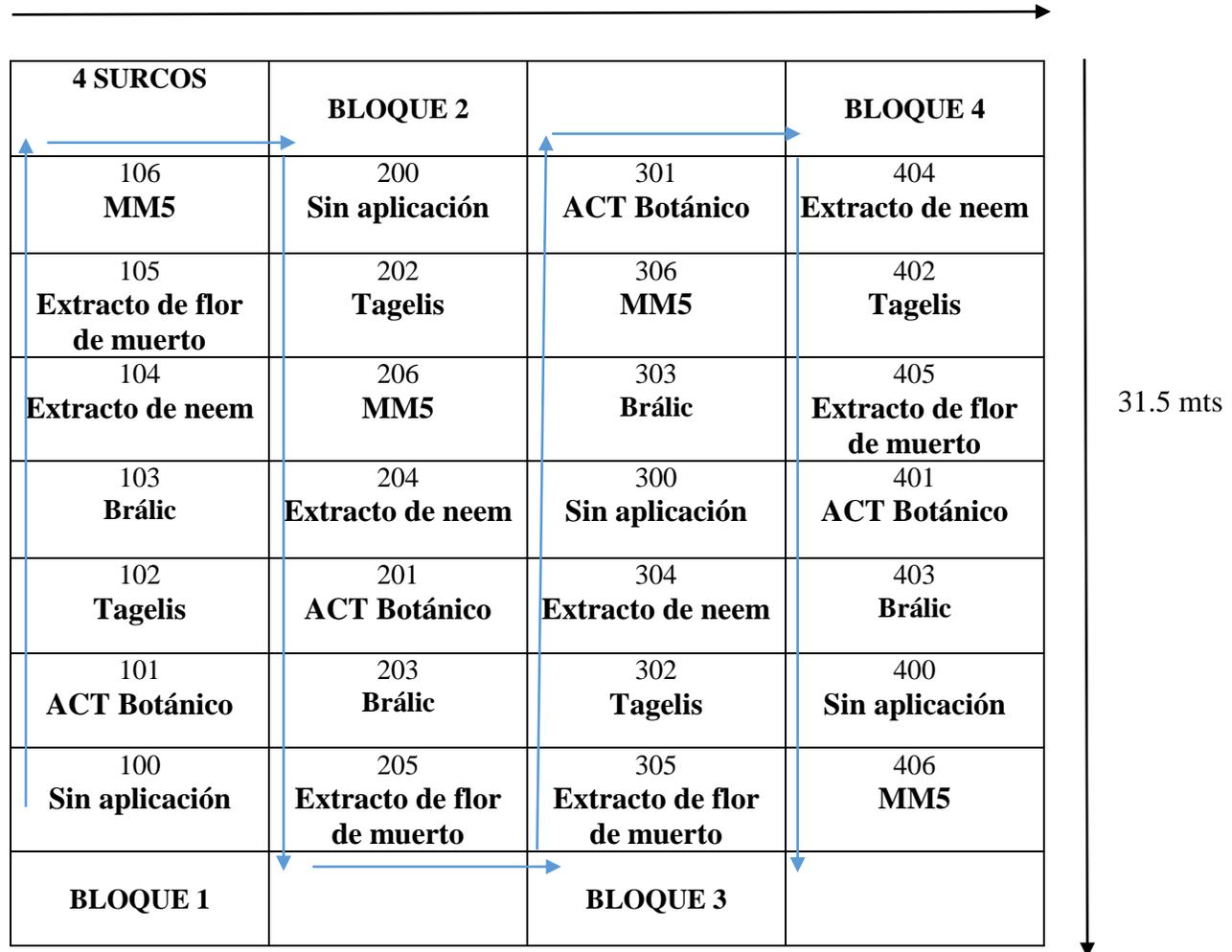
Roca-González, L. I. (2003). Susceptibilidad de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood.) A 10 ingredientes activos bajo condiciones de laboratorio, en bárcena, villa nueva. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2044.pd

Ruiz, V. J y Aquino B. T. 1996. Control integrado de mosca blanca en tomate y chile por métodos de bajo impacto ecológico. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. p. 12. Sinaloa, México. Revista UDO Agrícola 6 (1):84-94.2006

ANEXOS

ANEXO 1. Distribución de los tratamientos en los ensayos

19.2 mts



4 SURCOS	BLOQUE 2		BLOQUE 4	
106 MM5	200 Sin aplicación	301 ACT Botánico	404 Extracto de neem	
105 Extracto de flor de muerto	202 Tagelis	306 MM5	402 Tagelis	
104 Extracto de neem	206 MM5	303 Brálic	405 Extracto de flor de muerto	31.5 mts
103 Brálic	204 Extracto de neem	300 Sin aplicación	401 ACT Botánico	
102 Tagelis	201 ACT Botánico	304 Extracto de neem	403 Brálic	
101 ACT Botánico	203 Brálic	302 Tagelis	400 Sin aplicación	
100 Sin aplicación	205 Extracto de flor de muerto	305 Extracto de flor de muerto	406 MM5	
BLOQUE 1		BLOQUE 3		

Tratamientos:

- T0. Sin aplicación**
- T1. ACT Botánico 0.003 SC**
- T2. Tagelis.**
- T3. Brálic.**
- T4. Extracto de neem.**
- T5. Extracto de flor de muerto.**
- T6. MM5.**

Las lecturas se empiezan de izquierda a derecha en el ensayo y el caminamiento como está indicado, reglas del ICTA adoptadas por el IICA para estas investigaciones.

ANEXO 4. Análisis de suelos localidad, Vega-CUNORI, Chiquimula

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PXB.: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliete : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : EMILIO GRANADOS
Finca : VEGA CUNORI (26007)
Localización : Chiquimula, CHIQUIMULA
Referencia Cliente : JOSE GABRIEL SUCHINI FINCA VEGA CUNORI
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 106289
Código de muestra : 18.04.27.06.10
Fecha de ingreso : 27/04/2018
Fecha del informe : 08/05/2018
Asesor : Carlos Franco

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	8.60	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.23 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	1.66 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	21.4 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	5.77 %	4% _ 6%
Saturación Ca	74.21 %	60% _ 80%
Saturación Mg	20.02 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	96.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	50 P ₂ O ₅
Potasio K	482.1	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			300 - 500	100 K ₂ O
Calcio Ca	3180.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			2000 -3000	
Magnesio Mg	514.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			250 - 500	
Azufre S	33.4	XXXXXXXXXXXXXXX			0 - 10	
Cobre Cu	4.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 -	
Hierro Fe	91.6	XXXXXXXXXXXXXXX			0 - 0	
Manganeso Mn	160.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			10 -250	
Zinc Zn	4.2	XXXXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0 X				< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.

Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



ANEXO 5. Resultados Análisis de Suelo localidad de cofradías, Ipala.

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PXB.: 7882-2428
sedes1@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : EMILIO GRANADOS
Finca : COFRADIAS IPALA (26264)
Localización : Ipala, CHIQUIMULA
Referencia Cliente : JOSE GABRIEL SUCHINI, FINCA COFRADIAS IPALA
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 106290
Código de muestra : 18.04.27.06.11
Fecha de ingreso : 27/04/2018
Fecha del informe : 08/05/2018
Asesor : Carlos Franco

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	7.75	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.21 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.37 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	24.0 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	1.46 %	4% _ 6%
Saturación Ca	71.94 %	60% _ 80%
Saturación Mg	26.60 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo	P	34.0	XXXXXXXXXX		30 - 75	50 P ₂ O ₅
Potasio	K	136.8	XXXX		300 - 500	240 K ₂ O
Calcio	Ca	3460.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		2000 -3000	
Magnesio	Mg	767.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		250 - 500	
Azufre	S	11.0	XXXXXXXXXX		0 - 20	
Cobre	Cu	2.2	XXXXXXXXXX		1 - 10	
Hierro	Fe	63.7	XXXXXXXXXX		0 - 100	
Manganeso	Mn	166.4	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		10 - 250	
Zinc	Zn	1.3	XXXXXX		2 - 25	6 Zn
Aluminio	Al	< 8,0	X		< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



ANEXO 6. Fotos establecimiento de ensayos en Vega CUNORI y Cofradías Ipala



Fotos Establecimientos ensayos de tomate en Cofradías, Ipala y Vega CUNORI, Chiquimula. Diciembre 2017

ANEXO 7. Fotos de manejo de los ensayos en las dos localidades



Fotos. Manejo ensayos, Tutorado y prevención de enfermedades. Vega CUNORI y Cofradías Ipala, Dic 2017 y Ene 2018

ANEXO 8. Foto preparación de extracto natural MM5



Fotos proceso de elaboración de extracto natural MM5.
Noviembre 2017

ANEXO 9. Monitoreo de mosca blanca en ensayos establecidos



ANEXO 10. Registro de Temperaturas en los ensayos establecidos



Fotos monitoreo de temperaturas en los ensayos establecidos en vega de CUNORI y cofradías, Ipala. 2018

ANEXO 11. Resultados de laboratorios, análisis muestras extractos naturales elaborados artesanalmente. MM5



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL



LABORATORIO DE RESIDUOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS MAG/OIRSA
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Soyapango, 02 de julio del 2018

ICA – CRIA
Ciudad de Guatemala
(502) 2388-5800

Muestra

No. Laboratorio: LAB18.1951	Fecha Inicial análisis: 08-05-18
	Fecha Final análisis: 02-07-18
	Fecha recibido: 26-04-18
	Entrega resultados: 02-07-18

No. Muestra: PAR18.1179

Producto: "MMS" INSECTICIDA Y REPELENTE NATURAL
Identificación: Muestra 2

Resultados del Análisis

Se analizó en GC-MS-MS y se detectó Diallyl disulphide y 1,2-Dithiolane.

Método: Extracción solventes orgánicos

Comentario

Los resultados se refieren a la muestra remitida por el interesado.

Analista (s): Lic. Elias Rafael Herrera Casco



Atentamente,

Ing. Elizabeth Carranza de Aguila
Coordinadora del Laboratorio

Prohibida la reproducción sin la autorización de la Dirección del Laboratorio

Laboratorio de Control de Calidad de Pesticidas MAG/OIRSA
Teléfono: (502) 23349905-23320814, E-mail: labanalisisplaguicidas@mag.gub.es
Carrera El Manzano, Soyapango, San Salvador, El Salvador, C.A.
Página web: laboratorioicag-irsa.org

Nueva San Salvador, Final 7, Av. Pineda y 13 Calle 09a,
y Av. Manuel Ollando, Registro y Fiscalización, Teléfono: 25348834

ANEXO 12. Resultados de laboratorios, análisis muestras extractos naturales elaborados artesanalmente. Macerado de flor de muerto.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL



LABORATORIO DE RESIDUOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS MAG/OIRSA
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Soyapango, 02 de julio del 2018

IICA – CRIA
Ciudad de Guatemala
(502) 2386-6900

Muestra

No. Laboratorio: LAB18.2373
Fecha Inicial análisis: 05-06-18
Fecha Final análisis: 02-07-18
Fecha recibido: 04-06-18
Entrega resultados: 02-07-18

No. Muestra: PAR18.1549

Producto: **MACERADO DE FLOR DE MUERTO**
Identificación: Muestra 3

Resultados del Análisis

Se analizó en GC-MS-MS y se detectó Cis Chrysanthenol.

Método: Extracción solventes orgánicos

Comentario

Los resultados se refieren a la muestra remitida por el interesado.

Analista (s): Lic. Elias Rafael Herrera Casco



Atentamente,

Ing. Elizabeth Cárdena de Aguila
Coordinadora del Laboratorio

Prohibida la reproducción sin la autorización de la Dirección del Laboratorio

Laboratorio de Control de Calidad de Plaguicidas MAG/OIRSA
Teléfono: (502) 23349905- 22020814, E-mail: labanalisisplaguicidas@mag.gob.sv
Carrera El Mirador, Soyapango, San Salvador, El Salvador, C.A.
Página web: labcontrolcalidadplaguicidas.com

Nueva San Salvador, Final P. Av. Norte y 13 Calle Diez.
y Av. Manuel Gallardo, Registro y Fiscalización, Teléfono: 25349838

ANEXO 13. Resultados de laboratorios, análisis muestras extractos naturales elaborados artesanalmente. Macerado de hojas de neem



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL



Laboratorio de Control de Calidad de Plaguicidas (MAG/OIRSA) Certificado de Análisis de Plaguicidas

Página 1 de 2

Soyapango, 29-jun-18

IICA-CRIA

CIUDAD DE GUATEMALA

TEL. (502) 23865900

GUATEMALA

GUATEMALA

Muestra

No. Laboratorio: LA 18.017606

Fecha Inicial análisis: 05-jun-18

Producto: MACERADO DE NEEM

Fecha Final análisis: 06-jun-18

Fecha recibo: 26-abr-18

No-Lote: Sin Número de Lote

No. Muestra: PAR18.102

Resultados del Análisis

Análisis químico:	concentración declarada		concentración encontrada		tolerancia permitida	Incerteza
	% m/v	% m/v	% m/v	% m/v		
AZADIRACTIN			0.0540			
Método de Análisis: CIPAC/33861n						

Análisis físico:

Laboratorio de Control de Calidad de Plaguicidas (MAG/OIRSA) Certificado de Análisis de Plaguicidas

Página 2 de 2

Comentario

No. Muestra: PAR18.102

Los resultados se refieren a la muestra remitida por el interesado



Analista(s): Lic. Victor Garcia

Atestamiento,

Ing. Elizabeth C. de Aguila
Coordinadora del Laboratorio

Prohíbese la reproducción sin la autorización de la Dirección del Laboratorio.