



UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y
TECNOLÓGICAS

POSGRADO EN BIOCENCIAS

**EFFECTO TÓXICO DEL ACEITE ESENCIAL Y EXTRACTO
ACUOSO DE ORÉGANO (*Lippia palmeri* W.) SOBRE LA
MOSQUITA BLANCA (*Bemisia tabaci* G.) EN CULTIVO
PROTEGIDO DE CALABAZA (*Cucurbita pepo* L.)
Y MELÓN (*Cucumis melo* L.).**

TESIS

que para obtener el grado de:

MAESTRO EN BIOCENCIAS

presenta:

GENESIS VALENZUELA QUINTERO

Hermosillo, Sonora, México

Agosto de 2018

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

DERECHOS DE AUTOR

El presente trabajo de tesis se presenta como uno de los requisitos parciales para la obtención del grado de **Maestra en Biociencias** de la Universidad de Sonora.

Se deposita en la biblioteca de Ciencias Biológicas y de la Salud para ponerla a disposición de los interesados. Se permiten citas breves del material contenido en la tesis sin permiso del autor, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente. Para reproducir, o en su caso referirse a este documento en forma parcial o total, se deberá solicitar la autorización al Coordinador del Programa del Posgrado.

Bajo cualquier otra circunstancia se debe solicitar permiso directamente al autor.

Atentamente

Genesis Valenzuela Quintero

Autor

Dra. Nohemí Gámez Meza

Coordinadora del Programa de Maestría en Biociencias

APROBACIÓN

Los miembros del Comité designado para revisar la tesis intitulada "Efecto tóxico del aceite esencial y extracto acuoso de orégano (*Lippia palmeri* W.) sobre la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.) en cultivo protegido de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y melón (*Cucumis melo* L.)" presentada por Genesis Valenzuela Quintero, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Biociencias.



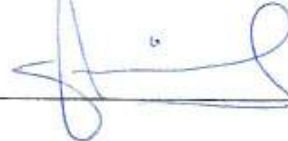
Dra. María Magdalena Ortega Nieblas
Directora y presidenta



Dra. Gloria Irma Ayala Astorga
Codirectora



Dra. María Guadalupe Burboa Zazueta
Sinodal interno y secretaria



Dr. José Jiménez León
Sinodal interno



Dra. Lilia Alcaraz Meléndez
Sinodal externo

DEDICATORIA

A MIS PADRES,
LA VIDA ES MÍA PERO MI
CORAZÓN LES PERTENECE. SIEMPRE
HAN SIDO MI MOTOR Y FORTALEZA, MI
PILAR EN ESTA VIDA.

A MI HERMANA, ERES EL REGALO MÁS
PRECIADO QUE DIOS Y LA VIDA ME HAN
DADO. LA PRIMERA VEZ QUE CRUZAMOS
MIRADAS SE ILUMINARON MIS OJOS Y
AHÍ SUPE QUE NUNCA ESTARÍA SOLA.

A MI TATA TUS CANAS FUERON EL
SINONIMO DE TU SABIDURIA. GRACIAS
POR ENSEÑARME LA PASIÓN DE LA
INVESTIGACIÓN.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SONORA Y AL POSGRADO EN BIOCENCIAS POR BRINDARME LA OPORTUNIDAD DE FORMAR MI VIDA PROFESIONAL Y POR SU APOYO INCONDICIONAL EN ESTE CAMINO.

A LA DRA. MARÍA MAGADALENA ORTEGA, POR SIEMPRE SER MI PRINCIPAL APOYO EN ESTE PROYECTO, USTED SIEMPRE ME GUIO EN LA TOMA DE DECISIONES Y ME DIO LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA PODER LLEVAR ACABO ESTA INVESTIGACIÓN, NUNCA SE RINDIO Y ENCONTRO LA MANERA DE HACER DE ESTE PROYECTO ALGO EXITOSO. GRACIAS POR ESTAR AL PENDIENTE DE MI, DEPOSITAR SU CONFIANZA Y DARME ESTA GRAN OPORTUNIDAD.

A LA DRA. GLORIA IRMA AYALA ASTORGA, POR SU CONSTANTE PREOCUPACIÓN Y ESTAR AL PENDIENTE DE QUE MI TRABAJO SE REALIZARA EN TIEMPO Y FORMA, POR SU PACIENCIA Y ESTIMULACIÓN AL CONOCIMIENTO.

A LA DRA. GUADALUPE BURBOA ZAZUETA, POR FORMAR PARTE DE ESTE CAMINO Y SIEMPRE BRINDARME SU APOYO DE MANERA INCONDICIONAL.

AL DR. JOSÉ JIMÉNEZ LEÓN, POR SU VALIOSA APORTACIÓN DE CONOCIMIENTOS, NUEVAS HERRAMIENTAS Y MATERIAL PARA PODER LLEVAR ACABO ESTE PROYECTO.

A LA DRA. LILIA ALCARAZ MELÉNDEZ, QUE A PESAR DE LA LEJANIA SIEMPRE SE ESFORZO POR ESTAR EN CONTACTO, ME BRINDO SU APOYO Y ESTUVO AL PENDIENTE DE ESTE TRABAJO.

AL M.C. SERGIO GARZA ORTEGA POR SUS ASESORIAS EN MOSQUITA BLANCA.

AL M.C. DAVID RENÉ FERNÁNDEZ POR EL CURSO DE HORTICULTURA IMPARTIDO.

A MIS AMIGOS MARTIN RODRIGO ACEDO Y MARTHA MARÍA DEL RIO POR AYUDARME EN MI PROCESO DE FORMACIÓN, POR SU AMISTAD Y SUS CONSEJOS.

A MIS COMPAÑEROS DE POSGRADO FERNANDO RAZO, MARÍA LUISA JUAREZ, OSCAR BUJANDA, POR SU AMISTAD Y SIEMPRE TENERME PACIENCIA, SIEMPRE MOSTRANDO SU APOYO. A JONATHAN PARADES, FERNANDO BERRELLEZA, CARLOS ROBLES, HUGO CAÑEDO, ENRIQUE COSTISH, POR ESOS GRANDES MOMENTOS DE RISAS Y HASTA DE CRISIS MIENTRAS ESTUDIABAMOS.

A MIS AMIGOS DEL LABORATORIO DE HISTOLOGÍA FERNANDA MARTINEZ, CAROLINA GALLARDO, ERICK CASTILLO† Y A LOS DOCTORES CHRISTIAN MINJAREZ Y ENRIQUE DE LA REE, POR SU TOTAL APOYO Y LOS BUENOS MOMENTOS JUNTOS.

A MIS ABUELAS, TÍAS, TÍOS Y PRIMOS, POR EL AMOR QUE ME DAN Y SIEMPRE ESTAR AL PENDIENTE DE MI.

A MIS AMIGOS ERICK GUZMÁN, CHRISTAN NAVARRO, JORGE JIMÉNEZ, JANNEL VEGA, JENNIFER MORENO, CYNTHIA MACHADO, ÁNGEL ORTEGA, LUIS TELLECHEA, TADEO SUAREZ, POR SER LA GENTE MARAVILLOSA QUE HACEN DE MIS DÍAS ESPECIALES Y SIEMPRE APOYARME.

**AVECES VOLTEO AL CIELO, SONRIÓ Y DIGO “YO SE QUE FUISTE TÚ”,
GRACIAS DIOS.**

RESUMEN

La mosquita blanca *Bemisia tabaci* G., es un insecto polífago y una de las plagas más difíciles de combatir en los cultivos hortícolas por ser una especie ampliamente distribuida a nivel mundial en regiones tropicales y subtropicales. Como plaga es difícil de combatir, se aplican plaguicidas químicos sintéticos a los cuales presenta resistencia. El objetivo del estudio llevado a cabo en 2017 fue evaluar la incidencia de insectos-plaga de mosquita blanca e inhibir su ciclo biológico utilizando 5 y 20% de aceite esencial (AE) y extracto acuoso (EA) del orégano *Lippia palmeri* W. en cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo* var. Rocio) y melón (*Cucumis melo* var Harper) en el vivero del DICTUS de la Universidad de Sonora. Se determinaron algunos parámetros de calidad fisicoquímicos del aceite esencial (AE) los cuales fueron normales según la asociación americana de química de aceites, asimismo se obtuvieron los componentes utilizando un cromatógrafo de gases-masas y se identificaron 56 compuestos en el AE. Los principales y de mayor concentración del AEO fueron: Timol (32.1%), Cariofileno (21.7%), Carvacrol (5.56%), o-Cimeno (5.56%). Al evaluar el efecto insecticida del AE y el EA los resultados muestran que el AE al 20% fue el más efectivo en adultos, ninfas y huevecillos alcanzando 27% de mortalidad; no presentó diferencias significativas con el químico control (Cipermetrina). El tratamiento menos efectivo en ambos cultivos fue el EA 5% alcanzando como máximo 5.6% en mortalidad. Con ambos tratamientos al 5 y 20% hubo inhibición del desarrollo de los huevecillos de la misma forma se inhibió el desarrollo de las ninfas y en consecuencia no hubo presencia de adulto de mosquitas al mes de observación. Ambas dosis pueden ser una alternativa como insecticidas naturales.

ABSTRACT

The whitefly *Bemisia tabaci* G., is a polyphagous insect and one of the most difficult pests to combat in horticultural crops as it is a species widely distributed worldwide in tropical and subtropical regions. As a pest is difficult to combat, synthetic chemical pesticides are applied to which it has resistance. The objective of the study carried out in 2017 was the response to insect infection in the whitefly leaf and to inhibit its biological cycle using 5 and 20% essential oil (EO) and aqueous extract (AE) from the oregano *Lippia palmeri* W. cultivation of pumpkin (*Cucurbita pepo* var. Rocio) and melon (*Cucumis melo* var Harper) in the plant nursery of the DICTUS of the University of Sonora. Some physicochemical quality parameters of the essential oil (AE) were determined, which were normal according to the American association of oil chemistry. The components were also obtained using a gas-mass chromatography and 56 compounds were identified in the EO. The main and highest concentrations of the AEO were: Timol (32.1%), Cariofileno (21.7%), Carvacrol (5.56%), or-Cimeno (5.56%). When evaluating the insecticidal effect of EO and EA the results show that the 20% EO was the most effective in adults, nymphs and eggs reaching 27% mortality; did not present significant differences with the control chemical (Cypermethrin). The least effective treatment in both crops was the AE 5% reaching a maximum 5.6% in mortality. With both treatments at 5 and 20% there was inhibition of the development of the eggs in the same way the development of the nymphs was inhibited and consequently there was no adult presence of whitefly at one month of observation. Both doses can be an alternative as natural insecticides.

INDICE GENERAL

	Página
APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES	4
I.1. Definición de aceites esenciales	4
I.1.1. Características fisicoquímicas de los aceites esenciales	5
I.1.2. Genero <i>Lippia</i>	5
I.1.3. Clasificación del género <i>Lippia</i>	6
I.1.4. Aceite esencial del género <i>Lippia</i>	6
I.1.5. Modo de acción de los aceites esenciales sobre insectos	7
I.2. Producción mundial de hortalizas	10
I.2.1. Horticultura protegida	11
I.2.2. Horticultura protegida en México	12
I.3. Descripción botánica de la calabaza.	12
I.3.1. Clasificación de la calabaza	13
I.3.2. Importancia económica de la calabaza	13
I.3.3. Principales daños provocados por plagas	14
I.4. Descripción botánica del melón	14
I.4.1. Clasificación del melón	15
I.4.2. Importancia económica del melón	16
I.4.3. Principales daños provocados por plagas en melón	16
I.5. Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i> G.)	17
I.5.1. Clasificación taxonómica de la mosquita blanca	18
I.5.2. Ciclo biológico de la mosquita blanca	18
I.5.2.1. Huevo	18
I.5.2.2. Ninfa	19
I.5.2.3. Adulto	20
I.5.3. Historia del problema	21
I.5.4. Enfermedades transmitidas por mosquita blanca	22
I.5.5. Daños al cultivo de calabaza y melón	23
I.5.6. Resistencia a insecticidas	23
I.6. Utilización de insecticidas de origen vegetal en el combate de plaga.	24
II. HIPÓTESIS	26
III. OBJETIVOS	27
III.1. Objetivo general	27
III.2. Objetivos específicos	27

	Página
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	28
IV.1. Material vegetal utilizado	28
IV.2. Extracción de los aceites esenciales (AE) y extracto acuoso (EA) ..	28
IV.3. Análisis del contenido de aceite esencial y de sus características físicoquímicas	30
IV.4. Análisis GC-MS del aceite esencial de orégano cultivado (<i>Lippia palmeri</i> W.)	30
IV.5. Siembra de calabaza y melón	31
IV.5.1. Preparación del terreno y riego	32
IV.5.2. Siembra de semilla de calabaza var. Rocio y del melón var. Harper	32
IV.5.3. Infección con mosquita blanca.	33
IV.5.4. Aplicación de los tratamientos	33
IV.6. Diseño experimental	34
IV.7. Análisis estadístico	34
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
V.1. Análisis del contenido de aceite esencial y sus características físicoquímicas	35
V.2. Análisis GC-MS del aceite esencial de orégano (<i>Lippia palmeri</i> W.) cultivado	36
V.3. Cuantificación de compuestos del extracto acuoso del Orégano	39
V.4. Evaluación <i>in vitro</i> del efecto tóxico del aceite esencial, extracto acuoso, timol y carvacrol en mosquita blanca adulto en laboratorio	41
V.5. Temperaturas de las siembras de calabaza y melón	42
V.5.1. Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en mosquita blanca adulto en calabaza y melón	43
V.5.2. Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en la inhibición del desarrollo de huevecillos de mosquita blanca en cultivo de calabaza y melón	46
V.5.3. Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en ninfas de mosquita blanca en cultivo de calabaza y melón	50
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	55
VIII. LITERATURA CITADA	56

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Planta de orégano <i>Lippia palmeri</i> W.	6
2	Sinapsis neuronal, mostrando lo que sucede en un impulso nervioso. Fuente: Sánchez-Hernández (1999), modificada por Arvizu, 2017.....	8
3	Huevos de mosquita blanca (<i>B. tabaci</i> G.) en hoja de calabaza.	19
4	Mosquita blanca (<i>B. tabaci</i> G.) adulto	20
5	Mosquita blanca (<i>B. tabaci</i> G.) adulto vista desde microscopio estereoscopio en hoja de calabaza.	20
6	Estadios presentes en el cultivo de melón y calabaza, de acuerdo al ciclo biológico de mosquita blanca (<i>B. tabaci</i> G.).	21
7	Las aplicaciones de plaguicidas pueden seleccionar biotipos resistentes de plagas. La primera generación tuvo un insecto (rojo) con alta resistencia al plaguicida (FAO, 2012).	25
8	Transporte de material vegetativo.	28
9	Método de extracción de aceite esencial por destilación de arrastre al vapor.....	29
10	Preparación de extracto acuoso.	30
11	Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 acoplado a un espectrómetro de masas cuadro polo simple Agilent 5975C.	31
12	Croquis de la plantación en malla sombra.	32
13	Aplicación de tratamientos por medio de aspersión.	33
14	Cromatograma de iones totales (TIC) de aceite esencial de orégano cultivado (AEOC).	37
15	Porcentaje de mortalidad en adultos de mosquita blanca en siembra de calabaza y melón	44
16	Porcentaje de inhibición de huevecillos en calabaza con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 5 y 20%.	48
17	Porcentaje de inhibición de huevecillos en melón con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 5 y 20%.	49
18	Porcentaje de mortalidad de ninfas en cultivo de calabaza con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 5 y 20%	51
19	Porcentaje de mortalidad de ninfas en cultivo de melón con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 5 y 20%	53

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Clasificación taxonómica de manera esquemática del genero <i>Lippia</i> ...	6
2	Actividad biológica de aceites esenciales de especies de orégano en insectos, hongos y bacterias.	9
3	Descripción anual en el periodo (2005-2014) de producción mundial de hortalizas.	11
4	Clasificación taxonómica de manera esquemática de la calabaza (Linneo, 1753).	13
5	Clasificación taxonómica de manera esquemática del melón (Linneo, 1753).	15
6	Clasificación taxonómica de manera esquemática de la mosquita blanca (Gennadius, 1889).	18
7	Rendimiento y parámetros fisicoquímicos del aceite esencial de orégano cultivado (<i>Lippia palmeri</i> W.).	35
8	Comparación del rendimiento de aceite esencial entre especies de <i>Lippias</i> y <i>Origanium</i> con <i>L. palmeri</i> W. (orégano cultivado).	36
9	Compuestos más abundantes del AEOC analizados por GC-MS. TR= Tiempo de retención en minutos; AEOC= Aceite esencial de orégano cultivado.	38
10	Comparación de compuestos del extracto acuoso en orégano silvestre y orégano cultivado.	40
11	Evaluación <i>in vitro</i> de aceite esencial, extracto acuoso, timol y carvacrol en dosis de 5 y 20% en mosquita blanca adulta.	42
12	Temperaturas del periodo de siembra primavera-verano en Hermosillo.	42
13	Temperaturas del periodo de siembra otoño-invierno en Hermosillo. ..	43
14	Número de adultos muertos de <i>B. tabaci</i> G. en cultivo de calabaza AA : Aceite esencial 20%, AB : Aceite esencial 5%, EA : Extracto acuoso 20%, EB : Extracto acuoso 5%, C : Cipermetrina, T : Testigo..	45
15	Diferencia de medias de AA : Aceite esencial 20%, AB : Aceite esencial 5%, EA : Extracto acuoso 20%, EB : Extracto acuoso 5%, C : Cipermetrina, T : Testigo, en melón y calabaza.	46
16	Inhibición de huevecillos de <i>B. tabaci</i> G. en cultivo de Calabaza AA : Aceite esencial 20%, AB : Aceite esencial 5%, EA : Extracto acuoso 20%, EB : Extracto acuoso 5%, C : Cipermetrina, T : Testigo.	47

17	Inhibición de huevecillos de <i>B. tabaci</i> G. en cultivo de melón AA: Aceite esencial 20%, AB: Aceite esencial 5%, EA: Extracto acuoso 20%, EB: Extracto acuoso 5%, C: Cipermetrina, T: Testigo.	48
18	Inhibición de huevecillos de <i>B. tabaci</i> G. G. en cultivos de melón y calabaza. AA: Aceite esencial 20%, AB: Aceite esencial 5%, EA: Extracto acuoso 20%, EB: Extracto acuoso 5%, C: Cipermetrina, T: Testigo.	50
19	Número de ninfas muertas de <i>B. tabaci</i> G. en cultivo de calabaza. AA: Aceite esencial 20%, AB: Aceite esencial 5%, EA: Extracto acuoso 20%, EB: Extracto acuoso 5%, C: Cipermetrina, T: Testigo.	51
20	Número de ninfas muertas de <i>B. tabaci</i> G. en cultivo de melón. AA: Aceite esencial 20%, AB: Aceite esencial 5%, EA: Extracto acuoso 20%, EB: Extracto acuoso 5%, C: Cipermetrina, T: Testigo.	52
21	Número de ninfas muertas de <i>B. tabaci</i> G. en cultivos de melón y calabaza. AA: Aceite esencial 20%, AB: Aceite esencial 5%, EA: Extracto acuoso 20%, EB: Extracto acuoso 5%, C: Cipermetrina, T: Testigo.	53

INTRODUCCIÓN

La mosquita blanca *Bemisia tabaci* G., es un insecto polífago, el cual es considerado una de las plagas más difíciles de combatir en los cultivos hortícolas, entre otros, dañando dichos cultivos al succionar directamente los nutrientes de las plantas; para el control de esta plaga generalmente se utilizan plaguicidas químicos sintéticos, de los cuales han adquirido resistencia a dichos productos, principalmente a los fosforados y piretroides, los cuales incrementan los costos de producción y la contaminación ambiental. Esta problemática ha generado la necesidad de establecer otro tipo de investigación, utilizando productos orgánicos y no dañinos para el humano y medio ambiente, debido a lo cual, en años recientes se ha observado un claro interés de usar agentes antimicrobianos completamente naturales, obteniendo una oferta de alimentos frescos, mínimamente procesados y garantizar su inocuidad (Sagar *et al.*, 2012).

A nivel mundial la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) es una especie ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales, la cual se alimenta de más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres (Mound y Halsey 1978; Greathead 1986; Secker *et al.*, 1998).

Los daños que origina, se deben a diversos efectos causados por el insecto como es el debilitamiento de la planta por la extracción de nutrientes; problemas fisiológicos causados por el biotipo B, de *B. tabaci* G. (ej. madurez irregular y plateado en las hojas de las plantas); la excreción de sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento de hongos sobre las plantas (fumagina); y la transmisión del virus begomovirus (Geminiviridae). En frijol común, se presentan los begomovirus del mosaico dorado y el mosaico dorado amarillo dichos patógenos están distribuidos ampliamente en Latinoamérica, donde causan pérdidas en rendimiento hasta 100% (Byrne *et al.*, 1990; Perring, 2001).

En las últimas décadas la resistencia de los insectos plaga se ha convertido en una problemática mundial. A finales de la década de los 80 se habían descrito casos de tolerancia a una o más clases de insecticidas en más de 500 especies de insectos y ácaros, de las que el 56.1 % eran de interés agrícola, el 39.3 % de importancia médico–veterinaria y el 4.6 % de

artrópodos benéficos (Georghiou, 1990); para *B. tabaci* G., en Latinoamérica el control químico sintético es ampliamente utilizado para el control o disminución de las poblaciones.

Los nuevos químicos como el imidacloprid y thiodan son muy efectivos, pero costosos para algunos agricultores. Consecuentemente, el uso de insecticidas no sintéticos y agentes de control biológico están siendo más utilizados en América Latina.

La revolución verde ha significado un acrecentamiento sustancial en los rendimientos de muchos cultivos, sin embargo, también ha traído con ella una mayor dependencia de los plaguicidas naturales. Usar plantas para el control de plagas no es algo nuevo, tiene una historia tan larga como el cultivo de las plantas domésticas (Rivera *et al.*, 2003).

Los requerimientos que debe poseer una planta para ser usada como insecticidas o para el control de plagas son las siguientes: efectivas contra un espectro grande de plagas, no tóxica para ningún organismo, ni para el ambiente, que sea fácilmente renovables, con una alta concentración de ingredientes activos, las sustancias deben ser estables al extraerlas y en almacén (el problema de las sustancias botánicas es su inestabilidad), fáciles de procesar, las plantas deben ser fáciles de cultivar y que se puedan adaptar a diferentes ambientes y por último estas no deben de competir con plantas usadas como alimentos (García, 2005) .

Existen insecticidas botánicos y/u orgánicos que se emplean, como los extractos de neem *Azadirachta indica* A., higuera *Ricinus comunis* L., chicalote *Argemone mexicana* L., cempasúchil *Tagetes erecta* L., epazote *Chenopodium ambrosioides* L., y fruto de paraíso *Melia azedarach* L., se han utilizado dosis del 1, 5, 10, 15 y 20%, para el control de la mosquita blanca; las seis especies sobresalieron con una mortalidad de 76 al 90%, y las mejores dosis fueron la de 10, 15 y 20% para el control de la mosquita blanca en el cultivo de tomate infectado. El aceite de neem (*A. indica* A.), ha sido tóxico para ninfas jóvenes e inhiben crianza y desarrollo de ninfas mayores de *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring (López y Estrada 2005; Ramírez *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2005; Carrillo *et al.*, 2008; Mendoza *et al.*, 2007).

Los aceites esenciales constituyen productos naturales probados para el control de algunas plagas, siendo una estrategia que no contamina al medio ambiente, mismo ha sido estudiado el efecto insecticida y control de plagas del orégano *Lippia palmeri* W., pero no contra mosquita blanca, por lo que se plantea como objetivo de este trabajo evaluar el efecto tóxico del aceite esencial de orégano *Lippia palmeri* W. en adultos, huevos y ninfas de mosquita blanca en los cultivos de calabaza y melón bajo condiciones de cultivo protegido.

I. ANTECEDENTES

I.1. Definición de aceites esenciales

Bruneton (2001), dice que, los aceites esenciales (esencias = aceites volátiles) son definidos como productos de composición generalmente muy compleja y contienen los principios volátiles que se encuentran en los vegetales. El autor a la norma AFNOR NF T 75-006 1998 que define a los Aceites esenciales (AE) como: “Productos que se obtienen por medio de una materia prima vegetal, bien por arrastre con vapor, por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los cítricos, o bien por destilación seca. El AE se separa posteriormente de la fase acuosa por procedimientos físicos en estas tres formas de obtención; puede tolerar tratamientos físicos que no originen cambios significativos en su composición”.

Los aceites esenciales han mostrado poseer algunas actividades biológicas importantes como: actividades antibacterianas, antifúngicas, antivirales, antioxidantes e insecticidas. Algunos aceites han sido usados en tratamiento contra el cáncer. Otros han sido usados en preservación de alimentos, aromaterapia y en la industria de fragancias (Seenivasan *et al.*, 2006).

Las plantas que contienen aceites esenciales representan una alternativa para la protección de los cultivos y/o granos contra plagas (Isman, 2000). Algunos aceites esenciales y sus componentes poseen un amplio espectro de actividad contra ácaros, hongos, nematodos, e insectos. Ejemplos de estos últimos son: *Zabrotes subfasciatus* B., *Acanthoscelides obtectus* S., *Rhyzopertha dominica* F., *Tribolium castaneum* H., y *Sitophilus oryzae* L., entre otros. Estas plagas atacan a granos almacenados (Isman, 2000). Por otro lado, el extracto de orégano puede funcionar como antibactericida e insecticida, siendo igual o incluso más efectivo que los compuestos típicamente utilizados para estos propósitos (Arcila *et al.*, 2004).

Anualmente se produce alrededor del mundo más de 100 toneladas de 20 aceites esenciales distintos y otra veintena más entre 50-100 toneladas. Algunos de estos aceites esenciales se han comercializados en relación con la protección que estos proporcionan a los cultivos (Lubbe y Verpoorte, 2011).

I.1.1. Características fisicoquímicas de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son fracciones líquidas volátiles muy complejas, son fuente rica de compuestos biológicamente activos; químicamente, ellos son derivados de terpenos y sus compuestos oxigenados, generalmente recuperables por arrastre con vapor de agua. Contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas, estas sustancias tienen características semejantes; son insolubles en agua, no se disuelven en minerales ni sales, sin embargo, se disuelven y se mezclan bien con aceites, ceras, resinas y cuerpos grasos (Pascual *et al.*, 2001; Dewick, 2002; Seenivasan *et al.*, 2006).

La composición química de los aceites esenciales puede variar en diferentes ejemplares de la misma especie vegetal, e inclusive en los diferentes órganos de la misma planta, por su propia fisiología, o debido al clima y a las condiciones del suelo en el que se encuentra la planta (Shaaya y Rafaei, 2007).

I.1.2. Genero *Lippia*

El género *Lippia* (familia Verbenaceae) está conformado por 221 especies aceptadas y 360 registros de especies consideradas como sinónimos de algunas de las especies que ya fueron aceptadas. Este se distribuye principalmente en América Central (México, Guatemala, Cuba, Costa Rica) hasta América del Sur (Venezuela, Brasil, Colombia) y en regiones tropicales de África (Delgado *et al.*, 2015).

Las especies de orégano de este género son utilizadas para dar sabor y como conservador de alimentos procesados y enlatados, de numerosos platillos nacionales e internacionales (Martínez, 1979; Huerta, 1997). En la medicina tradicional se utiliza la infusión de las hojas de orégano *L. berlandieri* S., *L. graveolens* K. y *L. palmeri* W. (frescas o secas) como antiasmático; antiespasmódico (alivio de cólicos); antitusígeno (control de la tos y del asma); antihelmíntico (contra lombrices, en mezcla con hierbabuena y tomillo); anti-infeccioso (acción específicamente contra *Staphylococcus aureus* R.); emenagogo (regulador de la menstruación) y fungicida (acción contra *Candida albicans* B.) (Argueta *et al.*, 1994; Huerta, 1997).

I.1.3. Clasificación del género *Lippia*

Tabla 1. Clasificación taxonómica de manera esquemática del género *Lippia*

División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Lamiales
Familia: Verbenaceae
Género: <i>Lippia</i>

I.1.4. Aceite esencial del género *Lippia*

En México, se tienen dos especies comerciales semejantes a las del género *Origanum*: *L. palmeri* Watson. y *L. graveolens* Kunth (González, 2007). El orégano (*Lippia palmeri* W.) es una planta aromática silvestre de la familia Verbenacea originaria de México; encontrándose como planta endémica en la parte central y occidental del Estado de Sonora (Corella *et al.*, 2008). El género *Lippia*, tiene varias especies, este tiene la composición química del aceite esencial es similar a la del orégano europeo (Pascual *et al.*, 2001).



Figura 1. Planta de orégano *Lippia palmeri* W.

En el caso del orégano *Lippia palmeri* W., hasta ahora solo se utilizan sus hojas en alimentos (condimento y saborizante), sin embargo, se podría utilizar en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), como fijador de olores y colores, y como fuente de aceites esenciales para la industria farmacéutica cuyo destino principal es la exportación, como se han utilizado otras especies de orégano y otras plantas aromáticas (Blanco *et al.*, 2005).

I.1.5. Modo de acción de los aceites esenciales sobre insectos

Los aceites esenciales de las plantas representan una alternativa para la protección de los cultivos contra plagas (Lamiri *et al.*, 2001). Algunos aceites esenciales y sus componentes poseen un amplio espectro de actividad contra insectos. El aceite esencial de *Oreganum vulgare* L. de origen europeo contiene un alto nivel de carvacrol (61%), el cual posee una concentración letal media (LC_{50}) = 37.6 mg/L, seguido del timol (21.8%) con un LC_{50} = 36 mg/L contra larvas del mosquito *Culex pipiens molestus* L (Arcila *et al.*, 2004). Los aceites esenciales de *Origanum majorana* L. y *Origanum compactum* B. poseen una alta actividad insecticida contra huevos y adultos de la mosca del trigo *Mayetiola destructor* S. (Lamiri *et al.*, 2001).

En México existen especies de orégano (*Lippia berlandieri* S.) originaria de Chihuahua y del orégano (*Lippia graveolens* K.) de Querétaro (Guigon *et al.*, 2005), que han presentado efectos insecticidas y bactericidas. El mecanismo insecticida de estas especies es que actúan directamente sobre los receptores endógenos y facilita que lo atraviese la barrera hematoencefálica, es decir que lleguen al cerebro con facilidad (Figura 2). También pueden actuar sobre diversos neurotransmisores (Wagner, K.H. and Elmadfa, 2003).

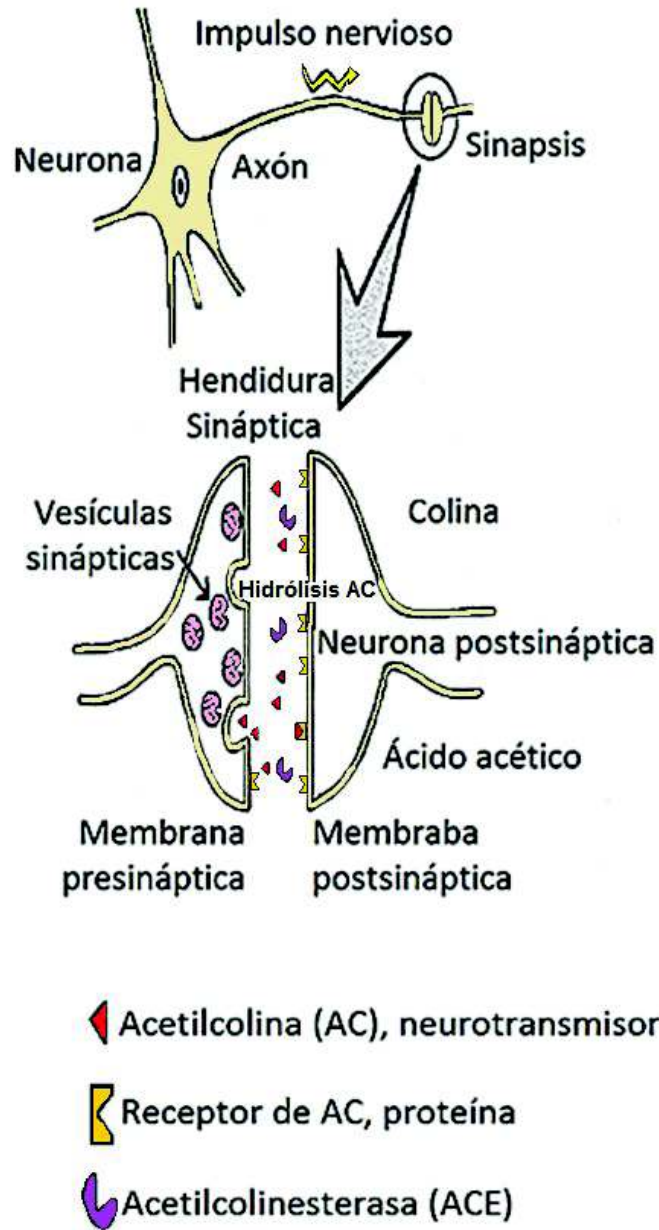


Figura 2. Sinapsis neuronal, mostrando lo que sucede en un impulso nervioso.
Fuente: Sánchez-Hernández (1999), modificada por Arvizu, 2017.

Guigon *et al.* en 2005, evaluaron la actividad insecticida de cuatro fracciones (1, 3, 4 y 5) del aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* S.) sobre *A. obtectus* S., las dosis que utilizaron como insecticida fueron de 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 y 7.0 μ l de aceite esencial del orégano. Los resultados de este estudio mostraron que la fracción 4, correspondiente a la concentración de 7 μ l presentó arriba del 95% de mortandad. Excepto la fracción de 0.5 y 5 μ l de aceite esencial, cuya actividad nunca rebasó una mortandad del 88%.

Tabla 2. Actividad biológica de aceites esenciales de especies de orégano en insectos, hongos y bacterias.

Especies de Orégano	Actividad biológica	Organismos
<i>O. vulgare</i> L.	Insecticida	<i>Tribolium castaneum</i> H.
<i>L. berlandieri</i> S.	Insecticida	<i>Acanthoscelides obtectus</i> S.
<i>L. graveolens</i> K.	Insecticida	<i>Acanthoscelides obtectus</i> S.
<i>L. alba</i> M.	Insecticida	<i>Acanthosceledis obtectus</i> S.
<i>L. alba</i> M.	Antifúngico	<i>Alternaria solani</i> C. y <i>Colletotrichum coccodes</i> W.
<i>L. alba</i> M.	Antifúngico	<i>Cándida spp</i> y <i>Microsporium canis</i>
<i>O. microphyllum</i> M.	Antifúngico	<i>C. albicans</i> B., <i>C. tropicalis</i> B. y <i>T. labratae</i>
<i>L. alba</i> M.	Antifúngico	<i>C. albicans</i> B., <i>C. tropicalis</i> B. y <i>T. labratae</i>
<i>O. vulgare</i> L.	Antibacterial	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>E. coli</i> E., <i>S. aureus</i> R.
<i>L. graveolens</i> K.	Antibacterial	<i>Erwinia carotovora</i> S.
<i>L. sidoides</i> C.	Antibacterial	<i>E.coli</i> E., <i>S. aureus</i> R., <i>B. subtilis</i> E. y <i>M. smegmatish</i> L.

El aceite esencial de *Lippia multiflora* L. m. es considerado un agente efectivo contra la infestación por piojos (*Pediculus humanus corporis* G. y *Pediculus humanus capitis* G.) y por el artrópodo *Sarcoptes scabiei* G.; incluso en mayor grado que el bencil benzoato, la droga más comúnmente empleada contra estos parásitos. En esta especie de orégano, los componentes mayoritarios en su aceite son el linalol (34%), geraniol (20%), limoneno (15%), cimeno (8%), y timol (4%). Entre los compuestos monoterpénicos volátiles presentes

comúnmente en aceites esenciales, es conocida la capacidad del terpineol y del α y β -pineno para matar piojos, aunque estos compuestos sólo se encuentran en bajas cantidades en dicho aceite esencial (1%, 3% y 4% respectivamente) (Oladimeji *et al.*, 2000).

El aceite esencial de *Lippia multiflora* L. m. también posee actividad antimalaria en diluciones tan altas como 1/8000 y 1/12000 lo que representa una alternativa interesante contra esta enfermedad debido a su baja toxicidad (Valentín *et al.*, 1995). Los extractos de *Lippia berlandieri* S. poseen actividad elevada anti-giardia, con una mortalidad de los trofozoitos del 90%, mayor que la causada por timidazol (79 %), la droga típica usada para el tratamiento de la giardiasis (Arcila *et al.*, 2004).

I.2. Producción mundial de hortalizas

La horticultura son los conocimientos agronómicos aplicados a la producción de hortalizas. Esta práctica es la forma humana de subsistir más antigua; siendo esencial e importante para el desarrollo de la vida humana por ser de los principales aportes de alimentos y bienes primarios. Existiendo variantes de la horticultura según sea el fin del cultivo, ejemplo de ello la fruticultura (producción de frutas), olericultura (plantaciones vegetales y hortalizas generales) y arboricultura (cultivo y generación de árboles) (Huerta H., 2012).

En 2016 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como FAO, realizó la publicación de datos de la producción china de hortalizas. En el año 2014 fue de 596.109 millones de kilogramos, siendo esto el 50.98% del total mundial, mientras que la producción total de África, América y Europa en 2014 fue de 275.835 millones de kilogramos por hectárea.

El segundo productor mundial es India con 126.578 millones de kilogramos de hortalizas producidos en 2014; en la tercera posición a EE.UU. con 36.598 millones de kilos. En cuarto lugar, está ocupado por Turquía con 28.185 millones de kilogramos, el quinto por Irán con 21.456 millones, Egipto se posiciona en sexto lugar con 19.352 millones de kilogramos, Vietnam en séptimo con 17.950, el octavo lugar fue para Rusia con 16.893, México en novena posición con 14.285 y España aparece en el décimo lugar con 14.172 millones de kilogramos por hectárea.

Desde 2005 a 2014 la producción mundial de hortalizas ha tenido un aumento de los 901.211 millones de kilogramos que fueron producidos en 2005 a los 1.169.445 de kilogramos que se recolectaron en 2014, mostrando esto un incremento en la producción del 29.76%

El portal de Hortoinfo detalló que la producción mundial en los últimos diez años de hortalizas, es como se observa en la siguiente tabla (Tabla 3), elaborada con los datos de la FAO.

Tabla 3. Descripción anual en el periodo (2005-2014) de producción mundial de hortalizas (FAO, 2014).

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE HORTALIZAS	
(2005-2014)	
Año	Toneladas
2005	901,211.934
2006	933,701.723
2007	963,809.104
2008	998,336.072
2009	1,022,052.146
2010	1,050,325.627
2011	1,086,796.648
2012	1,109,220.804
2013	1,134,265.264
2014	1,169,445.246

I.2.1. Horticultura protegida

En los últimos años, debido al cambio climático que afecta al mundo, en los cultivos hortícolas y ornamentales han experimentado tendencias hacia la obtención de productos de manera anticipada o fuera de estación. Problemática que ha creado la necesidad de utilizar diferentes elementos, herramientas, materiales y estructuras en la producción de cultivos para poder obtener alto redimiendo con el producto de mejor calidad (Huerta, 2012).

La horticultura protegida se caracteriza por ser un sistema de producción que modifica el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el fin de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento (Escobar *et al.*, 2009; Sánchez del Castillo, 2011).

Las ventajas de este sistema son superiores a los tradicionales, pues con este se puede obtener producto con mayor calidad, mejores precios de venta y mayores niveles de inocuidad (Escobar *et al.*, 2009; Sánchez del Castillo, 2011).

I.2.2. Horticultura protegida en México

En el país la horticultura protegida se encuentra en crecimiento y desarrollo. En 1980 se reportaron 300 hectáreas (ha) con este sistema de producción, para 2008 se tenía un registro de 10 000 ha. Este sistema de producción presenta un exponencial crecimiento en los últimos años de aproximadamente el 25% anual. En 2010 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) reportó 11,760 ha y en el mismo año fueron reportadas 15,300 ha por la Asociación Mexicana de Agricultura Protegida, Asociación Civil (AMHPAC) (Juárez, 2011).

Los estados que cuentan con una mayor superficie en producción de condiciones protegidas son Sinaloa, Baja California, Sonora, Baja California Sur y Jalisco (Huerta, 2012).

I.3. Descripción botánica de la calabaza

La calabaza (*Cucurbita pepo* L.) es una planta anual, rastrera y de crecimiento indeterminado. Su raíz es axonomorfa, mientras que su tallo presenta dominancia apical con atrofia de brotes secundarios y de forma cilíndrica con una superficie con tricomas que lo hace áspero al tacto, el tallo cuenta con entrenudos cortos y desde ellos parten las hojas, flores y frutos. Cuenta con grandes hojas palmeadas de color verde que brotan del tallo a través del peciolo de manera helicoidal y alterna, el limbo es suave al tacto por la parte superior pero áspero por la parte inferior (Andrés, 2012).

Es planta monoica protoandrica, es decir, cuenta con flores masculinas y femeninas en el mismo pie; son grandes y de intenso color amarillo, de forma acampanada. En los primeros estadios las flores son masculinas y conforme pasan los días van transformándose a flores femeninas. Es un fruto carnoso, cilíndrico, alargado y sin cavidad central, por lo general presenta una coloración verde (Andrés, 2012).

I.3.1. Clasificación de la calabaza

La familia de las cucurbitáceas se estima que está compuesta por 130 géneros y más de 900 especies. Algunas son originarias del Viejo Mundo, muchas son provenientes del continente americano y algunos géneros son de ambos hemisferios (Valdemar y Barroso, 2006).

Tabla 4. Clasificación taxonómica de manera esquemática de la calabaza (Linneo, 1753).

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Subfamilia:	Cucurbitoideae
Tribu:	Cucurbiteae
Género:	<i>Cucurbita</i>
Especie:	<i>Cucurbita pepo</i>

I.3.2. Importancia económica de la calabaza

En México entre 2004 y 2009, los estados con más producción de calabaza fueron Sonora, Nayarit, Zacatecas, Guerrero y Michoacán, estos 5 Estados en conjunto tuvieron el 88% de la producción siendo Sonora quien encabezó la lista con 49, 659 toneladas, es decir el 60% de la

producción en el país. Mientras que en el año 2012 la producción mexicana de calabaza madura superó 128,000 toneladas, con el 86% del volumen cultivado en el estado de Sonora (Alexander, 2014). Se tiene como mercado internacional a Canadá y E.U.A. principalmente (Bracamonte *et al.*, 2007).

I.3.3. Principales daños provocados por plagas

Las principales plagas en calabaza son: mosquita blanca, pulgones, araña roja, barrenador del fruto, minadores de la hoja, y sus principales enfermedades son Antracnosis, cenicilla vellosa y polvorienta, fusarium, tizón foliar, marchitez bacteriana, mancha bacteriana, mancha angular de la hoja, mosaico, escaldadura de tizón y pudrición húmeda del tallo (SAGARPA, 2005; Rosa, 1998).

Algunos hongos llegan a cubrir toda la superficie de la hoja, deteniendo sus funciones y secándola, como consecuencia los frutos no se pueden desarrollar. Otra enfermedad es el virus del mosaico, que ataca la planta, la hoja se distorsiona y no alcanza su máximo desarrollo (Japón-Quintero, 1981).

En general los daños se pueden reflejar en la disminución del rendimiento y/o calidad del producto a la hora de ser cosechado. Algunas de las plagas como es el pulgón y la mosquita blanca, absorben los tejidos de las plantas, las hojas se tornan amarillas y arrugadas. Es importante mencionar que algunos de los insectos son transportadores de virus y éstos son considerados como daños indirectos a las plantas (Cañedo *et al.*, 2011).

I.4. Descripción botánica del melón

El hábitat del melón abarca climas tropicales y secos, se siembra en cultivares, agrosistemas y huertas familiares. Son plantas anuales herbáceas, postradas que cuentan con tallos gruesos, hojas pecioladas, ásperas y con un margen denticulado. Sus flores son monoicas, aunque algunas veces se pueden encontrar andromonoicas, con un color amarillo, abren por la mañana, poco después de la salida del sol, aunque esto depende de la temperatura, luminosidad y humedad (CONABIO, 2014).

Es una planta anual y cultivada, presenta variantes en los tiempos de la aparición de las flores y frutos, lo cual también se encuentra sujeto a la variedad que ha sido sembrada, en México, generalmente florecen entre los meses de julio a octubre y de enero a abril, su fructificación se presenta entre septiembre-diciembre y febrero-mayo (CONABIO, 2014).

I.4.1. Clasificación del melón

La familia de las cucurbitáceas se estima que está compuesta por 130 géneros y más de 900 especies (Valdemar y Barroso, 2006). El continente africano es considerado el lugar de origen del melón, por frecuentes encuentros con especies de *Cucumis* en todas las formas cultivables (CONABIO, 2014).

Tabla 5. Clasificación taxonómica de manera esquemática del melón (Linneo, 1753).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Subfamilia:	Cucurbitoideae
Tribu:	Benincaseae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>Cucumis melo</i>

I.4.2. Importancia económica del melón

En México se cultivan gran cantidad de variedades principalmente las de tipo cantaloupe, que es conocido como chino, rugoso o reticulado y en menor proporción las de tipo liso.

En 2007 se destacaron Coahuila, Guerrero, Sonora, Durango y Michoacán con producción de 18.50%, 14.19%, 12.21%, 11.95% y 10.61% respectivamente, promediando 25 toneladas por hectárea (Espinoza *et al.*, 2011). El melón ha sido fuente de divisa y empleo rural, el 10% de los costos de producción se derivan de la mano de obra. En Sonora el cultivo de melón para el ciclo primavera-verano, llega a requerir 52 jornales-hombres por hectárea (SAGARPA, 2012).

I.4.3. Principales daños provocados por plagas en melón

Entre las principales plagas de este cultivo se encuentra la mosquita blanca; este insecto succiona la savia de las hojas, reduciéndole el vigor a la planta y su producción, excreta también una mielecilla que reduce la calidad del producto, además es trasmisora de enfermedades virales. Otra plaga que daña al cultivo de melón es el minador de la hoja, daña por oviposición y por alimentación de adultos, daña con pequeñas picaduras en la hoja, donde emergerán las larvas, y éstas minarán las hojas donde irán incrementando de tamaño; el daño directo de estas minas son la reducción de clorofila y capacidad fotosintética (SAGARPA, 2005).

El melón también es hospedero del gusano barrenador del fruto, y plagas de importancia secundaria como chicharra verde las cuales al igual que la mosquita blanca chupan la savia de la hoja haciendo que esta pierda fortaleza. Podemos encontrar en el cultivo plaga de diabroticas, esta plaga cuando el insecto es adulto se alimenta de hojas y flores y en ocasiones pueden anillar tallos y defoliar las plántulas, las larvas se alimentan en las raíces y base del tallo, reduciendo la fortaleza o causando la muerte (SAGARPA, 2010).

I.5. Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.)

La mosquita blanca de los invernaderos es un insecto que se encuentra dentro del orden Hemiptera perteneciente a la familia Aleyrodidae, que son mejor caracterizados por ser diminutos y recubiertos de un fino polvo en alas y cuerpo. Se distribuye por el vuelo de una planta a otra, por viento o por medio de transporte de material infestado (CNSP, 2005)

Es una de las plagas más importantes a nivel mundial por la cantidad de cultivos que daña debido a su distribución a nivel mundial, ésta se puede encontrar en el trópico, subtropical y zonas templadas. Se tienen estimadas 600 especies vegetales y hospederas, tanto como cultivadas como silvestres que son atacadas por *B. tabaci* G. provocando esto un gran impacto económico en cuestión de pérdidas para los productores hortofrutícolas (Cuéllar *et al.*, 2006). Entre los principales hospederos se encuentran habichuela o frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimentón (*Capsicum annuum* L.), zapallo (*Cucurbita máxima* Lam.), berenjena (*Solanum melongena* L.), entre otros. En México es una plaga polífaga que ataca cultivos importantes principalmente hortalizas, oleaginosas, ornamentales y frutales (Cardona *et al.*, 2005).

Según la NOM-020-FITO-1995 es importante especialmente por ser trasmisora de enfermedades ocasionadas por virus, tales como: mosaico dorado del frijol, chino del tomate, virus dorado de la papa, enchinamiento de la calabaza, enchinamiento de la sandía, virus de la hoja enrollada del algodón, virus atigrado del chile, virus dorado del chile y virus dorado de la lechuga, entre otros virus comunes. Otros daños causados en especies de la zona noroeste del país son el tallo blanco del esparrago, hoja plateada de la calabaza, raíz pálida de la zanahoria y maduración irregular del jitomate.

En países de América Central y Caribe se han observado diferentes períodos en el ciclo de vida y desarrollo de este insecto, de acuerdo a la época transcurrida en el año y el tipo de planta hospedera donde se está desarrollando (Hilje *et al.*, 2002).

I.5.1. Clasificación taxonómica de la mosquita blanca

Se encuentra en el orden Homoptera, donde se puede encontrar otros insectos como pulgones y cigarras. Situada en la familia Aleyrodidae e identificada como *Bemisia tabaci* G. o mejor conocida como mosca blanca del tabaco. Se han clasificado 1200 especies de dicha plaga, pero solo unas cuantas especies afectan a cultivos importantes.

Tabla 6. Clasificación taxonómica de manera esquemática de la mosquita blanca (Gennadius, 1889).

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Infraclase:	Neoptera
Superorden:	Exopterygota
Orden:	Homoptera
Suborden:	Sternorrhyncha
Superfamilia:	Aleyrodoidea
Familia:	Aleyrodidae
Género:	<i>Bemisia</i>
Especie:	<i>B. tabaci</i> G. (Gennadius, 1889)

I.5.2. Ciclo biológico de la mosquita blanca

Esta especie tiene un ciclo de vida que se resume al tiempo total requerido desde huevecillo hasta adulto que es de 65 días a temperatura de 14.9°C y de 16.6 días a 30°C, existiendo variaciones entre las temperaturas que fluctúan entre 27 y 43°C (Medina-Cervantes, 1996).

I.5.2.1 Huevo

Los huevos son depositados en forma semicircular en el envés de las hojas (Medina-Cervantes, 1996). El factor climático más importante para la oviposición es la temperatura. Este evento se da durante 5 días a una temperatura de 32.2°C y en 22.5 días a 16.7°C a una temperatura de 32.5°C ocurre 75% de esta etapa y a temperatura constante de 36°C, se detiene

el proceso (Medina-Cervantes, 1996). El huevo es elíptico con 0,2 - 0,3 mm de largo, y son depositados de manera irregular sobre el envés de la hoja; son de color blanco cuando el son ovopositados pero después se tornan con una coloración café (Navarrete-Cedeño, 2006).

El huevo tiene un desarrollo más rápido en fotoperiodo de día largo, que bajo fotoperiodo de día corto a la misma temperatura. La mayor mortandad de los estadios inmaduros ocurre cuando se encuentra en la etapa de huevecillo y las etapas de ninfa (Medina-Cervantes, 1996).

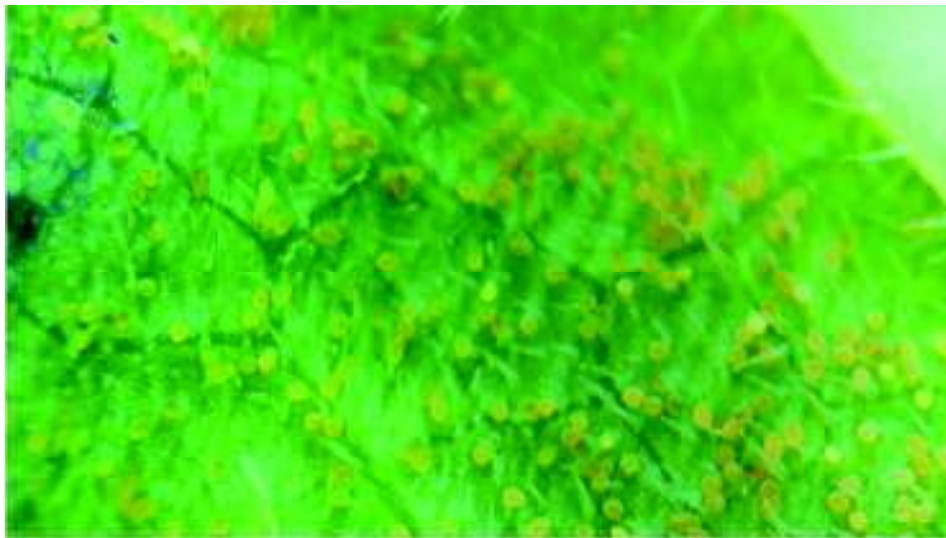


Figura 3. Huevos de mosquita blanca (*B. tabaci* G.) en hoja de calabaza.

I.5.2.2. Ninfa

Pasan por cuatro estadios, traslúcidas cuando emergen del huevo, después se tornan amarillas y amarillo verdosas, su parte dorsal es lisa, plana o levemente convexa. En el primer estadio se mueve poco hasta que encuentra el sitio indicado para introducir el estilete y comenzar a alimentarse, en el segundo y tercer estado ninfal se mantiene inmóvil y continúa alimentándose hasta que pasa al cuarto estado ninfal es inmóvil, pero continúan alimentándose; en este cuarto estadio se denomina pupa, el metabolismo se reduce y produce metamorfosis para transformarse en adulto (Navarrete-Cedeño, 2006).

I.5.2.3. Adulto

Los adultos son de aproximadamente 1 mm. Cuando el insecto se encuentra en reposo las alas se observan en forma de tejadillo de una forma casi rectangular. El cuerpo tiene coloración predominante de blanco-opaco o blanco-harinoso, recubierto de una secreción cerosa y los ojos son rojos. Los adultos son alados y los estadios inmaduros, después del primer instar, son sésiles, aplanados. El adulto macho, suele colonizar los brotes de plantas más tiernos, mientras que la hembra ocupa de manera vertical la superficie de la hoja para depositar los huevos. Los adultos emergen de la pupa aproximadamente a los cuatro días e inician poniendo huevos. Todas las etapas pueden ocurrir de forma simultánea en una población (Martínez, 2007).



Figura 4. Mosquita blanca (*B. tabaci* G.) adulto.

Las ninfas y adultos presentan un aparato bucal de tipo chupador, causando daños directos a la planta al momento de alimentarse, perfora las células del follaje y succionan la savia de los tejidos vegetales; las plantas presentan un color amarillento y debilitamiento.



Figura 5. Mosquita blanca (*B. tabaci* G.) adulto vista desde microscopio estereoscopio en hoja de calabaza.

Cuando se encuentra un número muy alto de mosquita blanca en los invernaderos, pueden provocar una maduración no uniforme en frutos causado por las toxinas que produce la saliva del insecto. Entre los daños indirectos provocados en las plantas se encuentra la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve para dar paso a los hongos denominada “fumagina” (Byrne *et al.*, 1991; Perring, 2001).

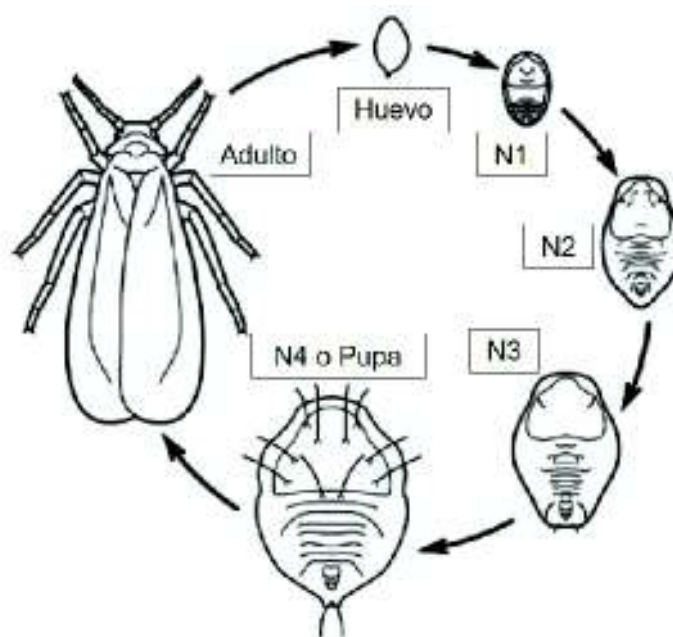


Figura 6. Estadios presentes en el cultivo de Melón y Calabaza, de acuerdo al ciclo biológico de mosquita blanca. (*B. tabaci* G.).

I.5.3. Historia del problema

La mosca blanca se conoce desde hace aproximadamente 150 años; en 1920 era considerada una plaga secundaria hasta 1981, periodo en el cual presentó un incremento de su población en cultivos de algodón y hortalizas (Bethke *et al.*, 1991). Fue originalmente observada en el tabaco cultivado en Grecia, donde fue descrita como *Aleyrodes tabaci*, mientras que en el Nuevo Mundo fue colectada por primera vez en 1897 sobre *Ipomoea batatas* Lam, en los Estados Unidos fue descrita como *Aleyrides inconspicua* Quaintance, actualmente se encuentra distribuida a nivel mundial, se han estudiado por más de 150 años. Se han dado 22 variaciones de nombre por sus diferencias morfológicas.

Durante sus años de estudios se han enfocado en dos de ellas la de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum* W.) y la del tabaco o el camote (*Bemisia tabaci* G.), estos dos ejemplares sobresalieron de las demás por su manera de desafiar los métodos clásicos de control que eran usados. Continuamente son descubiertos biotipos de *B. tabaci* G. siendo el tipo B el más predominante ya que cuenta con una rápida adaptación (Carapia *et al.*, 2013).

La infestación de *B. tabaci* G. en América Latina es incierta, aunque pudo haber sido introducida de África o Asia, durante la esclavitud y comercio en la época Colonial en el siglo XVI-XIX entre las colonias españolas y portuguesas de América Latina, Asia (India), y África Occidental (Morales, 2010). Desde la aparición en América del biotipo B de *B. tabaci* G. y su continua distribución nuevos virus han aparecido en diferentes países de América Latina.

En México, las especies *B. tabaci* G., *B. argentifolii* B. P. y *T. vaporariorum* W., son consideradas las de mayor importancia, y las más comunes en cultivos (Carapia *et al.*, 2008).

I.5.4. Enfermedades transmitidas por mosquita blanca

Los adultos y ninfas causan daños directos a la planta por la succión de nutrientes vegetales, principalmente de los aminoácidos y azúcares de transporte. Esta succión provoca el amarillento de las plantas, lo que detiene el crecimiento y desarrollo de la planta, hasta puede llegar a morir si la población de insectos es muy alta; otro daño que es causado por *B. tabaci* G. es la secreción de mielecilla que favorece el desarrollo del hongo fumagina (*Capnodium* sp.) (Ortega 2001; Byrne y Bellows, 1991) si éste se encuentra en grandes cantidades puede interferir en la fotosíntesis, trayendo como consecuencia la reducción de su vigor. El daño más importante de la mosca blanca sobre alguna planta o cultivo es cuando esta se convierte en un vector de virus, tal es el caso de *geminivirus* que representa un factor limitante en la producción mundial de algunos cultivos como maíz, calabaza y cucurbitáceas (Lugo *et al.*, 2011).

I.5.5. Daños al cultivo de calabaza y melón

Las plantas infectadas suelen presentar menos vigor, mientras las hojas presentan una cobertura de mielecilla, la mosca blanca se alimenta del tejido y así entorpece su crecimiento (INTAGRI, 2009).

En el área agrícola de Caborca, Sonora (México), en septiembre de 2006 se observaron síntomas de virosis, con un persistente color amarillento en el follaje viéndose afectada también en las áreas de Yuma, Arizona (EUA), en cultivos de melón *Honeydew* y *Cantaloupe*. En ese mismo ciclo agrícola se presentaron síntomas en cultivos de calabaza, pepino y sandía en regiones agrícolas de La Costa de Hermosillo y Valle de Guaymas, Sonora (Guerrero, 2011).

Cuando los ataques son muy severos, ocasiona pérdida total en etapas iniciales del cultivo; cuando la infección es por virus puede dañar si el ataque es temprano; se deforma el vegetal con apariencia de clorosis, esto se da principalmente en los nuevos brotes y frutos. La fumagina, afecta severamente la fotosíntesis reduciendo los rendimientos y la calidad del fruto, impidiendo la maduración del fruto y se pueden observar franjas blancas donde hubo ataque (Martínez de la Cerda, 2007).

I.5.6. Resistencia a insecticidas

La resistencia se define como el desarrollo de la habilidad para tolerar dosis altas de tóxicos, que son letales para la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie (Baddi *et al.*, 2007). El control químico, como el componente más importante propuesto para el manejo integrado de esta plaga, trayendo consigo el problema de resistencia a los insecticidas, aunado a esta problemática el excesivo uso de los controles químicos ha traído consigo consecuencias funestas para el medio ambiente, salud humana, incremento en costos de producción (Rodríguez *et al.*, 2001).

En algunos cultivos la mosquita blanca permanece como una plaga cuyas poblaciones pueden ser de niveles exponenciales, una vez que esta encuentre las condiciones necesarias para su desarrollo. Se han descrito varios mecanismos de resistencia a fosforados en mosca blanca (Ávila *et al.*, 2000).

Hay diferentes formas de control cultural para disminuir el acceso de mosca blanca a los cultivos que son susceptibles a esta plaga, como manejo de época de siembra, rotación de cultivos, siembra de barreras vivas y cultivos asociados, trampas amarillas pegajosas, protección física al semillero y al cultivo con telas sintéticas o túneles contra insectos; aunque estos métodos pueden incrementar el costo de la producción alrededor de un 20% y en algunos casos causar problema de sombra, sobrecalentamiento de cultivo y una mala ventilación (Freitas *et al.*, 2002; Morales *et al.*, 2009).

La resistencia se da por un fundamento genético que permite a un organismo sobrevivir a la exposición de una dosis letal de un plaguicida. Estos genes de resistencia naturalmente están en plagas individuales debido a mutaciones genéticas y/o carácter hereditario. Los genes se pasan a través de las poblaciones de plagas debido a un proceso de selección provocado por el uso repetido del plaguicida. Al ser estas poblaciones resistentes se pueden desarrollar debido a que los individuos resistentes sobreviven y se reproducen posteriormente y el rasgo de resistencia es “seleccionado” en la sexta siguiente generación (Figura 7).

Los individuos susceptibles serán eliminados por el plaguicida usado; si este continúa siendo utilizado como tratamiento de manera constante, el porcentaje de sobrevivientes será cada vez más alto y la susceptibilidad de la población disminuirá hasta el punto en que el plaguicida no podrá mantener el control de la población (FAO, 2012).

I.6. Utilización de insecticidas de origen vegetal en el combate de plaga

Una gran variedad de extractos de plantas, mezclas y compuestos simples ampliamente distribuidos en la naturaleza, podrían ser usados por su actividad insecticida contra insectos y utilizarse en el desarrollo de fitopatógenos que atacan a las frutas dañando su calidad sensorial y en algunos casos, modificando su composición química, lo que limita la adecuada comercialización (Vázquez *et al.*, 2007).

Se han utilizado diversas plantas para el combate de algunas plagas, el Neem (*Azadirahcta indica* A. Juss.) es uno de los cultivos más estudiados por su capacidad de producir sustancias aleloquímicas. Se ha reportado actividad antifúngica y antibacteriana de

extractos de semilla y hojas de este árbol, de igual manera, se ha estudiado el efecto de azadiractina que es un compuesto químico que pertenece a los limonoides y presente en diversos extractos, se utilizan por su actividad acaricida, fungicida, bactericida y antialimentaria para el control de insectos. El compuesto más importante hasta ahora es la azadiractina (González *et al.*, 2011; Ávalos *et al.*, 2014).

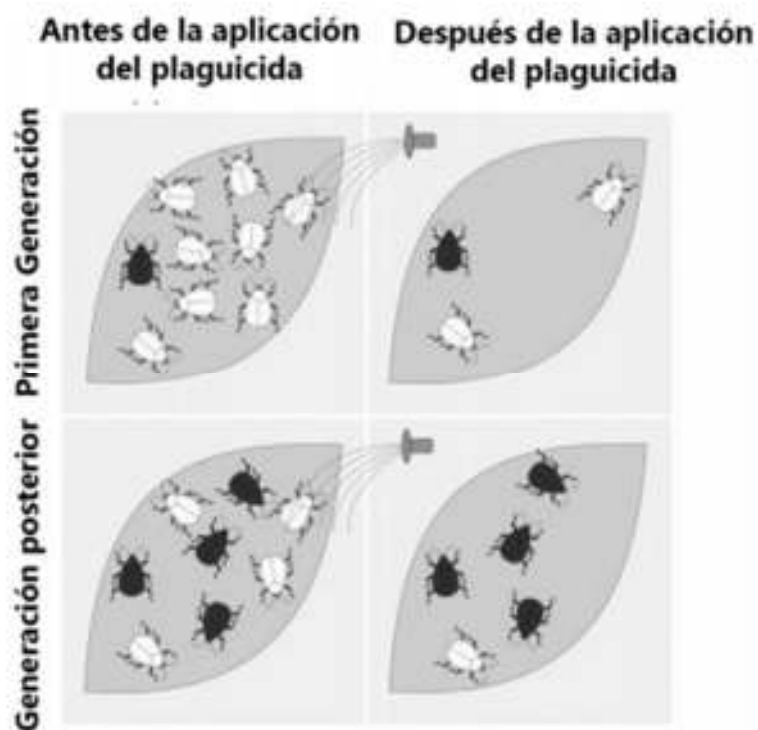


Figura 7. Las aplicaciones de plaguicidas pueden seleccionar biotipos resistentes de plagas. La primera generación tuvo un insecto (negro) con alta resistencia al plaguicida (FAO, 2012)

Otro extracto vegetal utilizado es el de ajo (*Allium sativum* L.), este extracto acuoso de ajo es utilizado para la repelencia de insectos, y ha sido probada *in vitro* y en campo, ya que este actualmente se utiliza en aplicaciones comerciales. La cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) es un helecho, que tiene la capacidad de producir sustancias alelopáticas que afecta el desarrollo de larvas de algunos insectos plaga impidiendo que este se reproduzca (Chirino *et al.*, 2013).

II. HIPÓTESIS

El aceite esencial y extracto acuoso del orégano (*Lippia palmeri* W.) en dosis adecuadas ocasiona mortalidad en la etapa adulta e inhiben el desarrollo de estadios larvales de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.).

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo general

Analizar el efecto tóxico del aceite esencial y extracto acuoso de orégano (*Lippia palmeri* W.) en el ciclo biológico de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.) presentes en los cultivos de calabaza (*Cucurbita pepo* var. Rocio L.) y melón (*Cucumis melo* var. Harper L.).

III.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la mortalidad en insectos adultos ocasionados por el aceite esencial de orégano y extracto acuoso aplicado en dosis de 5 y 20% en los cultivos de calabaza y melón.
2. Comparar el efecto que produce el aceite esencial y los extractos acuosos del orégano, en los estadios inmaduros (huevos y ninfas) en las hojas de calabaza y melón.
3. Determinar los parámetros fisicoquímicos del aceite esencial.
4. Identificar y cuantificar los componentes del aceite esencial.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Material vegetal utilizado

Las hojas de las plantas de orégano (*Lippia palmeri* W.), se colectaron en la época de floración en el mes de septiembre del 2016, en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el km 21 de la carretera Hermosillo a Bahía de Kino, el cual se encuentra a una altitud de 160 msnm, con latitud de 29° 04' 55.5" N y longitud de 110° 58' 3.15" O, con una precipitación anual de 150 mm y temperatura promedio de 23°C. (las hojas fueron transportada en bolsas de plástico negro como lo muestra la Figura 8).



Figura 8. Transporte de material vegetativo.

IV.2. Extracción de los aceites esenciales (AE) y extracto acuoso (EA)

Para este estudio se utilizó el aceite esencial y extracto acuoso a dosis de 5 y 20% en ambos cultivos.

La preparación de los tratamientos para la destilación de arrastre al vapor fue de la siguiente forma: para AE al 5% se utilizarán 5 G de hoja seca de orégano en 100 ml de agua destilada y para el AE al 20% se utilizarán 20 G de hoja seca de orégano en 100 ml de agua destilada.

La extracción de AE se hizo secando las hojas de cada una de las plantas de orégano a temperatura ambiente y a la sombra, una vez secas se almacenaron en bolsas de papel. El AE se extrajo a partir de 100 G de hojas utilizando el método de arrastre con vapor durante cuatro horas, utilizando un equipo Clevenger (Winzer®, Plano, TX). El AE fue separado de la fase acuosa por medio de decantación y posteriormente se le agregó sulfato de sodio anhidro para eliminar la poca humedad del aceite esencial, el AE que se extrajo y se introdujo en viales ámbar a -4°C para su conservación y posterior uso.



Figura 9. Método de extracción de aceite esencial del orégano por destilación de arrastre al vapor.

Para la preparación del extracto acuoso se maceraron 200 y 50 G de orégano seco por separado, después se vertió el orégano macerado a un vaso de precipitado donde se añadieron 1000 ml de agua destilada a los respectivos tratamientos. Se dejaron los 2 tratamientos por 24 horas en una parrilla con agitación constante (sin calentarse); cumpliéndose el tiempo indicado se filtraron y refrigeraron a -4°C temperatura.



Figura 10. Preparación de extracto acuoso del orégano.

IV.3. Análisis del contenido de aceite esencial y de sus características fisicoquímicas

El contenido de aceite esencial es expresado en $\text{mL}100\text{g}^{-1}$ de hoja seca. El contenido de humedad fue determinado por la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de las hojas, de acuerdo al método de AOAC (2002). La densidad o gravedad específica se determinó por el método descrito en el AOAC (2002), usando un picnómetro. Para determinar el índice de refracción se determinó por un refractómetro Abbé Bausch & Lomb modelo 31. El color de los aceites esenciales fue determinado usando un colorímetro Chromameter CR200® Minolta y el contenido de ácidos grasos libres fue determinado por titulación alcalina de acuerdo al método oficial de la Sociedad Americana de Química del Aceite. (AOCS, 2009). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

IV.4. Análisis GC-MS del aceite esencial de orégano cultivado (*Lippia palmeri* W.)

La composición química y cuantificación de los aceites esenciales se determinó en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 acoplado a un espectrómetro de masas, cuádruplo simple Agilent 5975C (Figura 11), con una fuente de ionización de impacto electrónico a 70 eV. Se utilizó una columna capilar HP-5MS UI de 30 metros de longitud 0.25 mm de diámetro interno y 0.25 μm de espesor de película, usando helio como gas portador,

con un flujo de 1mL/min. El modo de inyección fue en modo Split en una relación de 100:1; el volumen de inyección fue de 1 μ L; el aceite esencial a analizar se diluyó en una proporción 1:50, con metanol grado HPLC \geq 99.9%. El software de adquisición de datos fue MSD ChemStation E.02.02.1431 y el programa fue 5975TAD. Las temperaturas de la interfase y de la fuente fueron 150°C y 200°C respectivamente. El programa de temperatura inició a 50°C por 5 minutos, seguidos de una rampa de calentamiento a razón de 8°C/min hasta 300°C, manteniendo esta temperatura por 5 minutos, el tiempo total de corrida fue de 41.25 minutos. La adquisición de los datos se llevó a cabo en modo scan en un rango de masas de 40-450 m/z. En el software de análisis de datos MSD ChemStation E.02.02.1431; la identificación de los compuestos se llevó a cabo por su espectro de masas utilizando el programa 5975TAD Data Analysis vinculado a la Librería NIST 2011.



Figura 11. Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 acoplado a un espectrómetro de masas cuadro polo simple Agilent 5975C.

IV.5. Siembra de calabaza y melón

El cultivo de calabaza *Cucurbita pepo* L. y melón *Cucumis melo* L. se llevó a cabo en la malla sombra del Departamento de Investigación Ciencia y Tecnología de la Universidad de Sonora, localizado en el campus de la Universidad de Sonora en Hermosillo, el cual se encuentra a una altitud de 160 msnm, y se localiza a 29°04' 55.5''LN y 110°58'3.15''W.

IV.5.1. Preparación del terreno y riego

Consiste en remover la tierra de 144 metros cuadrados del área total del invernadero. Se formaron camas de 50 cm de ancho y 12 m de largo en donde se colocaron simultáneamente cintas de riego por goteo. El agua se suministró mediante riego por goteo, dichos goteros cuentan con una distancia de 20 cm.

IV. 5.2. Siembra de semilla de calabaza var. Rocío y del melón var. Harper

Se utilizaron siete camas de siembra de 50 cm de ancho y 12 m de largo cada una. Las plantas se sembraron con una separación de 2 m entre ellas y 2 m entre planta, 4 camas corresponden a los tratamientos de AE (5 y 20%) y EA (5 y 20%), 1 cama testigo y 2 efecto de orilla. La cama de siembra para el control estuvo separado 3 m entre los tratamientos. La semilla de calabaza y melón se colocaron en una sola hilera, considerando 21 plantas por surco, sumando 147 plantas en total, Figura 12.

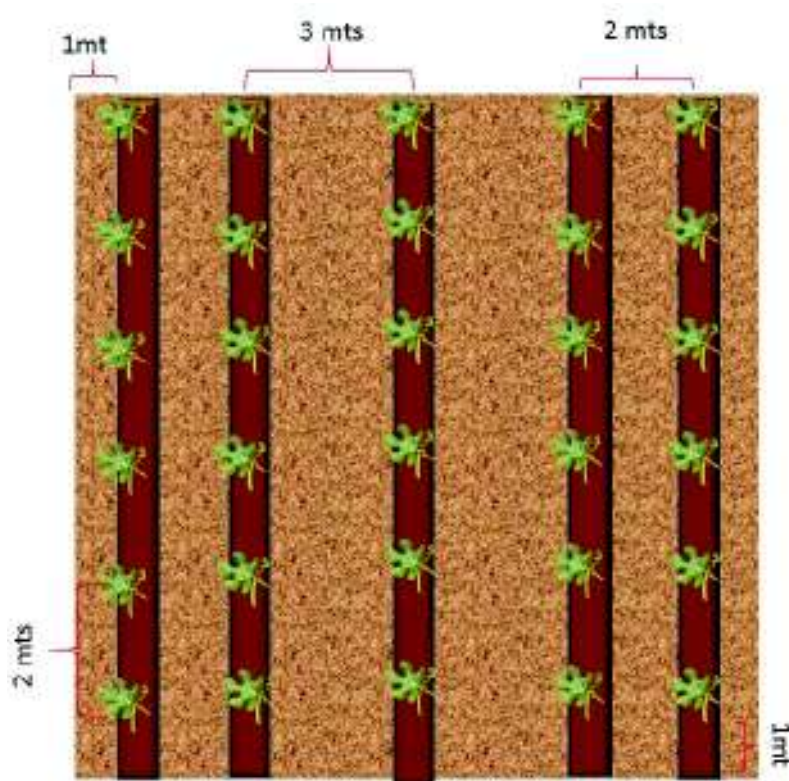


Figura 12. Croquis de la plantación en malla sombra.

IV.5.3. Infección con mosquita blanca.

Cuando se desarrollaron ambos cultivos se dejó que se pusieron cintas amarillas alrededor del cultivo para atraer a la mosquita blanca, una vez que esta infecto el cultivo se procedió a bajar la malla sombra.

Obtención de muestras para analizar. Se utilizó un tubo de aluminio de una pulgada de diámetro (saca bocado) con el cual se obtuvo un disco de las hojas de melón y calabaza de 5.3 U² (Unidades cuadradas), en el cual se llevó a cabo para los conteos de huevecillos, ninfas y adultos. Los conteos se hicieron a las 24, 48, 72 y 96 horas.

IV.5.4. Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos se usaron aspersores manuales para aplicar los tratamientos una vez que los cultivos fueron infestados por mosquita blanca.



Figura 13. Aplicación de tratamientos por medio de aspersión.

Para determinar el efecto del extracto acuoso de orégano, en cada tratamiento se analizaron cuatro hojas de melón y cuatro de calabaza tomada de la parte media de cada planta y analizadas con un microscopio estereoscópico, obteniéndose las siguientes variables de acuerdo a su ciclo biológico: número de huevecillo, cantidad de ninfas I, II, III, IV y adultos.

IV.6. Diseño experimental

Se utilizaron bloques totalmente al azar teniendo un tratamiento, dos dosis, un control y un químico con tres repeticiones de cada uno analizando un total de 12 hojas por tratamiento y un total de 72 hojas para cada cultivo en cuatro tiempos.

IV.7. Análisis estadístico

Para cada uno de los parámetros fisicoquímicos del aceite esencial el diseño experimental fue completamente al azar, cada muestra de aceite fue analizada por triplicado, al igual que el control, obteniendo 72 unidades experimentales en total. Para establecer las posibles diferencias en las características fisicoquímicas de los aceites esenciales se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y la comparación de medias fue por la prueba de Tukey-Kramer, usando el paquete estadístico JMP versión 5.0.1 (SAS, 2002).

Para establecer las posibles diferencias en las dosis del AEO y EAO, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, la comparación de medias se llevó a cabo por medio de la prueba de medias de Tukey-Kramer, se realizó la prueba de Dunnett para la comparación de tratamientos contra el testigo usando el paquete estadístico JMP Ver 5.0.1 SAS Institute (2002).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1. Análisis del contenido de aceite esencial y sus características fisicoquímicas

El rendimiento y las características fisicoquímicas de los AE del orégano se presenta en la Tabla 6, las hojas del orégano presentaron un rendimiento de 5% (V/P) de aceite esencial. El contenido de humedad que se obtuvo en las hojas secas orégano cultivado fue de 6.0%. En los parámetros fisicoquímicos analizados del AE como el índice de refracción (RI), densidad, o peso específico, acidez libre y en el color fueron normales para aceites esenciales reportados en base a las técnicas utilizadas y recomendadas por la AOCS (Sociedad Americana de Química de Aceites, 2002).

Tabla 7. Rendimiento y parámetros fisicoquímicos del aceite esencial de orégano cultivado (*Lippia palmeri* W.).

Características	AEOC
Rendimiento de AEs %	5.00
Humedad %	6.0
Índices refracción 25 °C	1.47
Densidad específica g/ml	0.88
Índice de acidez libre %	2.3
Color	2.4R 50A (Amarillo)

La comparación del rendimiento de AEOC (5%) con los reportados en la literatura para aceites esenciales de otras especies de *Lippia* y *Origanum* se observa que rendimiento fue igual al encontrado en *Lippia juliana* y en *Lippia palmeri* W. silvestre proveniente de Álamos Sonora y además fue mayor que el rendimiento del aceite esencial de *Lippia multiflora* L. m., *Lippia alba* M., *Lippia graveolens* K., *Lippia sidoides* C., *Lippia laxibracteata* H., *Origanum microphyllum* M. y *Origanum escrabum* (Salgueiro, 2003; Radudiene, 2005; Camilo *et al.*, 2007; Bothelo *et al.*, 2007 y Aligiannis *et al.*, 2001).

Tabla 8. Comparación del rendimiento de aceite esencial entre especies de *Lippias* y *Origanium* con *L. palmeri* W. (orégano cultivado) en relación peso y volumen V/P.

Especies	%	Especies	%
<i>L. multiflora</i> L. m.	1.6	<i>O. vulgare</i> L.	2-6
<i>L. alba</i> M.	1.3	<i>O. microphyllum</i> M.	0.66
<i>L. graveolens</i> K.	3.6	<i>O. escrabum</i>	0.65
<i>L. sidoides</i> C.	4.0	<i>O. origanoides</i> H.B.K.	3.5
<i>L. julliana</i>	5.0	<i>L. plameri</i> W. Cultivado	5.0
<i>L. laxibracteata</i> H.	3.0	<i>A. vulgaris</i> L.	1.8
<i>L. palmeri</i> W. del orégano	6.0	<i>L. palmeri</i> W. Álamos	5.0

(Salgueiro, 2003; Radudiene, 2005; Camilo *et al.*, 2007; Bothelo *et al.*, 2007 y Aligiannis *et al.*, 2001).

V.2. Análisis GC-MS del aceite esencial de orégano (*Lippia palmeri* W.) cultivado

Se obtuvo el cromatograma de iones total (TIC) y los espectros de masas de cada uno de los picos del TIC de AEOC. Los espectros de masas resultantes se compararon con los de la librería NIST 2011, dando como resultado la identificación de 38 compuestos en el AEOC (Tabla 9). El componente que se encontró con mayor abundancia del AEOC fue Timol (32%) seguido por Cariofileno (21.7%) que en conjunto dan como resultado el 53.7%. Otros compuestos abundantes fueron Carvacrol y o-cimeno (ambos 5.56%), γ -Terpineno (5.00%), óxido de Cariofileno (4.32%), 4-tert-Butylcatechol (2.47%), Fenol,3-tert-butil-4-metoxi- (1.84%) α -Cariofileno (1.75%), β -Mirceno (1.36%) y acetato de timol (1.31%). El restante 17.13% lo conformaron 28 compuestos que van de 1.19 al 0.01% (7.9%) y 37 compuestos sin determinar (9.23%).

Estos resultados fueron comparados con el estudio realizado por Ortega *et al.* 2011, en el que determinaron los componentes de *Lippia palmeri* W. silvestre proveniente de dos localidades de Álamos, Sonora (AEA) y del Puerto del Orégano, Sonora (AEPO); el AEOC mostró similitud en la presencia de compuestos con ambos aceites: α -Pineno, α -Felandreno, α -Terpineno, o-Cimeno, γ -Terpineno, Borneol, Timol, Carvacrol, Cariofileno, Aloaromadendreno, β -Bisaboleno y (-)-Espatuleno; además de mostrar tres compuestos

presentes en AEPO (α -Cariofileno, Linalool y Eugenol), y un compuesto que está presente en AEA (óxido de Cariofileno).

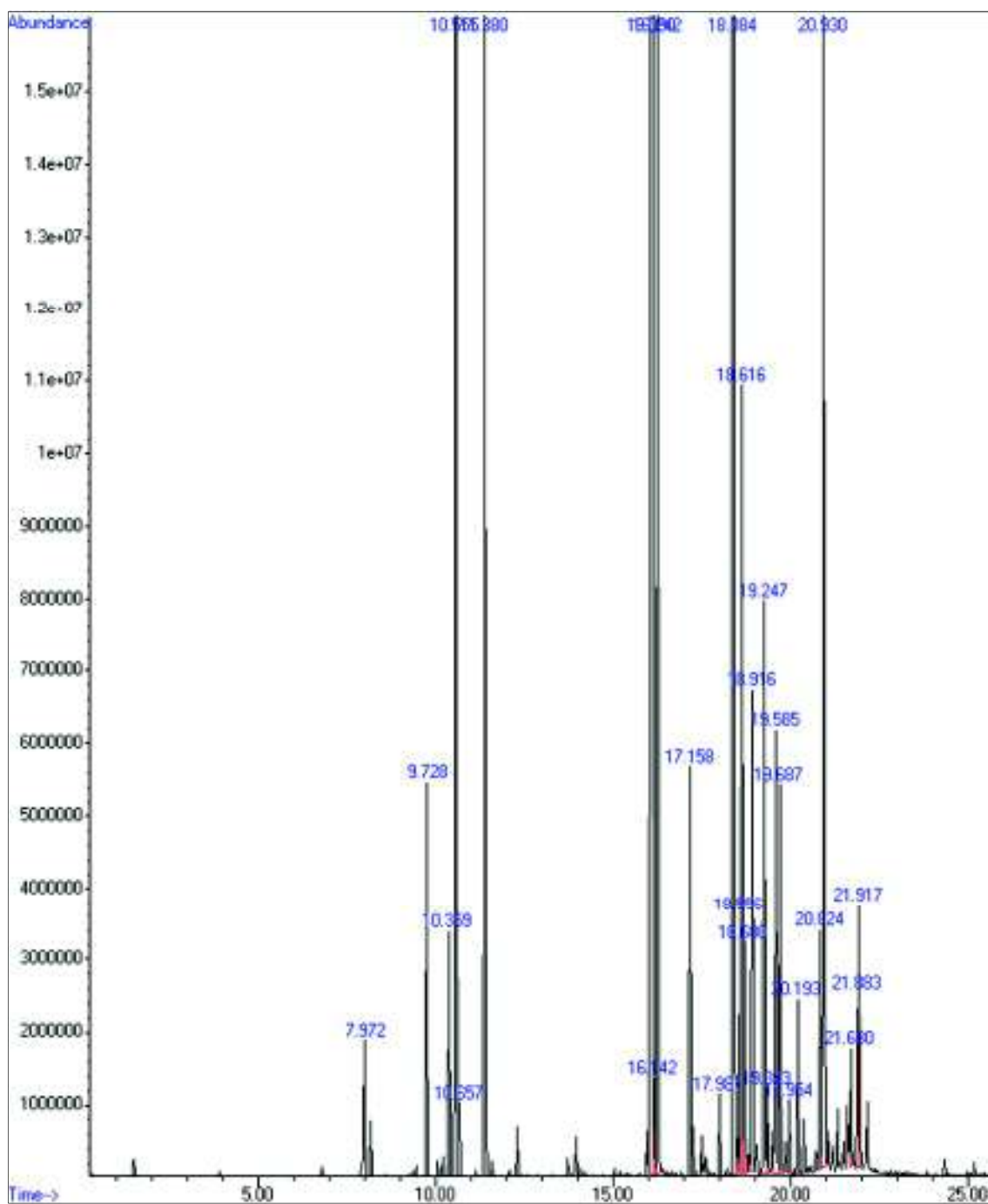


Figura 14. Cromatograma de iones totales (TIC) de aceite esencial de orégano cultivado (AEOC).

Tabla 9. Compuestos más abundantes del AEOC analizados por GC-MS. TR= Tiempo de retención en minutos; AEOC= Aceite esencial de orégano cultivado.

Nombre del compuesto	TR (min)	%
Acetato de isopropenilo	6.787	0.05
Acetato de prenilo	7.920	0.91
β -Tujeno	7.971	0.55
α -Pinenos	8.152	0.24
Amil vinil cabinol	9.428	0.04
β-Mirceno	9.728	1.36
α -Felandreno	10.049	0.06
3-Careno	10.194	0.09
α -Terpineno	10.359	0.09
o-Cimeno	10.555	5.56
Silvestreno	10.657	0.27
γ -Terpineno	11.380	5.00
cis-4-Tujanol	11.575	0.06
Terpinoleno	12.057	0.04
Linalool	12.294	0.19
Borneol	13.715	0.09
Terpinen-4-ol	13.943	0.14
P-Cimen-8-ol	14.082	0.04
Timol metil eter	15.027	0.03
Timol	16.092	32.0
Carvacrol	16.242	5.56
Acetato de timol	17.158	1.31
Eugenol	17.234	0.17
acetato de carvacrol	17.473	0.13

Metil eugenol	17.987	0.29
Cariofileno	18.385	21.7
α -Bergamoteno	18.556	0.84
4-tert-Butylcatechol	18.616	2.47
α -Aromandreno	18.741	0.16
α-Cariofileno	18.916	1.75
Fenol,3-tert-butil-4-metoxi-	19.247	1.84
β -Bisaboleno	19.687	1.29
d-cadineno	19.954	0.30
(-)-Espatulenol	20.824	0.90
Óxido de cariofileno	20.930	4.32
8-epi-,.gama.-eudesmol	21.597	0.32
β -Eudesmol	21.882	0.56
Hexahidrofarnesil acetona	24.323	0.05
No determinados	-	9.23

Por medio de CG-EM se ha reportado que los componentes principales de los aceites esenciales de orégano (*Origanum* y *Lippia*) son timol, carvacrol, p-cimeno y terpenos (Craveiro *et al.*, 1981; Kokkini *et al.*, 1997; Huerta, 1997). La gran mayoría de los estudios sobre la composición del aceite de orégano se relacionan con el *Origanum vulgare* L., se ha demostrado que el rendimiento y composición de los mismos dependerán de las condiciones del crecimiento de la planta, su hábitat y de su proceso de extracción (Ávila *et al.*, 2010).

V.3. Cuantificación de compuestos del extracto acuoso del orégano

En las plantas, algunos flavonoides confieren resistencia contra la fotooxidación de la luz ultravioleta del sol, intervienen en el transporte de hormonas y algunos funcionan como defensa ante los depredadores (Estrada-Reyes *et al.*, 2012). Para percibir la presencia de

insectos herbívoros, las plantas se valen de las secreciones orales del artrópodo. Entre las defensas vegetales directas inducidas por los herbívoros destaca la producción de metabolitos secundarios tóxicos o repelentes y de moléculas volátiles. Estas desempeñan también un importante papel en la defensa indirecta de la planta (Vázquez *et al.*, 2007).

Tabla 10. Comparación de compuestos del extracto acuoso en orégano silvestre y orégano cultivado.

Planta	Flavonoides	Saponinas	Taninos
	Absorbancia 500 nm	Absorbancia 455 nm	Absorbancia 525 nm
Orégano silvestre de hoja	14.7 mg/g	3.44 mg/g	0.86 mg/g
Orégano cultivado	15.2 mg/g	2.94 mg/g	1.25 mg/g

Se tiene presencia de flavonoides, saponinas y taninos en ambas especies propias de este género como lo muestra la Tabla 10; en donde el orégano cultivo presentó la mayor cantidad de flavonoides totales con 15.2 mg/g de 100 G de hoja y taninos con 1.25 mg/g extraídos de 100 G de hoja, solo en saponinas presentó menos cantidad que el orégano silvestre el cual tiene 3.44 mg/g contra 2.94 mg/g que contiene el orégano cultivado. La variación en el contenido de flavonoides, saponinas y taninos entre el orégano cultivado y el orégano silvestre se puede atribuir a variabilidad genética de las plantas, la composición del suelo, el clima, el método de cosecha, almacenamiento y así como al muestreo (Friedman *et al.*, 2009).

Otras especies de orégano que han sido estudiadas es el tallo de *L. graveolens* var. Berlandieri el cual demuestra ser una fuente potencial de flavonoides que podría ayudar al perfeccionamiento de nuevos compuestos con aplicaciones en agronomía (González *et al.*, 2007). Ruiz *et al.* en 2007, realizó la cuantificación de compuestos fenólicos (fenoles y flavonoides totales) de tres poblaciones de orégano (*L. graveolens* Kunt) donde se observó que Puebla presento mayor cantidad en cuanto a los flavonoides totales con 0.1070 gr con respecto

a Guanajuato y Querétaro, en orden descendente el cual se obtuvo por gr. de flavonoides / gr. de muestra.

Al contar con el orégano con flavonoides hace posible la inhibición del transporte de electrones en las mitocondrias generando una reducción del consumo de oxígeno que provoca convulsiones y muerte (Celis *et al.*, 2008), mientras que las saponinas tienen efecto disuasorio de alimentación, retraso en el desarrollo y disminución de la reproducción en los insectos (González *et al.*, 2007).

V.4. Evaluación *in vitro* del efecto tóxico del aceite esencial, extracto acuoso, timol y carvacrol en mosquita blanca adulto en laboratorio.

Se realizó un ensayo preliminar *in vitro*, se colectaron 90 insectos adultos de mosquita blanca, se sometieron a los tratamientos de AE y EA en diferentes dosis (Tabla 11); como también a tratamiento de Timol y Carvacrol, ambos a dosis de 5 y 20%.

Las plantas cuentan con una gran diversidad de metabolitos secundarios como son; ácidos fenólicos, caféico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides. Los metabolitos secundarios de orégano principalmente son los aceites esenciales que se caracterizan por su alto contenido de monoterpenos (70-87.2 %) de carvacrol (44.8 %) y 7.4 % de timol (Salgueiro, 2000). En la actualidad existe una gran demanda de los compuestos minerales y esenciales del orégano debido a sus conocidas propiedades, asociadas al carvacrol y el timol; que han sido reconocidos por su actividad biológica como antimicrobiana, antifúngica y antinsecticida (Rota *et al.*, 2008; Winward *et al.*, 2008).

Se obtuvo que con el uso del AE y EA, al 5 y 20% presentó la mayor mortandad de mosquita blanca en ambos tratamientos, la cual fue de 100% mientras que en tratamiento control se registró un 30%, por lo que los tratamientos se consideran aptos para ser utilizados en ambos cultivos. Se han hecho estudios contra plagas de granos *Acanthoscelides obtectus* S. y *Sitophilus zeamais* M. en los que se registró mortandad debido al efecto de cada AE, respectivamente, con respecto al tiempo; con dosis de 10 µL de AE orégano, el cual provocó a las 48 h que el 46.5% de insectos murieran (Chavez- Díaz *et al.*, 2016).

Tabla 11. Evaluación *in vitro* de aceite esencial, extracto acuoso, timol y carvacrol en dosis de 5 y 20% en mosquita blanca adulta.

Análisis	Vivos	Muertos	% de Mortalidad
Control	7	3	30%
AE 20%	0	10	100%
AE 5%	0	10	100%
EA 20%	0	10	100%
EA 5%	0	10	100%
Timol 20%	0	10	100%
Timol 5%	1	90	90%
Carvacrol 20%	0	10	100%
Carvacrol 5%	0	10	100%

Porcentaje de mortalidad de los tratamientos a 5 y 20%.

V.5. Temperaturas de las siembras de calabaza y melón

Según la literatura citada un desarrollo más rápido para las poblaciones de individuos de mosquita blanca, las temperaturas ideales son entre 10° y 30°C. Para pasar por los distintos períodos larvales se requiere una acumulación entre 41 y 45 grados, según el estado de que se trate (Giraldo, 1997) entre estadios se producen más rápidamente a partir de los 29°C (Estay, 1993).

La siembra de calabaza se realizó en el periodo de siembra primavera-verano donde se desarrolló en las siguientes temperaturas (Tabla 12).

Tabla 12. Temperaturas del periodo de siembra primavera-verano en Hermosillo.

Mes	Temperatura Min (°C)	Temperatura Max (°C)
Marzo	11	27.7
Abril	13	32.1
Mayo	17.1	35.4

Temperaturas mínimas y máximas en grados de los meses marzo, abril y mayo en 2017.

Mientras que la siembra de melón fue en el periodo de otoño-invierno donde se registraron las siguientes temperaturas (Tabla 13).

Tabla 13. Temperaturas del periodo de siembra otoño-invierno en Hermosillo.

Mes	Temperatura Min (°C)	Temperatura Max (°C)
Septiembre	24	37.5
Octubre	18	34.5
Noviembre	12.5	28.5

Temperaturas mínimas y máximas en grados centígrados de los meses septiembre, octubre y noviembre en 2017

V.5.1 Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en mosquita blanca adulto en calabaza y melón.

Antes de la instalación de la malla sombra se hizo una colecta de 40 insectos, que se colocaron en 4 diferentes recipientes, los cuales contenían 10 insectos adultos; con esto se llevó a cabo una evaluación del efecto tóxico del AE y EA en mosquita blanca *B. tabaci* G. a nivel laboratorio. Se observó que la mortalidad en estas pruebas fue de 100% con las dos dosis de los tratamientos anteriormente mencionados. Una vez que se realizaron estas pruebas se probó el efecto insecticida en la malla sombra.

En la malla sombra la mortalidad de este insecto con aceite esencial y extracto acuoso fue significativamente mayor a $p < 0.05$. La concentración más efectiva fue la de AE al 20% alcanzando un porcentaje de efectividad de 27%, mientras que con la aplicación de la dosis del 5% alcanzó una mortalidad de 11%. Al aplicar el EA al 20% se obtuvo una efectividad del 10% y con 5% dio una mortalidad de 6% insectos adultos; como lo muestra la Figura 15.

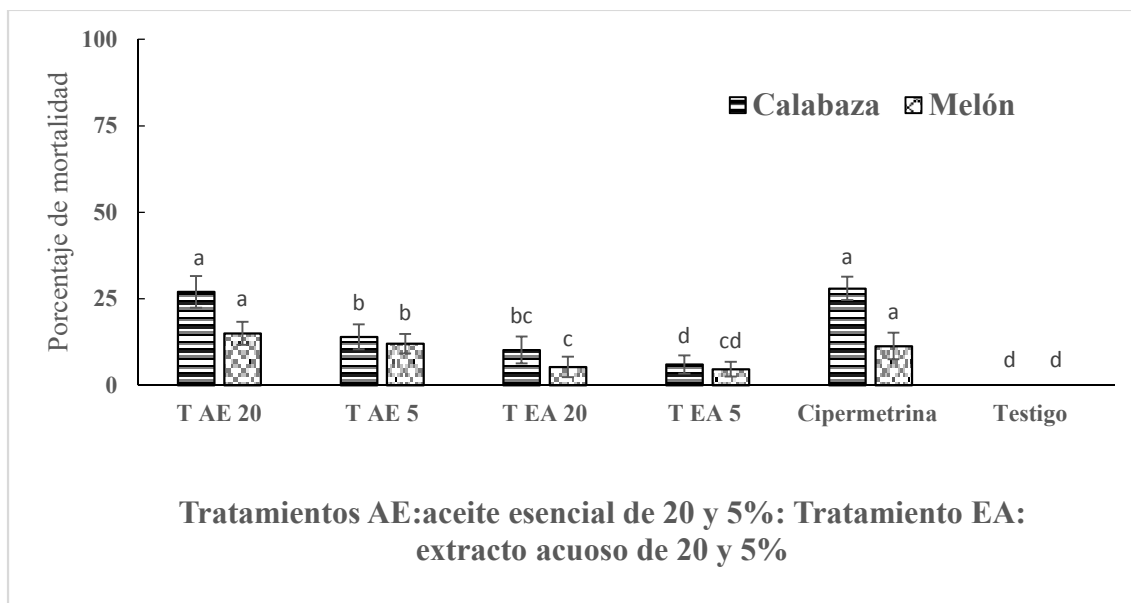


Figura 15. Porcentaje de mortalidad en adultos de mosquita blanca en siembra de calabaza y melón.

Al igual que en el cultivo de calabaza el melón presento una mortalidad con aceite esencial y extracto acuoso que fue significativamente mayor a $p < 0.05$. El tratamiento más efectivo fue la de AE al 20% alcanzando una mortalidad de 15% adultos, con la aplicación de la dosis del 5% el resultado fue de 7.3% adultos; con el EA al 20% se obtuvo una eficacia de 5.3% adultos muertos, y con 5% dio en promedio 4.66% insectos adultos muertos; como lo muestra la Figura 16.

Zhang *et al.* en 2004, reportaron que el aceite esencial de jengibre en la concentración del 0.5% repele a la mosquita blanca en el 67.8%, menor eficiencia que el aceite esencial de clavo. Castillo *et al.* (2005) y Barajas *et al.* (2005), encontraron que el aceite esencial de compasúchil a la concentración del 20% repele al 90% de los adultos de mosca blanca, tanto en invernadero como en campo.

McCaughey *et al.* 2015, realizaron una investigación en el Departamento de Agronomía y Ganadería de la Universidad de Sonora, donde sembraron calabaza y melón en campo abierto y se aplicó AEO al 20% y 5% contra mosquita blanca en donde obtuvieron resultados positivos para la mortalidad en adulto con las dos dosis, siendo el 20% el que mejor efecto tuvo.

Los resultados del control mostraron que no hubo mortalidad durante el conteo. Con la ayuda de la prueba de Dunnett se compararon los resultados con el testigo (sin aplicación de AEO) (Tabla 14) donde se encontraron diferencias significativas en cada uno de los parámetros medidos con excepción del EA 5%.

Tabla 14. Número de adultos muertos de *B. tabaci* G. en cultivos de calabaza: **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Nivel	Abs (Dif) – LSD	Valor p
C	32.01	<.0001*
AA	24.26	<.0001*
AB	4.176	.0087*
EA	0.843	0.0355
EB	-4.66	0.274
T	-13.8	1

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas ($P < 0.05$). Grupo control= T.

Se han hecho estudios donde se evaluó el efecto de extractos vegetales comerciales y no comerciales en dos distintas formas de aplicación para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.), en cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), los tratamientos no comerciales utilizados fueron extractos de hojas de higuierilla (*Ricinus communis* L.) y a cuyo (*Piper auritum* K.) con concentraciones de alcohol etílico (al 96%) de 5, 10 y 20%; y el extracto comercial Biocrack® con dos controles: alcohol y agua en volúmenes iguales a los extractos. Se dio una efectividad mayor efectividad con Biocrack®, que redujo la infestación en 68% e incrementó 10 veces la producción. La higuierilla mostró una disminución en la infestación en 49% e incrementó cinco veces el rendimiento (Perales *et al.*, 2015).

En caso del extracto acuoso de orégano comparado con el químico no hubo relación alguna en efectividad, el EAO obtuvo un rendimiento menor al químico utilizado en calabaza y melón. Los extractos tienen resultados diferentes, dependiendo de los espacios en los que son aplicados, siendo más efectivos en los estudios de laboratorio (Cirigliano *et al.*, 2008;

Descamps *et al.*, 2008; Hatem *et al.*, 2009), menos efectivos en espacios protegidos y mínimo a campo abierto.

Según la prueba de Tukey's es importante destacar que el AE 20% y el químico no presentaron diferencias significativas, es decir, tuvieron el mismo efecto de mortalidad en adultos en los dos cultivos (Tabla 15).

Tabla 15. Diferencia de medias de **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo. en melón y calabaza.

Tratamiento	Melón	Calabaza
AA	14.45 ± 1.96a	38.17 ± 12.69a
AB	11.25 ± 1.5b	18.08 ± 7.06b
EA	7.83 ± 1.56c	14.75 ± 2.61bc
EB	6.75 ± 1.259c	9.25 ± 0.57bc
C	17.08 ± 1.29a	45.91 ± 9.09a
T	0.00 ± 0.00d	0.08 ± 0.17c

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$). Los datos presentados son la media de tres repeticiones.

V.5.2. Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en la inhibición del desarrollo de huevecillos de mosquita blanca en cultivo de calabaza y melón

En México se encuentran registrados para su uso contra mosca blanca y otros insectos chupadores los aceites siguientes: Protector 90 (aceite de semilla de soya) (1.0-2.0 L/200 L de agua), Saf-T-Side (aceite parafínico del petróleo) (0,8-2.0 L/100 L de agua), Oleo 93 (aceite vegetal) (2.0 – 3.0 L/ ha). Los aceites además de actuar directamente contra los insectos vectores también reducen significativamente la diseminación de virus (Gastelum *et al.*, 2018).

En el cultivo de calabaza la mortalidad de huevecillos con aceite esencial y extracto acuoso fue significativamente mayor a $p < 0.05$. En la prueba de medias no hubo diferencia significativa en los tratamientos de AE y EA; para las dos diferentes dosis se encontró una diferencia significativa de 0.0160 en el conteo de inhibición del huevecillo.

En las comparaciones de los tratamientos y sus respectivas dosis con el testigo presentaron diferencias significativas (sin AEO), mientras que el EA 5% no mostró ninguna diferencia. (Tabla 16).

Tabla 16. Inhibición de huevecillos de *B. tabaci* G. en cultivo de calabaza **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Nivel	Abs (Dif) – LSD	Valor p
C	32.01	<.0001*
AA	24.26	<.0001*
AB	4.176	.0087*
EA	0.843	0.0355
EB	-4.66	0.274
T	-13.8	1

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas ($P < 0.05$). Grupo control= T.

Con el uso de 20% de AEO se presentó un promedio de inhibición de huevecillos 11.33%, con 5% de AEO se obtuvo 7.5%. Los resultados del testigo mostraron que no hubo mortalidad durante las primeras 72 horas y que el 100% de mortalidad se presentó a los 30 días. Al usarse el 20% de EAO resultó un promedio de inhibición del huevecillo de 8.10% y para el 5% de EAO fue de 5.10% (Figura 16).

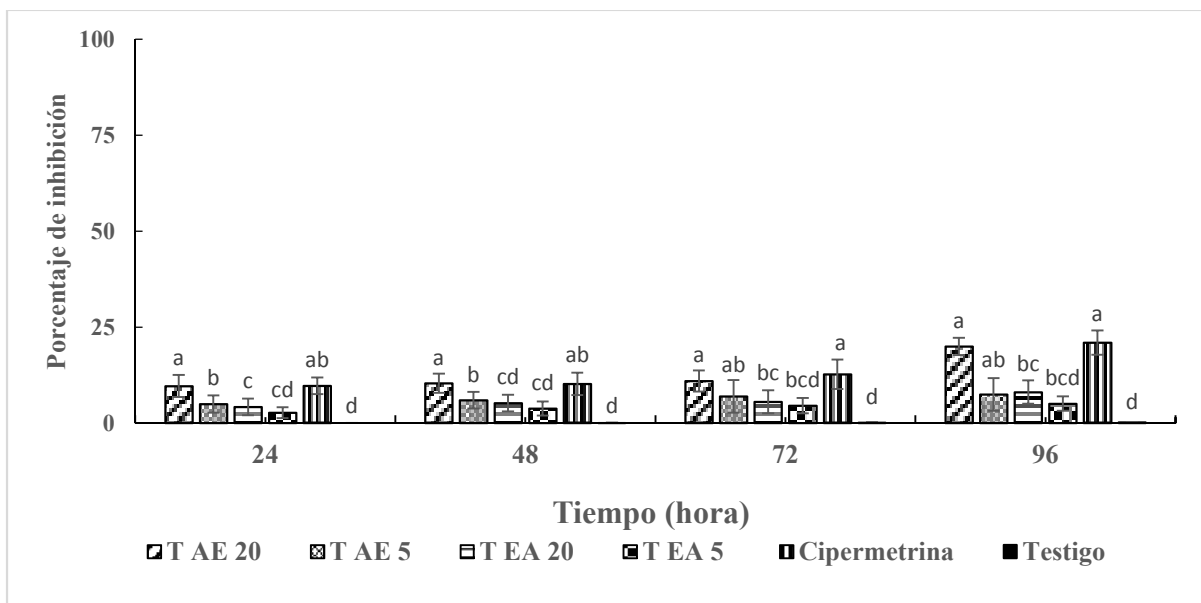


Figura 16. Porcentaje de inhibición de huevecillos en calabaza con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 0, 5 y 20%.

En el cultivo de melón el promedio de inhibición del desarrollo del huevecillo de mosquita blanca con los tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso fue significativamente mayor a $p < 0.05$.

Tabla 17. Inhibición de huevecillos de *B. tabaci* G. en cultivo de melón **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Nivel	Abs (Dif) – LSD	Valor p
AA	-4.61	1
C	-4.61	1
AB	0.219	0.0383*
EA	2.219	0.0030*
EB	3.135	0.0009*
T	8.719	<.0001*

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas ($P < 0.05$). Grupo control= T.

La concentración más efectiva fue la de AE al 20% con una inhibición promedio de 9.33% y con la aplicación de la dosis del 5% el promedio registrado fue de 6%. Con el

tratamiento de EA al 20% se obtuvieron 4.66% huevos sin desarrollar por planta en promedio, y con 5% fue de 3.33% (Figura 17).

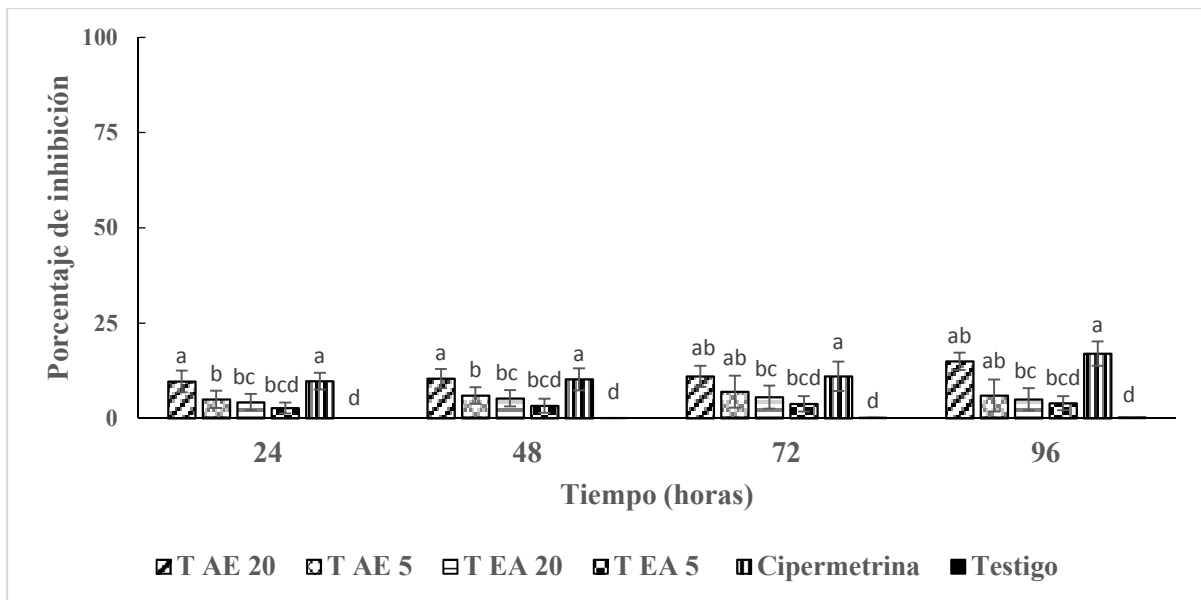


Figura 17. Porcentaje de inhibición de huevecillos en melón con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 0.5 y 20%.

En el estudio realizado por McCaughey *et al.* 2015, en cultivo en campo abierto de calabaza y melón reportaron la inhibición del desarrollo de huevecillos con aceite esencial de mosquita blanca con 3.7% de efectividad. Al igual que en este estudio, no hubo diferencia significativa en los dos tratamientos (0.5 y 20%).

López *et al.* en 2005, con extracto de la hoja de Neem obtuvieron un efecto tóxico y se observó un porcentaje de 75-90% en la inhibición de crianza y desarrollo de ciclo biológico de mosquita blanca.

En otoño de 2006 sobre limoneros que presentaban más del 60% de hojas con la plaga, se aplicó aceite mineral en dos dosis diferentes (0.5 y 1%). Se obtuvo un adecuado nivel de control, por lo cual se recomienda la concentración más baja, de menor costo. En ataques de la plaga que comprometían más del 25% de las hojas con ninfas vivas y con escasos parasitoides, se sugirió aplicar aceite mineral al 0.5% seguido de lavados con detergente (Luppichini *et al.*, 2007).

Se ha utilizado rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.) y agua, los extractos etanólicos de acuyo (*Piper auritum* K.) los cuales fueron tóxicos contra la mosquita blanca de invernadero (*T. vaporarium* W.), aunque no se obtuvo una mortalidad absoluta. Se comprobó que la toxicidad tiene una relación positiva con la concentración, ya mayor mortalidad se registró aplicando extractos para inhibir la ovoposición fueron extractos acuosos de *R. raphanistrum* L. (76.1%) y *P. auritum* K. (72.0%) y extractos etanólicos de *P. auritum* K. (69.5%) (Mendoza *et al.*, 2014).

Tabla 18. Inhibición de huevecillos de *B. tabaci* G. en cultivos de melón y calabaza. **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Tratamiento	Melón	Calabaza
AA	13.58 ± 2.17a	16.99 ± 2.87 ^a
AB	8.75 ± 4.18ab	8.75 ± 2.90abc
EA	6.75 ± 2.38b	12.17 ± 6.80ab
EB	5.83 ± 1.04b	7.66 ± 4.49bc
C	13.58 ± 2.13a	13.62 ± 2.05ab
T	0.25 ± 0.32c	0.75 ± 0.95c

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$). Los datos presentados son la media de tres repeticiones.

V.5.3. Evaluación del efecto tóxico del aceite esencial y el extracto acuoso en ninfas de mosquita blanca en cultivo de calabaza y melón

En el cultivo de calabaza la mortalidad de ninfas con aceite esencial y extracto acuoso fue significativamente mayor a $p < 0.05$. En la prueba de medias hubo diferencia significativa en los tratamientos de AE y EA, pero no hubo diferencias significativas en las dos dosis utilizados en estadios larvales contabilizados. Según la prueba de Dunnett (Tabla 19) se obtuvo diferencias significativas en los tratamientos de AE's y EA 5%, el único tratamiento que no presentó una diferencia con respecto al testigo (sin AEO) fue el EA 20%.

Tabla 19. Número de ninfas muertas de *B. tabaci* G. en cultivo de calabaza. **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Nivel	Abs (Dif) – LSD	Valor p
AA	8.766	<.0001*
C	5.393	0.0007*
AB	3.933	0.0023*
EA	0.513	0.0340*
EB	-0.57	0.0757
T	-7.48	1

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas (P< 0.05). Grupo control= T.

Con el uso de 20% de AEO presentó un promedio de 17.33% de ninfas muertas, con 5% de AEO presentó porcentaje de 12%. Al EAO al 20% corresponde un promedio de 7.33% muertes y al 5% de EAO un promedio de 5.6% (Figura 18).

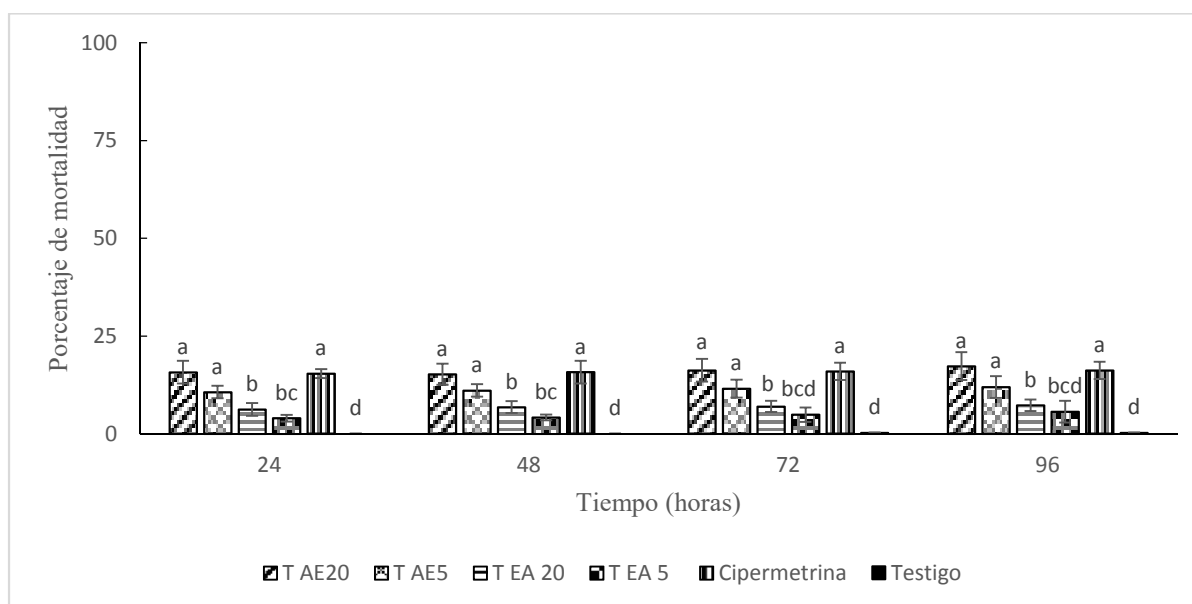


Figura 18. Porcentaje de mortalidad de ninfas en cultivo de calabaza con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 0, 5 y 20%.

Estos resultados fueron comparados con el estudio de Mc Caughey *et al.* (2015), en el cual se usó el AE del orégano en cultivos de calabaza y melón en campo abierto, teniendo como resultado que el AE en dosis de 20% fue el que obtuvo mayor diferencia significativa con una mortalidad del 2.7% en estadios ninfales (2 y 3).

En el cultivo de calabaza la mortalidad de ninfas con aceite esencial y extracto acuoso fue significativamente mayor que $p < 0.05$. En la prueba de medias hubo diferencia significativa en los tratamientos de AE y EA (Tabla 20); no se registró diferencia entre las dos dosis utilizadas de AE y el tratamiento químico que se utilizó en estadios larvales contabilizados. Se obtuvieron diferencias significativas por parte de los tratamientos con respecto al testigo (sin AEO).

Tabla 20. Número de ninfas muertas de *B. tabaci* G. en cultivo de melón. **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Nivel	Abs (Dif) - LSD	Valor p
AA	9.7	<.0001*
AB	7.95	<.0001*
Q	7.2	<.0001*
EA	3.117	0.0001*
EB	1.2	0.0050*
T	-3.05	1

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente distintas ($P < 0.05$). Grupo control= T.

Con el uso de 20% de AEO presentó un promedio de 8.6% ninfas muertas, con 5% de AEO presentó un promedio de 8%, el Químico utilizado presentó una efectividad de 7.3% ninfas muertas. Con la aplicación del EAO al 20% el promedio correspondiente de muertes es de 4.6% y al 5% de EAO un promedio de 3.33% (Figura 19).

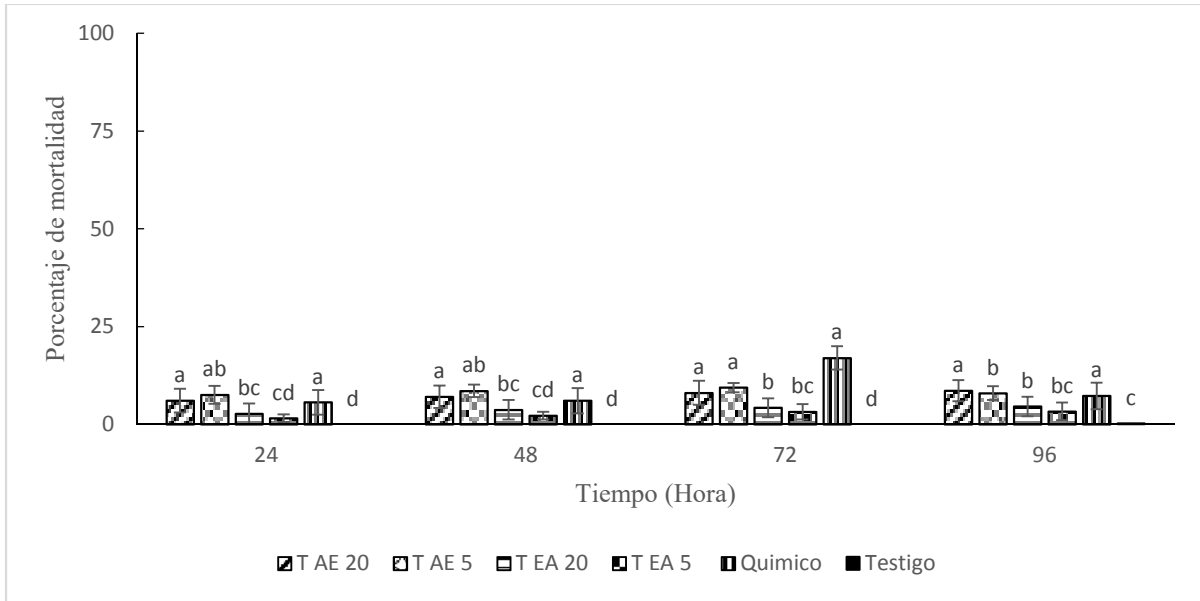


Figura 19. Promedio de mortalidad de ninfas en cultivo de melón con tratamientos de aceite esencial y extracto acuoso al 0, 5 y 20%.

En la prueba de medias hubo diferencia significativa de en los tratamientos de AE y EA (Tabla 21); no se registró diferencia entre las dos dosis utilizadas de AE y el tratamiento químico que se utilizó en estadios larvales contabilizados. Se obtuvieron diferencias significativas por parte de los tratamientos con respecto al testigo (sin AEO).

Tabla 21. Número de ninfas muertas de *B. tabaci* G. en cultivos de melón y calabaza. **AA:** Aceite esencial 20%, **AB:** Aceite esencial 5%, **EA:** Extracto acuoso 20%, **EB:** Extracto acuoso 5%, **C:** Cipermetrina, **T:** Testigo.

Tratamiento	Melón	Calabaza
AA	12.83 ± 1.69a	26.75 ± 5.38a
AB	11.08 ± 1.45a	27.75 ± 9.91a
EA	6.25 ± 2.04a	11.83 ± 2.87b
EB	4.33 ± 0.61b	10.75 ± 4.99b
Q	10.25 ± 2.27b	10.67 ± 4.60b
T	0.08 ± 0.17c	0.75 ± 1.50b

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($P < 0.05$). Los datos presentados son la media de tres repeticiones.

VI. CONCLUSIONES

- Los compuestos con mayor porcentaje del AE fueron: Timol, Cariofileno, o-Cimeno y Carvacrol, asociados al efecto insecticida.
- Los compuestos más abundantes en EA fueron: flavonoides, a los cuales se atribuye el efecto insecticida.
- El orégano *L. palmeri* W. presentó efecto tóxico en ambos tratamientos de AE y EA, en sus diferentes dosis (5 y 20%). Por lo que, se puede considerar son una alternativa para ser empleados como insecticidas orgánicos, para el control contra huevecillos, ninfas y adultos de mosquita blanca (*B. tabaci* G.).
- En ambos cultivos el AE y EA del orégano presentó efecto insecticida.
- El tratamiento más tóxico en adulto fue el aceite esencial del 20% en el cultivo de calabaza y melón.
- El tratamiento menos efectivo en calabaza y melón fue el EA 5%.
- El AE tiene la misma efectividad en mortalidad de la dosis del 5% y 20% en ninfas y huevecillos en el cultivo de calabaza.
- EA 5% en calabaza no presentó diferencias significativas con respecto al testigo.
- Los resultados obtenidos son comparativos con los reportados del aceite esencial de orégano (dosis de 5 y 20%) aplicado en cultivo abierto de calabaza donde también se obtuvo que el tratamiento más tóxico fue el AE 20%.
- Hubo un incremento de mortalidad en el periodo de observaciones, por lo que no se perdió el efecto de los tratamientos al transcurrir el tiempo.
- El éxito del control de mosquita blanca y otros insectos transmisores de virus con el uso de extractos acuosos y aceites esenciales, van a depender de la forma en que se apliquen. En este caso, los tratamientos utilizados cubrieron completamente el follaje y se dio una prioridad al envés de las hojas.
- Los aceites esenciales y los extractos acuosos son considerados poco peligrosos para el humano y el medio ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

- Para próximos estudios se sugiere aplicar AE y EA con un umbral bajo de mosquita blanca.
- Evaluar el efecto de AE y EA en plantas en diferentes estadios de crecimiento.
- Evaluar el efecto de los aceites esenciales a los 15 días en las plantas a las que se les aplicó.
- Se recomienda para próximos estudios, evaluar dosis entre el rango del 5 y 20% de AE y EA.
- Utilizar dosis de AE y EA al 20%, para mayor efectividad.
- Utilizar mezclas de los aceites esenciales y extractos acuosos, para probar si se incrementa el efecto insecticida.
- Utilizar equipos de alta presión que proporcione mayor penetración y cobertura cuando se lleve a cabo la aspersión de los tratamientos, orientando las boquillas para que cubra el envés de las hojas.
- Considerar la distancia en la que se aplican los aceites esenciales a la planta.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alexander L.M. 2014. Sonora: líder en producción y exportación de calabaza Kabocha. Productores de Hortalizas: la mano derecha del productor. Mesiter Media Worldwide México. Guadalajara, Jalisco, México.
- Aligiannis, N., E. Kalpoutzakis, S. Mitaku e I. Chinou. 2001. Composition and antimicrobial activity of essential oils of two *Origanum* species. *J.Agric.Food Chem* 49:4168-4170.
- American Oils Chemists Society (AOAC). 2009. Official methods and recommended practices of American Oils Chemists Society. Vol 1, 6th edition, Champaign, Illinois.
- Andrés, R. I. 2012. Estudio preliminar para el desarrollo de una colección de mutantes en calabacín (*Cucurbita pepo*). Universidad de Almería Escuela Politécnica Superior.
- Arcila, C., F. G. Loarca, S. Lecona y E. González. 2004. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes, en ALAN. 54 (I): roo-ii 1.
- Argueta-Villamar, A., L. M. Cano-Asseleih y M. E. Rodarte. 1994. Atlas: Las plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Instituto Nacional Indigenista. 1ª. Edición: V: II y III: 1073-1077.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Official Methods of Analysis, p.13-26. 17th Edition. Washington, USA.
- Ávalos-Soto, J., J. F. Treviño-Neávez, M. J. Verde-Star, C. Rivas-Morales, A. Oranday-Cárdenas, J. Moran-Martínez, L. B. Serrano-Gallardo, M. E. Morales-Rubio. Evaluación citotóxica de los extractos etanólicos de *Azadirachta indica* (A. Juss) sobre diferentes líneas celulares. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas* 39-44.1870-0195.
- Ávila-Sosa R., E. Palou, M. T. Jiménez-Munguía, G. V. Nevárez-Moorillón, A. R. Navarro-Cruz, A. López-Malo. 2012. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology* 153:66-72. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.10.017
- Ávila-Valdez, J., I. Hinojosa-Reyes. Manejo técnico integrado de mosca blanca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico no. 16.
- Badii, H. M. y V. Garza-Almada. 2007. Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. CULCYT/Impacto Ecológico. No. 18
- Barajas, J. S., J. Pérez y M. A. Serrato. 2005. Evaluación del aceite esencial de *Tagetes filifolia* Lag. contra plagas en calabaza en Metztitlán, Hidalgo. Memoria en disco compacto del VIII Congreso Nacional Agronómico, Universidad Autónoma Chapingo, 22-27 de abril, México.
- Bassalos G. B. y A. A. Gurni. 1996. Especies del Género *Lippia* utilizadas en medicina popular Latino Americana. Catedra de Farmacoatínica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA Junín 956 (113) Buenos Aires, República Argentina. Dominguezia-Vol.13 –Nº1.

- Baynen, T. S. Jr., T. M. Perring, R. J. Gill y D. H. Headrick. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87: 195-20,
- Bethke, J. A., T. D. Paine y G. S. Nuessly. 1991. Comparative biology, morphometrics, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 84 (4): 407-411.
- Blanco-Navarrete J. L., B. C. Luengas-Jiménez y B. E. Bautista-Barrón. 2005. Enrizamiento estacional de semillas de orégano. 25-30 p. Reunión nacional de investigación en recursos biológicos de zonas áridas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chapingo. Vol. (4), Núm. 2.
- Bothelo, M. A., N. A. Nogueira, G. M. Bastos, S. G. Fonseca, T. L. Lemos, F. J. Matos, D. Montenegro, J. Heukelbach, V. S. Rao y G. A. Brito. 2007. Antimicrobial activity of essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against oral pathogens. *Braz. J. Medical Biol. Res.* 40:349-356.
- Bracamonte, S. A., N. D. Valle y R. B. Méndez. 2007. La nueva agricultura sonoreense: historia reciente de un viejo negocio. *Región y Sociedad*, Vol XIX.
- Bruneton, J. 2001. Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales. 2ª edición, Zaragoza: Acribia, 1100.84-200-0956-3.
- Byrne, D. N. y T. S. Bellows. 1991. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*. Vol. (36) 431-457 p. doi:10.1146/annurev.en.36.010191.002243
- Cañedo, V., A. Alfaro y J. Kroschel. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas: Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa (CIP). 978-92-9060-407-5.
- Carapia-Ruiz, V. E. y A. Castillo-Gutiérrez. 2013. Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta zoológica mexicana*, 29(1), 178-193. 2448-844.
- Cardona, C., I. V. Rodríguez, J. M. Bueno, X. Tapia. 2005. Biología de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIA1); Department for International Development (DFID), 50. Publicación CIAT No. 345.
- Carrillo-Rodríguez, J. C., R. Vásquez-Ortiz, A. Ríos-Díaz, M. P. Jerez-Salas, Y. Villegas-Aparicio. 2008. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, México. VIII Congreso científico de SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica. Bullas, Murcia, España.
- Castillo, L. E., P. M. Delin-Reynoso, E. Flores-Salas, J. Ortiz-Arellano, A. Reyes-García, A. G. Villa; M. C. G. Martínez; M. A. Serrato. 2005. Control de plagas en invernadero con aceites esenciales de *Tagetes spp.* Memoria en disco compacto del VIII Congreso Nacional Agronómico, Universidad Autónoma Chapingo, 22-27 de abril, México.

- Celis, Á., C. Mendoza, M. Pachón, J. Cardona, W. Delgado y L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. 97-105 p. Una revisión Agronomía Colombiana, vol. 26, núm. 1. 0120-9965.
- Celis, A., C. Mendoza, M. Pachón, J. Cardona, W. Delgado y L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. 97-106 p. Agronomía Colombiana, 26 (1). 2357-3732.
- Chávez-Díaz G., M. E. Valdés-Estrada, M. C. Hernández-Reyes, M. Gutiérrez-Ochoa y M. G. Valladares-Cisneros. 2016. Aceites esenciales para controlar *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) plagas de granos almacenados. 2007-9559 Revista Mexicana de Agroecosistemas Vol. 3(2) 2007-9559.
- Chirinos, J., B. Olivares y E. Guevara. 2013. Efectividad biológica de extractos vegetales en el control *in vitro* de la bacteria fitopatógena *Xanthomona*. Multiciencia, vol. (13) 1317-2255.
- Cirigliano, A., I. Colamarino, G. Mariegani y S. Bado. 2008. Biological effects of *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) crude extracts and its major withanolides on *Ceratitis capitata* Wiedeman (Diptera: Tephritidae). Bol. San. Veg. Plagas. 34: 509- 515. 2007-9559.
- Comité Nacional Sistema Producto – Oleaginosas. 2005. Ficha técnica de la mosquita blanca. Guías para productores. <http://www.oleaginosas.org>
- CONABIO, 2014. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad.
- Corella-Bernal, R. A., M. M. Ortega-Nieblas, M. R. Robles-Burgueño, J. Borboa-Flores, y D. Mc Caughey-Espinoza. El cultivo de orégano *Lippia palmeri* Watson, en el estado de Sonora. 3era. Reunión nacional sobre el orégano, 22 al 24 de Agosto; Saltillo, Coah., México.
- Cosme-Guerrero, J. 2011. Identificación de daños causados por la Mosca blanca. www.hortalizas.com.
- Craveiro, A. A, A. G. Fernandes, C. H. S. Andrade, F. J. A. Matos, J. W. Alencar y M. L. I. Machado. 1981. Óleos essenciais de Plantas do Nordeste. 209 p. Fortaleza: UFC.
- Cubillo, D.; G. Sanabria y L. Hilje. 1999. Evaluación de repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas 53: 65-72.
- Cuéllar, M. B. y F. J. Morales. 2006. The whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) as pest and vector of plant viruses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Colomb. Entomol. Vol. (32) 0120-0488.
- De-Geyter, E., E. Lambert, D. Geelen y G. Smagghe. 2007. Novel advances with plant saponins as natural insecticides to control pest insects. Pest Technology, 1 (2): 96-105.
- Delgado, J. O., M. S. Sánchez-Orozco y C. R. Bonilla-Correa. 2015. Efecto del secado y la edad de las plantas en la composición de los aceites esenciales de *Lippia alba* (Mill.)

- N.E.Br. Britton y P. Wilson. *Lippia origanoides* Kunth. Acta Agron., Vol. (65) Núm. (2). doi:10.15446/acag.v65n2.47576.
- Descamps, R.L., N. Stefanazzi, C. Sánchez-Chopa y A. A. Ferrero. 2008. Actividad biológica de extractos vegetales de *Schinus molle* var. *Areira* (Anacardiaceae) en *Tribolium castaneum* Herbst. (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae), plaga de grano almacenado. Bol. San. Veg. Plagas. 34: 595- 605. 2007-9559.
- Dewick, P. M. 2002. Medicinal natural products: A biosynthetic approach. 2120–2120 p. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley and Sons Ltd; 2002. College of Pharmacy Ferris State University Big Rapids, Michigan 49307. J. Med. Chem., 2002, 45 (10). doi: 10.1021/jm020128m.
- DOF. NORMA Oficial Mexicana NOM-020-FITO-1995, Por la que se establece la Campaña Contra la Mosquita Blanca. www.dof.gob.mx
- Ellman, G. L., D. K. Courtney, V. Andreas y R. M. Featherstone. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. Biochem Pharmacol., 88-95p. doi: 10.1016/0006-2952(61)90145-9
- Errato, M. A., B. Reyes, L. Ortega, A. Domingo, N. Gómez, F. López, M. A, Sánchez, M. A, L. Carvajal, O. Jiménez, A. Morgado, E. Pérez, J. Quiroz, y C. I. Vallejo. 2003. Anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.): Recurso genético mexicano para controlar la mosquita blanca (*Bemisia sp.* y *Trialeurodes sp.*). Revista del Jardín Botánico Nacional 24 (1-2): 65-70. 0120-0488
- Escobar, H. y R. Lee. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero. Edit. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 9789587250251.
- Espinoza-Arellano, J. J. M. Lozada-Cota y S. Leyva-Nájera. 2011. Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el municipio de Mapimí, Dgo., México al mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios. 1405-9282.
- Estay P. 1993. Mosquita blanca de los invernaderos. Investigación y Progreso Agrícola, 78: 30-36.
- Estrada-Reyes, R., D. Ubaldo-Suárez, A. G. Araujo-Escalona. 2012. Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central Salud Mental, vol. 35, núm. 5, pp. 375-384 Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz Distrito Federal, México. 0185-3325.
- FAO. 2012. Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, Directrices sobre la Prevención y Manejo de la Resistencia a los Plaguicidas.
- FAO. 2014. Anuario estadístico de la FAO. La alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago. 978-92-5-308150-9.
- Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). 2016. Base de Datos. Internet: <http://www.fao.org>

- Freitas, A. A., D. E. Purcifull, J. E. Polston, y E. Hiebert. 2002. Traditional and transgenic strategies for controlling tomato-infecting begomoviruses. *Fitopatol. Bras* 27 (5), 437-449.
- Friedman, M., C. E. Levin, S. U. Lee y N. Kozukue. 2009. Stability of green tea catechins in commercial tea leaves during storage for 6 months. *J. Food Sci.* 74(2):47-51. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.01033.x
- García-Velásquez, E. O., S. M. Lemus-Galdámez y J. V. Velasco-Baires. 2005. Determinación de la actividad plaguicida de cinco especies botánicas contra el *Aphis nerri* (pulgón) de *Fernaldia pandurata* (Loroco). Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. Facultad de Qca. y Farm.
- Gastélum-Luque R. y T. P. Godoy Ángulo. 2018. Manejo de mosca blanca y *gemnivirus* en hortalizas. *Revista digital Horticultivos*, Edit. Agrocultivos. PP09-0490.
- Georghiou G. P. 1990. Overview of insecticide resistance. En: *Managing resistance to agrochemicals: From Fundamental Research to Practical Strate* (M. B. Green, H.MLeBaron y W.K Moberg, Eds.). American Chemical Society, Washington, pp 18–41.
- González, D.A., Tapias, M.P., Carvajalino, M., Valendia, D., Borgues, R. 2011. Evaluación de acaricidas para el control de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) que afectan al ganado bovino de doble propósito usando modelos lineales generalizados. *Rev. Fac Agron (LUZ)*, 28:487-502.
- González-Güereca, M. C., H. K. Hernández y M. Martínez-Vázquez. 2007. Antioxidant activity of flavonoids from the stem of the Mexican Oregano (*Lippia graveolens* HBK var. *berlandieri* Schauer). *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. (30) 1: 43–49.
- González-Güereca, M. C., M. Soto-Hernández, C. Kite, M. Martínez-Vázquez. 2007. Actividad antioxidante de flavonoides del tallo de orégano mexicano (*Lippia graveolens* HBK var. *berlandieri* Schauer). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1). 0187-7380.
- Greathead, A.H., 1986. Host Plants. In: *Bemisia tabaci* a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. 17-26 p. Cook, M.J.W. (Ed.), CAB. International, London.
- Guigón L. C., R. Silba y P. González. 2005. Actividad insecticida de cuatro fracciones del aceite de orégano sobre *A. obtectus*. Memorias de la segunda reunión Nacional sobre orégano del 25 al 26 de febrero, en Salaires Chihuahua.
- Hatem, A.E., S.S.M. Abdel-Samad, H.A. Saleh, M. H. A. Soliman y A. I. Hissien. 2009. Toxicological and physiological activity of plant extracts against *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Bol. San. Veg. Plagas.* 35: 517- 531. 2007-9559.
- Hilje, L., D. Cubillo, L. Segura, P. Hanson, P. Stansly. 2002. Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe: la experiencia de un decenio. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*, 65, 102-108.
- Huerta C. 1997. Orégano Mexicano: Oro vegetal. *Revista Ciencia y desarrollo* 33:30-37.

- Huerta-Hernández, A., 2012. Agricultura protegida (primera parte). AgroEntorno. <http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf>. Consultado en línea 2 octubre de 2017
- INTAGRI. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero. Edit. Javier Z. Castellanos.
- Isman M. B. 2000. Plant essential oils for pests and disease management. *Crop Protection*. 19. 603-608
- Japón-Quintero, J. 1981. Cultivo de calabazas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas Divulgadoras no.11-12/81 HD. Madrid, España.
- Juárez-López, P., R. Bugarín-Montoya, R. Castro-Brindis, A. L. Sánchez-Monteón, E. Cruz-Crespo, C. R. Juárez-Rosete, G. A. Santiago y R. Balois-Morales. 2011. Estructuras utilizadas en agricultura protegida. 21-27 p. *Revista Fuente* (3): 8.
- Kahan, A., S. Padín, M. Ricci, J. Ringuelet, E. Cerimele E., M. Ré, C. Henning e I. Basso. 2008. Actividad tóxica del aceite esencial de laurel y del cineol sobre *Brevicoryne brassicae* L. en repollo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 0370-4661.
- Kokkini, S., R. Karousou. A. Dardioti. N. Krigas y T. Lanaras. 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* 44(5):883-886. doi: 10.1016/S0031-9422(96)00576-6.
- Lamiri, A., S. Lhaloui, B. Benjilali y M. Berrada. 2001. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say). *Field Crops Research*, Vol 71. doi: 10.1016/S0378-4290(01)00139-3
- López-Díaz, M. T. y J. Estrada-Ortiz. 2005. Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 0370-4661.
- Lubbe, A. y R. Verpoorte. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 785-801
- Lugo-Melchor, O. Y., R. Guzmán-Uriarte, R. S. García-Estrada y J. León-Félix. 2011. *Geminivirus* transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate, en el Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa. *Revista mexicana de fitopatología*, 29(2), 2007-8080.
- Luppichini P., S. Renato-Ripa, D. P. Larral, A. F. Rodríguez. 2018. Manejo integrado de mosquita blanca algodonosa en cítricos. Instituto de investigaciones agropecuarias ministerio de agricultura. Boletín INIA N° 282. 0717-4829 3
- Maldonado; A.L.J. 1991. Descripción botánica, y distribución y usos del orégano en México. 41-44, In: Meléndez, G.R, Ortega, R. y Peña, R (eds). Estado actual del conocimiento del orégano en México. Unidad Regional de Zonas áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Bermejillo, Durango México.
- Martínez de la Cerda., J. 2007. Proyecto de hortalizas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía.
- Martínez, C. J. 2007. Uso de malla sombra con y sin malla antiáfida en la producción de hortalizas. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Martinez-Rios, J.J., 1979. Soil classification in arid lands using Thematic Mapper data. Ph.D. Dissertation Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, Nuevo Mexico.
- Mc Caughey-Espinoza, D.M., M.M. Ortega-Nieblas y M. R. Robles-Burgueño. 2015. Actividad insecticida del orégano (*Lippia palmeri* Watson) sobre mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: *Aleyrodidae*) en cultivo de calabaza y melón. 141-153 p. Ortega-Nieblas, M. M., M. R. Robles-Burgueño, D. M. Mc Caughey-Espinoza y L. Vázquez-Moreno. Capítulo 5. Orégano *Lippia palmeri* Watson. Estudios Bioquímicos y agronómicos. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Medina-Cervantes, T. S. 1996. La mosquita blanca: (Homoptera:Aleyrodidae): de *Bemisia tabaci* (Gennadius), al biotipo "B", y a la nueva especie *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring. UABC. 56 pag.
- Mendoza C. B., M. N. Moreno, M. Weil y F. Elango. 2007. Evaluación del efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de *Phytophthora palmivora* butl. y *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Penz. y Sacc. Tierra Trop. 3 (1): 81-89.
- Mendoza-García, E.E. 2010. Toxicidad y repelencia de extractos vegetales para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae). Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, México.
- Morales, F. J. 2010. Distribution and dissemination of Begomoviruses in Latin America and the Caribbean. Springer Science+Business Media B.V. 9. 283-318.
- Morales, F. J., P. J. Tamayo, M. Castaño, C. Olaya, A. K. Martínez y A. C. Velasco. 2009. Enfermedades virales del tomate (*Solanum lycopersicum*) en Colombia. Fitopat. Col 33(1), 23-27
- Mound, L.A. y S. H. Halsy. 1978. Whitefly of the world. A systematic catalog of the *Aleyrodidae* (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History) and John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto. 340 p. doi: 0.5962/bhl.title.118687
- Navarrete-Cedeño, J. B. 2006. Efecto de derivados del nim (*Azadirachta indica*) sobre las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y sus enemigos naturales en el cultivo del melón. Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador.
- Oladimeji, F. A, O. O. Orafidiya, T. A. Ogunniyi y T. A. Adewunmi. 2000. Pediculocidal and scabicial properties of *Lippia multiflora* essential oil. J. Ethnopharmacol.; 72: 305-311.
- Ortega, L. D. 2001. Control alternativo de Mosca Blanca. Folleto técnico. COLPOS, CONACYT y RAPAM. México. 16 p.
- Ortega-Nieblas, M., M. Robles, E. Acedo, A. González, A. Morales y L. Vázquez. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of oregano (*Lippia palmeri* W.) essential oil. Revista Fitotecnia Mexicana. 34:11-17.
- Pascual, M., K. Slowing, E. Carretero, D. Sánchez-Mata y A. Villar. 2001. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: A review. J. Ethnopharmacol.: 76, 201-214.

- Perales-Segovia, C., J. Bocanegra-García, J. C. Carrillo-Rodríguez, J. L. Chávez-Servía, H. Silos-Espino, L. Aguilar-Ojeda y F. Tafuya-Rangel. 2015. Efecto de extractos vegetales en mosquita blanca bajo dos esquemas de aplicación. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* Vol. 2(1): 1-7. 2007-9559.
- Perring, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725737.
- Radudiene, J., A. Judpintiene, D. Peiulyte y V. Janulis. 2005. Chemical composition of essential oil and antimicrobial activity of *Origanum vulgare*. *BIOLOGIJA*. 4: 53-58
- Ramírez-Moreno, L.A., L. E. García-Barrios, C. Rodríguez-Hernández, E. Morales-Helda y A. E. Castro-Ramírez. 2001. Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*. *Rev. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No. 60 p. 50-56.
- Rivera-Amita, M. M., C. Carballo-Guerra, M. Milanés-Figueroa, S. R. Ramos-Gálvez y R. A. Orama-Velazco. (2003). Efecto de plaguicidas de origen botánico sobre el áfido *Carolinaia cyperi* Ainslie. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 8(3).
- Rodríguez-Torres, I. V. y C. Cardona Mejía. 2001. Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homoptera: *Aleyrodidae*) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. *Revista colombiana de entomología* 27 (1-2): 21-26.
- Rosa-Márquez, E. 2012. Enfermedades. Conjunto tecnológico para la producción de calabaza. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universidad de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. Puerto Rico.
- Rota, M., A. Herrera, R. Martínez, J. Sotomayor y M. Jordán. 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control* 19 (7): 681-687.
- Sagar, K., R. Akshatha y S. Prasad. 2012. Antimicrobial efficacy of some natural cosmeceuticals, nutraceuticals and medicinal plant extract and ultrastructural alterations in foodborne pathogens. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Vol. (4) 0975-1491.
- SAGARPA, 2005. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Sistema de información agropecuaria de consulta. Consulta: www.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA, 2005. Detalle agrícola. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagr2c.html , consulta: 2016.
- SAGARPA, 2006-2012. Línea de acción: Determinación del nivel riesgo fitosanitario para los cultivos de importancia económica en México. www.sagarpa.gob.mx.
- SAGARPA, 2010. Información técnica de melón mexicano para exportación. Departamento de análisis de riesgos y plagas. Pp. 40. www.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA, 2012. Plan rector sistema nacional producto melón. Documento validado por el comité sistema producto melón en sesión de marzo, Torreón, Coahuila. www.sagarpa.gob.mx.

- Salgueiro, L. A., C. Cavaleiro, M. J. Goncalves y C. Proenca. 2003. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil of *Lippia graveolens* from Guatemala. *Planta Medica* 69(1): 80-83. doi: 10.1055/s-2003-37032
- Salgueiro, L.R., C. Cavaleiro, M. J. Goncalves y A. Proenca-de-Cubha. 2003. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Lippia graveolens* from Guatemala. *Planta Med.* 69 (1): 80-83. doi: 10.1055/s-203-37032.
- Sánchez-del-Castillo, F. 2014. Fracasa el 60% de invernaderos de hidroponía por falta de capacitación. 2000Agro Revista Industrial del Campo.
- SAS. Institute Inc. Microsoft. The statistical discovery software jmp.ver.5.0.1.a. 2002
- Secker, A.E., I. A. Bedford, P. G. Markham, M. E. C. William. 1998. Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. In: Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases. British Crop Protection Council, Farnham, UK. p 837-842. Ref. 14.
- Seenivasan, P., J. Manickam e I. Savarimuthu. 2006 In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. The official journal of the International Society for Complementary Medicine Research. doi:10.1186/1472-6882-6-39
- Serrato, M. A., F. Díaz y J. S. Barajas. 2008. Composición del aceite esencial en germoplasma de *Tagetes filifolia* Lag. de la Región centro-sur de México. *Revista Agrociencia*, Vol. (42) 1405-3195.
- Shaaya, E. y A. Rafaeli. 2007. Essential oils as biorational insecticides-potency and mode of action. 249-261 p. En: Ishaaya, I., Naven, R., Horowitz, R. (Editores), *Insecticides Design Using Advanced Technologies*. Berlin, Alemania.
- Silva, G., O. Orrego, R. Hepp y M. Tapia. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesq. Agropec. Bras.* doi: 10.1590/S0100-204X2005000100002.
- Soto-Giraldo, A. 1997. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) y parasitismo de ésta sobre la plaga. Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales.
- Valdemar, C. y M. D. Rosario-Barroso. 2006. Las cucurbitáceas: base para su mejora genética. *Producción de Fruta y Hortaliza*, pág.: 16. Villa Real Portugal.
- Valentin, A., Y. Pélissier, F. Benoit, C. Marion, D. Kone, M. Mallie, Bastide y J-M. Bessière. 1995. Composition and antimalarial activity in vitro of volatile components of *Lippia multiflora*. *Phytochem*; 40 (5): 1439-1442
- Vázquez-Luna A., L. Pérez-Flores y R. Díaz-Sobac. 2007. biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria / biomolecules with insecticidal activity: an alternative to improve the food safety. 306-313 p. *cyta - Journal of Food* 5:4. doi. 10.1080/11358120709487705

- Vázquez-Luna, A., L. Pérez-Flores, R. Díaz-Sobac. 2007. Biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. (5) núm. 1135-8122.
- Vivanco, J. M., E. Cosio, V. M. Loyola-Vargas y Flores H. E. 2005. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Revista Investigación y Ciencia* 341 (2): 68-75.
- Wagner, K. e I. Elmadfa. 2003. Biological relevance of terpenoides. Overview focusing on mono, di and tretaterpenes. *Ann. Nutr. Metabol.* 47(3-4):95-106.
- Winward, G., L. Avery, T. Stephenson, y B. Jefferson. 2008. Essential oils for the disinfection of grey water. *Water Research* 42 (8-9): 2260-2268.
- Zhang, W., H. J. McAuslane, D. J. Schuster. 2004. .Repellence of Ginger Oil to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on Tomato. *J. Econ. Entomol.* 97 (4):1310-8.