

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS

MANEJO BIORRACIONAL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius) EN CHILE BELL PEPPER

**Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias
Agropecuarias**

PRESENTA:

EDER CARO LÓPEZ

DRA. TERESA DE JESÚS VELÁZQUEZ ALCARAZ
DIRECTORA DE TESIS

DR. JACOBO ENRIQUE CRUZ ORTEGA
CO-DIRECTOR DE TESIS

Culiacán, Sinaloa, México, Junio de 2017

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **EDER CARO LÓPEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTORA

Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz

CO-DIRECTOR

Dr. Jacobo Enrique Cruz Ortega

ASESOR

Dr. Tomás Díaz Valdés

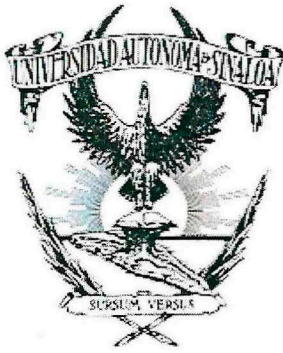
ASESORA

Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba

ASESOR

Dra. Silvia Alicia Félix Camacho

CULIACÁN, SINALOA, JUNIO DE 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 24 de junio del año 2020, el que suscribe Eder Caro López, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 9818457-1, de la Unidad Académica Facultad de Agronomía Culiacán, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz y del Dr. Jacobo Enrique Cruz Ortega y cede los derechos del trabajo titulado “MANEJO BIORRACIONAL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci gennadius*) EN CHILE BELL PEPPER”, a la Facultad de Agronomía de Culiacán, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor. La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

EDER CARO LÓPEZ

CORREO ELECTRÓNICO: edercaro27@hotmail.com
CURP: CALE830127HSLRPD05

DEDICATORIA

A mis padres: **Pablo Humberto Caro Macías y Eloísa López Silvas**, por el gran cariño y apoyo que siempre me han brindado y guiarme por el buen camino de la vida para alcanzar mis objetivos y metas que me he propuesto para salir adelante: muchas gracias padres por todo lo que me han dado.

A mi esposa: **Alma Biridiana Sánchez Beltrán**, por ese apoyo incondicional que día a día escucho sus palabras correctas para salir adelante cuando más lo necesitaba, tu sabes que eres un pilar muy fundamental en nuestra familia y con tu esfuerzo y trabajo hemos salido adelante en las buenas y las malas rachas por las que se han pasado en la vida cotidiana: Alma; muchas gracias por todo su amor y paciencia que me ha demostrado en estos 10 años de matrimonio.

A mis hijos: **Pablo Fernando Caro Sánchez, Yizel Carolina Caro Sánchez y Victoria Caro Sánchez**, ellos son mi gran razón de vivir y por qué siempre tienen las palabras correctas para alegrarme los días, ustedes también son un pilar muy fuerte en nuestra hermosa familia, por ustedes y por su apoyo he logrado salir adelante con mi proyectos de vida: gracias hijos los amo mucho.

A mis hermanos: **Edwin Caro López, Edwar Iván Caro López y Marcela Caro López**, por las muestras de apoyo que me han brindado y porque siempre me han impulsado alcanzar las metas que me propongo: hermanos muchas gracias porque siempre están conmigo.

A mis suegros: **Fernando Sánchez López y María De Jesús Beltrán Madrigal**, porque ustedes fueron mis segundos padres y con su cariño y apoyo incondicional pude alcanzar mis metas pactadas.

A Dios y la Virgen María: por guiarnos por el camino de la verdad, honestidad y sobre todo por llevarnos de la mano a esta meta tan grande.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos apoyaron durante nuestro trabajo y nuestra vida profesional: muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por abrirme las puertas y haberme brindado su apoyo durante mis estudios de licenciatura y posgrado, por mi formación como persona, como profesionista y como docente; no tengo palabras para agradecerle todo lo que me ha dado en la vida.

A la Facultad de Agronomía, porque además de formarme como profesionista y docente, es el pilar y sostén fundamental de mi familia; así mismo, por ser una institución tan noble que arropa a sus estudiantes y los prepara para enfrentar los retos del mañana.

Al Consejo Nacional de Ciencias Tecnológicas (CONACYT), por haberme otorgado una beca para la realización de mis estudios de maestría.

A la **Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz**, por su comprensión y ayuda brindada para sacar adelante este proyecto, muchas gracias doctora por su tiempo.

Al **Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba**, por su ayuda brindada en este tiempo para sacar adelante este proyecto, doctor gracias por su comprensión todo este tiempo.

Al **Dr. Tomas Díaz Valdez**, por sus acertadas sugerencias durante mis estudios en el posgrado.

A los **Drs. Pablo Humberto Caro Macías y Jacobo Enrique Cruz Ortega**, por su apoyo incondicional que siempre tuve y por las palabras de aliento que siempre tuve de su parte para salir adelante en este proyecto.

A la **Dra. Silvia Alicia Félix Camacho**, por su gran apoyo y colaboración en la elaboración del proyecto.

ÍNDICE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRAC.....	iv
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. Problema científico.....	3
1.2.1. Hipótesis.....	3
1.2.2. Objetivo general.....	3
1.2.3. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN DE LITEARTURA.....	5
2.1. Origen del cultivo de chile.....	5
2.2. Importancia del cultivo del chile	5
2.2.1. Importancia del chile a nivel mundial.....	6
2.2.2. Importancia del chile verde en México.....	7
2.2.3. Tipos de chile comúnmente sembrados en México.....	7
2.2.4. Importancia de la producción de chile en Sinaloa.....	8
2.2.5. Valor nutricional.....	9

2.3. Importancia de la mosca blanca.....	10
2.3.2. Posición taxonómica de la mosca blanca.....	11
2.3.3. Características generales de la mosca blanca.....	11
2.3.3.1. Huevecillo.....	11
2.3.3.2. Ninfas.....	12
2.3.3.3. Pupa.....	12
2.3.3.4. Adulto.....	12
2.3.4. Hospederas de mosca blanca.....	13
2.3.5. Daños ocasionados por mosca blanca.....	14
2.3.6. Importancia de los daños directos causados por mosca blanca.....	14
2.3.7. Daños indirectos causados por mosca blanca.....	15
2.3.8. Control de mosca blanca.....	15
2.3.8.1. Control de mosca blanca con microorganismos.....	15
2.3.8.2. Control de mosca blanca con insecticidas.....	16
2.3.8.3. Control de mosca blanca con extractos de plantas, jabones y aceites.....	18
2.3.8.4. Control de plagas de insectos con Tierra de Diatomea.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Localización del experimento.....	24
3.2. Preparación del terreno.....	24

3.3. Material biológico.....	25
3.4. Diseño experimental.....	27
3.5. Tratamientos usados.....	27
3.6. Variables de respuesta.....	28
3.6.1. Adultos de mosca blanca.....	28
3.6.2. Evaluaciones de huevecillos y ninfas.....	28
3.6.3. Fitotoxicidad al cultivo.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Evaluaciones de adultos de mosca blanca.....	30
4.2. Evaluaciones de ninfas de mosca blanca.....	31
4.3. Evaluaciones de huevecillos de mosca blanca.....	32
4.4. Fitotoxicidad al cultivo.....	34
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. LITERATURA CITADA.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Tipos de chiles más sembrados en la República Mexicana (SIAP, 2010).	8
Cuadro 2. Propiedades nutricionales del chile (SIAP, 2010).	9
Cuadro 3. Aletorización de los tratamientos y bloques para la evaluación de productos biorracionales contra mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.). Ciclo 2013-2014.	27
Cuadro 4. Escala de European Weeds Research Society (EWRS) para medir la fitotoxicidad de las sustancias químicas y biológicas.	29
Cuadro 5. Promedio de adultos de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.	30
Cuadro 6. Promedio de ninfas de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.	32
Cuadro 7. Promedio de huevecillos de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Establecimiento, limpieza y fertilización del terreno.	25
Figura 2. Crecimiento y traslado de las charolas de invernadero a campo	26
Figura 3. Trasplante de chile bajo condiciones de campo	26

RESUMEN

Manejo biorracional de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en chile bell peppers

Eder Caro López

El cultivo de chile es afectados por plagas y enfermedades que ocasionan fuertes daños a su producción; destacan por su importancia la mosca blanca ya que además de causar un daño directo al alimentarse de la savia también es transmisora de enfermedades virales con daños superiores al 40%; por esto, se efectuó este trabajo con el objetivo de determinar la efectividad biológica de productos biorracionales contra mosca blanca; se usó un diseño de bloques al azar y cuatro repeticiones y las unidades experimentales tuvieron conformadas por tres camas separadas a 1.80 m evaluándose la cama central de cada unidad experimental; los tratamientos fueron tierra de diatomea a dosis de 3.0 kg ha⁻¹, neem 1.0 L ha⁻¹, Ajo 1.0 L ha⁻¹, dimetoato 1.0 L ha⁻¹ y un testigo; las variables evaluadas fueron poblaciones de adultos, huevecillos y ninfas de mosca blanca y la fitotoxicidad al cultivo de los productos aplicados. En los resultados encontrados para adultos de mosca blanca los mejores tratamientos aplicados en chile fueron neem, ajo y dimetoato, con 86.14, 86.37 y 87.99%, no existiendo diferencias estadísticas entre estos tratamientos, pero si con respecto al testigo; para huevecillos y ninfas el neem, ajo y dimetoato mostraron controles superiores a 90%. Los productos biorracionales no causaron fitotoxicidad en el cultivo de chile.

PALABRAS CLAVES: Chiles, manejo, mosca blanca.

ABSTRACT

Biorrational management of whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) in bell peppers

Eder Caro López

The cultivation of peppers is affected by pests and diseases that cause heavy damages to its production; They emphasize by their importance the white fly since besides causing a direct damage when feeding of the sap also it is transmitter of viral diseases with damages superiors 40%; for this reason, this work was carried out with the objective of determining the biological effectiveness of biorrational products against whitefly; a random block design and four replicates were used and the experimental units were made up of three separate beds at 1.80 m and the central bed of each experimental unit was evaluated; the treatments were diatomaceous earth at doses of 3.0 kg ha⁻¹, neem 1.0 L ha⁻¹, garlic 1.0 L ha⁻¹, dimethoate 1.0 L ha⁻¹ and one control; the variables evaluated were adult populations, eggs and whitefly nymphs and the phytotoxicity to the culture of the applied products. In the results found for adults of whitefly, the best treatments applied in Chile were neem, garlic and dimetoato, with 86.14, 86.37 and 87.99%, there being no statistical differences between these treatments, but with respect to the control; for eggs and nymphs neem, garlic and dimetoato showed controls greater than 90%. The biorrational products did not cause phytotoxicity in chile cultivation.

KEY WORDS: Peppers, managment, whitefly.

I. INTRODUCCIÓN

El chile, junto con la calabaza, el maíz y el frijol, fue la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica, que es su lugar de origen y donde se considera fue domesticado. De América, fue llevado a España y de ahí se dispersó a varios países de Europa, de Asia y posteriormente a África, convirtiéndose así en un cultivo de uso mundial. Actualmente en países como China, la India, Nigeria, Hungría y Yugoslavia, el chile, además de ser muy común en el sector alimentario, es un producto que alcanza volúmenes de producción muy superiores a los de los países productores de América, de donde es originario. La producción de hortalizas en México es considerada la actividad que mantienen la balanza comercial positiva dentro del sector rural, ya que el volumen dedicado a la exportación es 4.1 veces mayor que el importado desde 1961 a la fecha, esto debido principalmente a la ventajas que se tienen para producir estos cultivos, sobre todo el clima que impera en la República Mexicana (Ayala *et al.*, 2012). Las hortalizas en Sinaloa son una fuente importante de ingresos ya que la mayoría de su producción se destina con fines de exportación a los Estados Unidos de Norte América y Canadá; también son consideradas una fuente importante de empleos en el estado de Sinaloa, sino también de otros estados de la República Mexicana; las hortalizas más sembradas en México en el ciclo agrícola 2016-2017 fue el chile con 173,146 ha, tomate con 51,861 ha, sandía con 40,047 ha, calabacita tierna 28,416 ha, pepino con 18,891 ha y la berenjena con una superficie sembrada de 2,551 ha (SIAP, 2017).

El cultivo de chile al igual que otras hortalizas que se siembran en Sinaloa, no escapa al ataque de plagas y enfermedades las cuales si no se controlan de manera oportuna y dependiendo de la etapa de siembra que se realice en campo, dependerá del daño que estas ocasionen; dentro de las plagas más comunes que afectan este cultivo se puede mencionar la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius, *B. argentifolii* Belows y Perring) y (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood), pulgones (*Myzus persicae* Sultzer y *Aphis gosypii* Glover), barrenillo o picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano), trips (*Frankliniella occidentalis*

Pergande), entre otras; algunas de estas plagas mencionadas van estrechamente ligadas con la capacidad de transmitir enfermedades virales lo cual las vuelve aún más peligrosas, pero sin olvidar a una de las principales plagas como lo es el barrenillo o picudo del chile (Garza y Rivas, 2009; HIDROPONIA, 2017).

La mosca blanca está considerada como la principal plaga de hortalizas, ya que además de los daños directos que ocasiona es un importante vector de enfermedades virales del grupo de los Begomovirus y Geminivirus, por lo que se hace necesario su control, el uso de productos químicos como el imidacloprid aplicado al suelo es uno de los insecticidas más usados en el control de esta plaga, ya que provoca mortalidades altas de ninfas y adultos, por lo que reduce el daño de enfermedades causada por virus en los distintos cultivos de hortalizas. (Flores *et al.*, 2015). Jiménez *et al.* (2012), señalan que esta plaga afecta los cultivos hortícolas a nivel mundial en áreas tropicales y subtropicales, provoca importantes pérdidas económicas y disminuye los rendimientos, ya que afecta la calidad de los frutos de dichas hortalizas.

La mosca blanca durante los últimos años ha sido sometida a altas presiones de selección con insecticidas de diferentes grupos toxicológicos, lo que ha generado además de problemas de contaminación, que este insecto muestre resistencia a diferentes insecticidas, por lo que continuamente se aumenta la dosis para tratar de controlar; las dos especies más comunes que afectan a los chiles son (*Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifolii*) ya han demostrado alta y mediana resistencia a productos como el metamidofos, metomilo y cipermetrina (Cardona *et al.*, 2011). Macías *et al.* (2012), indican que el seguimiento de la resistencia de mosca blanca a insecticidas a través de muestreos y de líneas base en las distintas regiones agrícolas en donde el control de este insecto se basa en el uso de insecticidas químicos, es una herramienta útil para el manejo de esta plaga.

Durante los últimos años en Sinaloa, la mosca blanca se ha convertido en uno de los insectos más resistentes a los insecticidas debido a que se ha sometido a fuertes presiones de selección, lo que trae como consecuencia que se formen nuevos biotipos o razas que son cada vez más resistentes a los insecticidas,

incluso los llamados de última generación, como el acetamiprid, cipermetrina, imidacloprid, pymetrozine y thiametoxam, a los que esta plaga ya ha mostrado niveles de resistencia (Macías *et al.*, 2012). Por otra parte, en los Mochis Sinaloa se encontró que *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, muestran niveles bajos de resistencia a los insecticidas cipermetrina, imidacloprid y pymetrozine (Aguilar *et al.*, 2007).

1.2. Problema científico

La mosca blanca es una de las principales plagas que afectan hortalizas en Sinaloa y en Chile ocasiona pérdidas que fluctúan de 30 a 90%, debido al daño directo e indirecto que causa al alimentarse de este cultivo; en los últimos años la principal forma de control es el uso de los insecticidas químicos, lo que ha generado problemas de resistencia, contaminación al ambiente e intoxicaciones por estos productos; por esto, surge la necesidad de buscar alternativas biorracionales para el control de esta plaga en el cultivo de Chile.

1.2.1. Hipótesis

La tierra de diatomea, extractos de neem y ajo son estrategias biorracionales capaces de controlar los distintos estados biológicos de mosca blanca, no provocan fitotoxicidad al ser aplicados contra esta plaga en plantas de Chile bell pepper y son una herramienta dentro del manejo integrado de esta plaga.

1.2.2. Objetivo general

Determinar la efectividad de productos biorracionales como tierra de diatomea, extracto de neem y extracto de ajo, comparados con un insecticida químico contra los diferentes estadios de mosca blanca en el cultivo de Chile bell pepper.

1.2.3. Objetivos específicos

a) Evaluar la efectividad de extractos de neem y ajo, Tierra de Diatomea y un insecticida convencional sobre adultos de mosca blanca en chile bell pepper.

b) Determinar la efectividad de insecticidas biorracionales en comparación con un insecticida convencional sobre ninfas y huevecillos de mosca blanca en el cultivo de chile bell pepper.

c) Evaluar el efecto fitotóxico de productos biorracionales y químicos cuando son aplicados en chile para el control de los diferentes estadios de mosca blanca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del cultivo de chile

Esta especie es originaria de América tropical, al igual que los demás pimientos. Aunque la planta del pimiento y de los chiles que se cultiva en Europa es oriunda de América Central, existen variedades naturales de Asia, concretamente de India, por otra parte, existen hallazgos arqueológicos en México que testimonian cultivos de chiles que datan de hace nueve mil años y que 5,500 años antes de Cristo ya era cultivado por los Olmecas (Botta y Tort, 2015). Los mismos autores señalan que el chile debió formar parte de la alimentación humana desde épocas muy tempranas, se calcula que desde hace 9,500 años, pero también que no fue una planta ni domesticada ni cultivada hasta la fecha incierta de entre hace 7000 y 5.500 años, siempre como un alimento poco apreciado y no básico en la alimentación; al menos cinco veces los pueblos prehistóricos en distintos lugares de Sudamérica y Centroamérica, consiguieron crear especies distintas de chile y las denominaron con su nombre científico: *Capsicum annuum* L, *Capsicum baccatum* L, *Capsicum chinense* y *Capsicum frutescens* L.; los aztecas, según referencias españolas, utilizaban el chile como condimento del chocolate, para realzar el sabor de las comidas y también, al igual que el cacao, se tenía como moneda de cambio. Incluso se utilizaba como tributo. Los Incas empleaban el chile para preparar el pescado crudo en lo que posteriormente sería, tras las llegada de los críticos españoles, el ceviche, en la actualidad, un reciente estudio publicado en la revista Science revela que el chile puede ser el condimento más antiguo de las Américas.

2.2. Importancia del cultivo de chile

El chile (*Capsicum annum*) al igual que otras hortalizas como papa, tomate y berenjena, pertenece a la familia de las solanáceas y se cultivan en gran parte del territorio nacional, debido a su alta rentabilidad, consumo, nutrientes y gran demanda que genera, es considerado uno de los productos con mayor valor económico a nivel mundial; en México existen alrededor de 100 variedades de

chiles que se dividen en frescos y secos, de los cuales los más importantes son los chiles serranos, jalapeños, habaneros, el poblano y el pimiento morrón, entre otros (HIDROPONIA, 2017).

2.2.1. Importancia del chile a nivel mundial

El volumen de la producción mundial de chiles verdes presentó una tendencia hacia arriba en el periodo 1999-2009 al pasar de un total de producción de 19, 417,763 toneladas en 1999 a 28, 843,822 en 2009, por lo que la producción total registró un crecimiento de 46.69% en este periodo, esto debido a diversos factores como el aumento del consumo de esta hortaliza en la dieta de la población de los diversos continentes, así como por las propiedades que se le atribuyen en la actualidad a los pimientos, que han diversificado sus campos de aplicación y, con ello, aumentado los requerimientos del mismo en el mundo (Caro *et al.*, 2014).

Aunque México es el principal consumidor de chile en el mundo, ocupa el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a producción de chile verde –después de China, que ocupa el primer sitio-, y seguido por Turquía, Indonesia, España y Estados Unidos; los principales importadores de chiles frescos son Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, Canadá y Rusia; en tanto que los mayores importadores de chiles secos son Estados Unidos, Malasia y Tailandia (López, 2014).

La producción de chile en sus diferentes variedades en México alcanzó las 2.3 millones de toneladas, con un valor que rebasa los 22 mil 500 millones de pesos y junto con los pimientos se ubica en el quinto lugar dentro de los 20 principales productos que comercializa el país a nivel internacional; además, este producto participa con cerca del 20 por ciento de producción de hortalizas en el país y, a nivel mundial, México se ubica como el segundo productor de chile verde; donde sus principales destinos de exportación son Estados Unidos, Canadá y España, entre otros. (SAGARPA, 2017).

2.2.2. Importancia del chile verde en México

En la producción de chile, México se ha caracterizado como uno de los principales productores y consumidores de este picoso pero delicioso producto nacional y la tradición del consumo del chile se ha conservado desde tiempos prehispánicos; el chile es el octavo cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 13 mil millones de pesos anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y en preparaciones; paradójicamente, en México, no existen muchas zonas que reúnan los requisitos adecuados para producir chiles, al menos en condiciones naturales, Sinaloa, está constituida como una zona de producción de este cultivo y destaca por la diversidad de chiles que se producen como el jalapeño, serrano, poblano y morrón entre otros (Reo, 2015).

Según el SIAP (2017), el cultivo de chile es uno de los más importantes en México debido a la superficie sembrada, a la mano de obra utilizada para su producción y además porque constituye un producto cuya producción se destina con fines de exportación, principalmente a los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá; de tal forma que durante el ciclo agrícola 2016-2017, se sembraron en México 173,146 hectáreas; siendo los estados de Chihuahua con 41,144 ha, Zacatecas con 40,882, San Luis Potosí 23,057, Sinaloa 15,105 y Durango con 5,983 ha y son estos estados los que concentran el 72.8% de la superficie sembrada en la República Mexicana.

2.2.3. Tipos de chile comúnmente sembrados en México

México como centro de origen del cultivo de chile, se caracteriza por poseer una gran gama de tipos de esta hortaliza, los tipos de chile más comunes y los estados donde se siembran se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de chiles más sembrados en la República Mexicana (SIAP, 2010)

Tipo de chile	Estados
Jalapeño	Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
Serrano	Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.
Habanero	Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
Poblano	Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.
Morrón	Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Morelos, Sinaloa y Sonora.

2.2.4. Importancia de la producción de chile en Sinaloa.

Aún a pesar de que Sinaloa ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie sembrada; este estado es considerado uno de los principales productores de chile en México ya que durante el ciclo agrícola 2015-2016, se cosecharon 2, 782,340 t de las cuales los principales estados productores fueron Chihuahua con 816,234; Sinaloa 601,736; Zacatecas 245,763 y San Luis Potosí con 221,914 t (SIAP, 2017)

2.2.5. Valor nutricional

En México se conocen más de 40 variedades distintas y cada una posee diferentes concentraciones de nutrimentos, sin embargo, de manera general podemos decir que el chile además de ser un gran condimento es un vegetal (nutrimentalmente hablando) que aporta muy pocas calorías, pero muchas vitaminas; de hecho es el vegetal con mayor concentración de vitamina C que se conoce (Sandoval, 2014).

El chile aporta una gran cantidad de carbohidratos, vitaminas, fibra, proteínas y elementos esenciales para una mejor nutrición y mejora la salud humana ya que también se le considera que puede tener propiedades medicinales, en el cuadro 2, se mencionan las propiedades nutrimentales del cultivo de chile.

Cuadro 2. Propiedades nutricionales del chile (SIAP, 2010).

Nutrimento	Calidad
Agua	91%
Carbohidratos	5.1 g
Proteínas	1.3 g
Grasas	0.3 g
Fibra	1.4 g
Vitamina A	1000 UI
Vitamina B1	0.03 mg
Vitamina B2	0.05 mg
Vitamina B5	0.20 mg
Vitamina C	120 mg
Azufre	17 mg
Calcio	9 mg
Cloro	37 mg
Cobre	0.10 mg
Fósforo	23 mg
Hierro	0.5 mg
Magnesio	11 mg
Manganeso	0.26 mg
Potasio	234 mg
Sodio	58 mg
Yodo	0.001 mg

2.3. Importancia de la mosca blanca

La mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera:Aleyrodidae) es una especie ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo, se le ha encontrado afectando más de 600 especies diferentes de plantas cultivadas y silvestres, causa tanto daños directos como indirectos al alimentarse de la savia de las plantas y es una eficiente transmisora de enfermedades virales que afectan severamente los cultivos hortícolas (Perring, 2001; Cuellar y Morales, 2006).

2.3.1. Origen y distribución de mosca blanca

Existen especulaciones sobre el origen de la mosca blanca; Douglas *et al.* (1987), citado por Perring (2001), señalaron que Reamur en 1736, fue el primer entomólogo que describió una especie de mosca blanca llamada *Aleyrodes proletella*; sin embargo, la clasificación en el orden Lepidóptera. En 1889 en Grecia, la especie conocida hoy como *Bemisia tabaci* fue descrita por Gennadius como *Aleyrodes tabaci* en colectas realizadas en tabaco. Quaintance (1900), colectó ejemplares en camote y okra, y determinó que se trataba de *Bemisia incospicua*. Perring (2001), señala que la mosca blanca se encuentra distribuida en las áreas tropicales comprendidas entre los paralelos treinta, y que en el trópico ocupa el nicho ecológico que corresponde a los áfididos en las áreas templadas del mundo ya que se le encuentran principalmente en regiones tropicales y subtropicales a una altitud de 0 a 1500 metros sobre el nivel del mar, aunque también en climas semiáridos.

La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) es una especie ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo, donde se alimentan de más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres (Mound y Halsey 1978; Greathead 1986; Secker *et al.*1998). Los daños directos causados por este insecto se deben a su alimentación a expensas de los nutrientes de las plantas y a desordenes fisiológicos causados por el biotipo B, mientras que los indirectos se deben al crecimiento de hongos sobre la excreción de melaza por la mosca blanca y a la habilidad de transmitir virus (Perring, 2001).

Debido a la variación morfológica que sufre este insecto de acuerdo con el hospedero donde se ha encontrado, se le han dado 22 nombres, los cuales hoy se consideran sinónimos de las especies *Bemisia tabaci*. Algunos científicos sugieren que *B. tabaci* pueda ser originaria de África tropical, desde donde se dispersó a Europa y Asia, y fue posteriormente introducida al Neotrópico, principalmente por transporte de material de plantas; sin embargo, otros científicos sugieren que esta especie puede ser nativa de la India o Pakistán, donde se han encontrado la mayor diversidad de especies de sus enemigos naturales (Brown, 1992). *B. tabaci* se extiende en un amplio rango de sistema agrícola, desde subtropicales hasta tropicales, pero también ocurre en áreas de clima templados. Es una especie distribuida globalmente y se encuentra en todos los continentes con excepción de la Antártica (Oliveira *et al.*, 2001).

2.3.2. Posición taxonómica de la mosca blanca

La mosca blanca *Bemisia tabaci*, *B. argentifolii*, es una plaga que durante principios de la década de los noventa causó daños de importancia económica en nuestros estados de Sinaloa, lo que obligo a tomar medidas encaminadas para su control. Este insecto pertenece al Reyno animal, Phylum Arthropoda, Clase Insecta, Orden Hemiptera, Suborden Sternorrhyncha, Superfamilia Aleyroidea, Familia Aleyrodidae, Género *Bemisia* y las especies más importantes son *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii* (Borrer *et al.*, 1989).

2.3.3. Características generales de la mosca blanca

2.3.3.1. Huevecillo

Los huevecillos de mosca blanca son piriformes, con la parte superior más aguda que la basal, presentan en uno de sus extremos un pedicelo que utiliza el adulto para colocarlo en el follaje, en forma de uso, el pedicelo es una extensión del corión, que mide aproximadamente 300 micras, la función primordial es absorber la humedad esencial requerida, para el desarrollo normal del huevecillo. Los huevecillos son depositados generalmente en el envés de las hojas en posición vertical, el extremo basal (donde está el pedicelo) es redondeado mientras el

apical termina en una punta no muy aguda; son de superficie lisa, recién depositados son blancos o amarillentos, miden 0.2 mm de largo 0.1 mm de ancho; el promedio general de oviposición de esta plaga es alrededor de 160huevoesillos como promedio; sin embargo, varía desde 50 a 400 dependiendo de la temperatura (Ortega y González, 1989; Oliveira *et al.*, 2001 y Quezada, 2006).

2.3.3.2. Ninfas

A las ninfas del primer estadio también se le conoce como “larva” por tener: patas y antenas funcionales: las primeras le sirven para desplazarse rápidamente hacia el lugar donde inserta sus piezas bucales, para permanecer inmóvil el resto de su ciclo. Las ninfas toman entonces una forma semiovalada, de color blanco amarillento, semitransparente y con una mancha amarillenta en la parte media del abdomen, más ancho en la parte anterior, las ninfas del segundo y tercer estadio secretan cera, pues poseen glándulas cerígenas con una abertura de salida a la cera y están distribuidas en diversas partes de su cuerpo (Andreas, 1996; Oliveira *et al.*, 2001 y Quezada, 2006).

2.3.3.3. Pupa

Después del tercer estadio las ninfas pasan a un estado de inactividad y latencia el cual recibe el nombre de “pupa”, debido a que externamente se forma las alas durante la metamorfosis (Borror *et al.*, 1989). La “pupa”, al principio se alimenta hasta llegar a una fase en que la forma del adulto es evidente, con ojos de color rojo y cuerpo color amarillo claro, de cierta forma similar a una pupa de los insectos holometábolos, la duración de la fase de pupa es de seis a diez horas aproximadamente (Byrne y Bellows, 1991; Ortega y González, 1989).

2.3.3.4. Adulto

Para emerger, el adulto practica en el dorso una abertura a lo largo de la pupa y otra horizontal en la parte más ancha, formando una “T”. Los adultos de mosca blanca son de color amarillo pálido aunque dan la impresión de ser blancos por el “polvillo” ceroso que siguen secretando como las ninfas. La mosca blanca mide unos 1.5 mm de longitud, con alas ovaes que descansan sobre el abdomen de

forma aplanada o formando un ángulo por el cual puede reconocerse algunas especies. Durante el invierno, las bajas temperaturas y el aumento de la humedad relativa, provocan una baja incidencia de mosca blanca. Durante esta época, los adultos son poco activos y se localizan en el envés de las hojas. Con el crecimiento de las temperaturas diurnas aumenta su actividad y se les localiza en el haz y el envés de las hojas. Las hembras ovipositan de 100 a 300 huevecillos en un periodo de tres a seis semanas (Brown y Bird, 1992).

2.3.4. Hospederas de mosca blanca

La mosca blanca es una plaga polífaga que habita en las zonas tropicales y subtropicales, *B. tabaci* ha sido registrada alimentándose de más de 600 especies de plantas hospederas (Mound y Halsey 1978; Greathead 1986; Secker *et al.*, 1998). Estas especies se ubican en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y numerosas especies silvestres. Entre los hospederos atacados por este insecto se encuentran comúnmente plantas que pertenecen a las familias Cruciferae, Cucurbitácea, Solanácea, Leguminosae, entre otras (Brown, 1983). Aunque *B. tabaci* ha sido considerada como una especie polífaga, se han descubierto poblaciones monófagas (Brown *et al.*, 1992; Perring, 2001). Al respecto, se sugiere que existen un amplio rango de diferentes genéticas entre las poblaciones de *B. tabaci* que les permitan adaptarse a nuevos hospederos y climas en distintas regiones geográficas y que también podrían asociarse con la variación morfológica que sufre las especies en las diferentes especies de plantas (Oliveira *et al.*, 2001). Por lo tanto *Bemisia tabaci*, *B. argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum* (esta última conocida como la mosca de los invernaderos) tienen como hospedantes claves algodón, tabaco, papa, calabaza, calabacita, melón, pepino, ajonjolí, girasol, soya, frijol, okra y noche buenas entre otros (Torres *et al.*, 2001). En México, se ha reportado a *B. tabaci*, *B. argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum* en las regiones del Bajío en el estado de Guanajuato afectando a cultivos de tomate, chile, frijol, brócoli y coliflor; en Veracruz se le ha detectado afectando calabazas, calabacitas, melón, sandía, pepino, espinaca, acelga y frijol ejotero y en Baja California Sur, Sonora,

Michoacán, Chiapas, Durango y Coahuila, se les reporto afectando algodón y hortalizas; en Sinaloa las especies más abundantes son *B. tabaci* y *B. argentifolii* y se les reporta afectando cultivos como frijol, berenjena, tomate, chile y cucurbitáceas (Quezada, 2006; Fú, 1993 y Avilés 1997).

2.3.5. Daños ocasionados por mosca blanca

La mosca blanca es considerada una de las plagas más importantes que afecta los cultivos hortícolas, los daños que causa de manera directa es al alimentarse de la savia de las plantas hospedantes lo que causa un debilitamiento de las plantas debido a la extracción de nutrientes, problema fisiológico causado por el biotipo B como la madurez irregular en el tomate así como la malformación de frutos en chile y la hoja plateada en calabaza, también produce mediante excreciones mielecilla en las plantas atacadas lo que genera que se presenten daños por hongos que se alimentan de dicha miel como la fumagina y también unos de los daños indirectos que se consideran importantes es la transmisión de enfermedades virales, ya que se han reportado alrededor de siete grupos de virus distintos y dentro de estos se incluyen a los Begomovirus, Carlavirus, Impomovirus y Crinivirus (Robinson, 2011; Jones, 2003).

2.3.6. Importancia de los daños directos causados por mosca blanca

Con respecto a la importancia del daño directo causado por mosca blanca se calcula que durante las últimas tres décadas ha causado millones de dólares en pérdidas en diferentes cultivos en todo el mundo, no obstante, la estimación real de las pérdidas causadas por este insecto en los distintos cultivos que afecta ha sido difícil de obtener debido a la amplia gama de áreas afectadas, el número de cultivos y plantas ornamentales afectados y el costo de producción usado para cada cultivo (Morales y Anderson, 2001; Oliveira et al., 2001).

2.3.7. Daños indirectos causados por mosca blanca

Uno de los daños más comunes causados por mosca blanca es con la excreción de mielecilla, sobre la cual se desarrollan hongos de color negro conocidos comúnmente como “fumagina”, este hongo interfiere en la actividad fotosintética de las hojas y puede disminuir la calidad de la cosecha; otro de los problemas fuertes que causa esta plaga es la inyección de toxinas, las cuales inducen desordenes fisiológicos en las plantas como la madurez irregular en el tomate la malformación de frutos en chile y la hoja plateada en calabaza; otros de los problemas que ocasiona de manera indirecta la mosca blanca es la transmisión de enfermedades causadas por virus sobre todo los del grupo llamado de los Begomovirus donde se encuentra el Virus mosaico dorado del frijol (BCMV), Virus rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), entre otros (Butler *et al.*, 1986; Nava, 1996; Torres *et al.*, 1996; Nava y Cano, 2000 y Cuellar y Morales, 2006 y Ramírez, 2015).

2.3.8. Control de mosca blanca

Uno de los problemas más apremiantes que enfrentan los horticultores de México y del mundo es el control de mosca blanca, ya que esta plaga es considerada una de las más difíciles de controlar debido a su alta capacidad reproductiva y la alta resistencia que ha mostrado este insecto a los insecticidas convencionales; se menciona a nivel mundial algunos trabajos de efectividad de distintos tipos de control contra esta plaga pero sobre todo se hace énfasis en un manejo integrado de la misma para obtener buenos resultados.

2.3.8.1. Control de mosca blanca con microorganismos

El control microbiano de las plagas se basa en la utilización de microorganismos (principalmente hongos y bacterias) para el control de plagas que dañan a los cultivos agrícolas.

López *et al.* (2001), indicaron que los hongos entomopatógenos más comúnmente asociados a mosca blanca en Colombia son *Verticillium lecanii*, *Fusarium sp.* y *Paecylomices sp.* y por lo tanto estos microorganismos constituyen una

herramienta más que puede ser usada en el control de este insecto plaga dentro de los sistemas de manejo integrado de mosca blanca en Colombia.

García *et al.* (2014), señalaron que cuando la humedad relativa es elevada, larvas de mosca blanca son afectadas por hongos entomopatógenos como *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosorosus* o *Aschersonia aleyrodis*, todos estos hongos ya se comercializan en preparados y son indicados para utilizar en cultivos protegidos, al requerir de un grado higrométrico elevado para infectar las larvas, los hongos entomopatógenos que se han utilizado de manera extensiva para el control de mosca blanca a nivel mundial son *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Aschersonia aleyrodis*, entre otros.

En un trabajo realizado por Burgos *et al.* (2016), en Chile morrón se evaluaron cuatro cepas de hongos entomopatógenos a la concentración de 1×10^5 : *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Isaria furorosea* y *Lecanicillium lecanii*, tomado como variable el porcentaje de mortalidad obtenido y se encontró que la mejor cepa entomopatógena fue *Beauveria brongniartii* la cual ejerció mejor control sobre ninfas de mosca blanca observándose una mortalidad promedio de 60%.

2.3.8.2. Control de mosca blanca con insecticidas

Con respecto al uso de los insecticidas en el control de mosca blanca se señala que aunque esta plaga presente ciertos grados de resistencia a los insecticidas convencionales (organosfosforados, piretroides y carbamatos), los insecticidas de última generación han mostrado excelentes resultados.

Caro (2003), señala que la aplicación del endosulfán a dosis de 3.0 L ha^{-1} , en el cultivo de tomate y chile provocó 55% de control de adultos de mosca blanca y que al realizar un experimento de control biorracional y convencional para el control de mosca en el cultivo de chile morrón en el estado de Sinaloa, se encontró que ambos controles no manifestaron diferencias estadísticas entre ellos resultando ambos ser eficientes para el control de esta plaga.

Se realizó un estudio en la Provincia de Tisma, Nicaragua, de noviembre 2010 a enero 2011, para evaluar insecticidas botánicos y químicos con el complejo de

mosca blanca-Geminivirus; los productos evaluados fueron: Engeo, Imidacloprid, Crisantemo, Madero Negro, Chile + Ajo + Jabón. Las variables evaluadas fueron: número de mosca blanca por planta, incidencia y severidad del daño de virosis por planta, los resultados obtenidos después de la aplicación de los tratamientos fueron que el menor promedio de moscas blancas por planta lo presentó el tratamiento Imidacloprid seguido del extracto de Crisantemo. El menor porcentaje de incidencia y severidad de virosis lo presentó el tratamiento Imidacloprid en comparación con los demás tratamientos (Jiménez *et al.*, 2012).

Mejía *et al.* (2013), señala que el insecticida Cyantraniliprole TM (Cyazypyr^R) de reciente descubrimiento puede controlar a un espectro de plagas más amplio que Clorantraniliprole, ya que ha mostrado eficacia contra lepidópteros, chupadores y adicionalmente algunas especies plagas económicamente importantes de los órdenes Thysanoptera, Coleoptera y Diptera, Cryzypyr^R causa una rápida detención de la alimentación, con lo cual se reduce la detención de enfermedades causadas por bacterias y virus transmitidos por insectos y se protege contra defoliadores, en general este producto controla eficientemente *Bemisia spp.*, *Aleyrodes spp.*, *Dialeurodes spp.*, y eficacia moderada o supresión sobre *Trialeurodes vaporariorum*, los resultados a su vez reportan mayor eficacia en ninfas que sobre adultos.

Se realizaron ensayos de campo para probar la eficacia de los insecticidas buprofezin y piriproxifeno comparados con imidacloprid en el control de mosca blanca y el daño provocado en frutos de tomate con síntomas de madurez irregular, los resultados indicaron que los tres insecticidas fueron igual de eficaces en el control de mosca blanca y, en consecuencia, en la disminución de la madurez irregular del tomate (Schuster, 2002).

Smith *et al.* (2001), indica que el imidacloprid 350 ejerce un excelente control sobre adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate causando una fuerte baja en las poblaciones cuando el tomate en estado de plántula se sumerge en agua y producto y en las aplicaciones realizadas al cuello de las plantas.

2.3.8.3. Control de mosca blanca con extractos de plantas, jabones y aceites

Se entiende por control biológico de mosca blanca a todas aquellas herramientas para controlar esta plaga sin la utilización de productos químicos. Dentro de las herramientas que se puedan usar destacan el uso de extractos vegetales, aceites, jabones, predadores y parásitos que afecten a esta plaga.

Con respecto al uso de extractos vegetales para el control de esta plaga Cocón (2003), señala que las aplicaciones de ajo y neem pueden integrarse dentro del Manejo Integrado de Plagas para el manejo de mosca blanca ya que los resultados indican que se puede obtener hasta el 80% y 95% de efectividad biológica respectivamente con esta plaga.

González *et al.* (2006), al efectuar un trabajo con aplicación de extractos vegetales (Biogarlic, Extranatural y neem) y aceites minerales (Saf- T- Side y Un-Film) contra huevecillos, ninfas y adultos de *Bemisia ssp.* en berenjena, los resultados mostraron que los tratamientos a base de extractos de plantas y de aceites minerales mostraron un excelente control sobre los diversos estados biológicos de la planta y aunque no fueron estadísticamente diferentes entre ellos, si mostraron diferencia estadísticas con el testigo el cual mostro la mayor cantidad de estados biológicos de dicha plaga.

En un trabajo realizado por Avendaño *et al.* (2007), en el cultivo de berenjena encontraron que los extractos de ajo mostraron eficacia del 81.7 y 61.7% de control de adultos y ninfas de mosca blanca después de cinco aplicaciones.

García (2009), al efectuar aplicaciones de extractos de ajo a dosis de 1.5 L ha⁻¹ y 2.0 L ha⁻¹ contra mosca blanca en cultivo de pepino encontró porcentajes de efectividad de 86 y 81%, respectivamente; la dosis de 1 L ha⁻¹, alcanzó un porcentaje de eficiencia de 78%.

Rosas *et al.* (2007), Evaluaron cuatro jabones (Tepeyac 3%, Escudo 3%, Camay 3% y Zote 3%), comparado con el Vel Rosita y el químico endosulofán 3.78 gramos de ingrediente activo (g.i.a.) L, y determinaron un efecto ovicida sobre huevos de mosca blanca, también señalan que el mejor producto fue el jabón

Tepeyac 6.84% de efectividad y con un grado de fitotoxicidad de 1.8% comparado con el endosulfán quien presento 1.6% de efecto ovicida. También Avilés et al. (2004), demostraron que con aplicaciones de Vel Rosita a razón de 2.0 L ha⁻¹ se encontró hasta el 68% de efectividad en control de mosca blanca en tomate.

Se efectuó un trabajo con el fin de probar productos botánicos para el control de mosca blanca en melón, se evaluó la efectividad de dos productos orgánicos (neem comercial y neem artesanal) aplicados semanalmente en relación a un testigo químico (rescate) y se evaluó la mortalidad a los dos días después de cada aplicación, los resultados encontrados fueron que los dos tratamientos botánicos presentaron numéricamente los mayores valores de efectividad contra *Bemisia tabaci* en comparación con el químico, existiendo estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento neem comercial resulto ser el más efectivo y no afecto la fenología de la planta (Zúñiga et al., 2013).

Se determinó la actividad insecticida de los extractos etanólicos de nim (*Azadirachta indica* L.), vinca rosea (*Catharanthus roseus* L.), ruda (*Ruta graveolens* L.), trinitaria (*Bougainvillea glabra* Choisy), cariaquito (*Lantana cámara* L.) y yuquilla (*Ruellia tuberosa* L.) sobre los adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Geen.) a concentraciones de 250, 500, 750 y 1000 ppm para cada extracto y se encontró que los extractos de ruda y neem causaron una mortalidad de 99.1% y 95.6% a las 72 h, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes a los tratamientos de vinca, trinitaria y yuquilla, extracto de cariaquito presento mortalidad intermedia con 78.1% (Romero et al., 2015).

Krzyzaniak et al. (2016), evaluaron el efecto de aplicaciones de diferentes formulaciones de neem (*Azadiractha indica* A. Juus), en la colonización y desarrollo de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y se observó que la colonización y oviposición de este insecto se redujo donde se aplicó el tratamiento vegetal en comparación con el testigo, también el tratamiento a base de neem causo un efecto repelente en mosquita blanca pero se disipo al segundo día después de la aplicación, el mejor efecto del insecticida a base de neem se observó en la emergencia del adulto y la mortalidad en ninfas.

El uso de extractos vegetales para el control de plagas de importancia agrícola es cada vez más aceptado debido a la necesidad de emplear compuestos eficaces que no provoquen efectos a la salud humana, por esto, se realizó un trabajo con el fin de determinar la mejor de la mezcla formulada de los extractos vegetales de *Daphne gnidium*, *Ruta chalepensis*, y *Piper auritum* para el control de mosquita blanca. Se prepararon tres dosis de la mezcla de los extractos a diferentes concentraciones las cuales fueron 4 ml L⁻¹, 6 ml L⁻¹ y 8 ml L⁻¹ un producto comercial (Imidacloprid) con una dosis de 250 ml ha⁻¹ y un testigos absoluto y se encontró que los extractos mostraron un buen control para la mosquita blanca, llegando a tener un porcentaje de 91% de eficiencia a una dosis de 8 ml L⁻¹ y el producto comercial (Imidacloprid) con un 89.36% de eficiencia. Lo cual demuestra que los extractos vegetales pueden ser una alternativa para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en campo para el cultivo de manzana (Hernández, 2016).

Se evaluaron extractos de la fracción aérea y radicular de *Ulex europaeus* L., obtenidos mediante extracción acuosa y metanólica aplicados en plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de laboratorio, los tratamientos fueron seis dosis (0, 20, 40, 80, 160 y 320 mg kg⁻¹) de raíz acuoso (Ra), raíz metanólico (Rm), parte aérea acuoso (Ha) y parte aérea metanólico (Hm), y como testigos cafeína (C) y agua destilada (A) y se evaluó la producción de materia verde (MV) y en materia seca (MS) de plántulas de *C. annuum* y los resultados arrojan que el extracto Ra obtuvo el valor más alto en producción de MS (g), mientras que en contenido de MV (g) ambos extractos presentaron mayor rendimiento que el testigo. Por otro lado, las dosis más altas del extracto Ra obtuvieron los mejores resultados en MV y en MS. Todas las dosis presentaron mejores resultados que el testigo; en tanto Rm concentró los valores más altos de producción en dosis bajas; en cuanto a los extractos de parte aérea se observó que ambos tuvieron efectos sobre la producción de MV y MS, siendo significativamente mayor al testigo. En cuanto a las dosis, 80 y 160 mg kg⁻¹ obtuvieron los mejores resultados en MV. En dosis altas del extracto Hm se observó un incremento de la MV respecto al testigo, no así de la MS. Finalmente, es posible afirmar que es factible utilizar extractos de

U. europaeus para incrementar la producción de MV y MS en *C. annuum* (Tighe *et al.*, 2016).

Navarrete *et al.*, (2017), estudiaron el efecto de derivados del árbol de nim sobre las poblaciones de la mosca blanca *Bemisia tabaci* y sus controladores biológicos, además del efecto disuasivo de estas sustancias en la oviposición de *B. tabaci* en el cultivo de melón, los tratamientos usados fueron extracto acuoso de semillas de nim en dosis de 25; 50; 75 y 100 g L⁻¹ y aceite formulado de nim (INBIO-75 R) en dosis de 2,50; 5,00; 7,50 y 10,00 mL L⁻¹, un testigo químico (imidacloprid 1 mL L⁻¹) y un testigo con aplicaciones de agua y se determinó que de los extractos acuosos, la dosis de 100 g L⁻¹ fue el tratamiento más eficaz, sólo superado por el testigo químico en el control de ninfas y adultos de *B. tabaci* y que los compuestos de nim no afectaron las poblaciones de depredadores; el químico, fue el tratamiento que obtuvo el mejor rendimiento, mientras los tratamientos con nim tuvieron rendimientos superiores al testigo con agua y que ocurre un efecto disuasivo de los derivados del nim sobre la oviposición de esta plaga.

Félix (2017), señala que en una evaluación efectuada con la utilización de sustancias biorracionales contra los diferentes estados biológicos de mosca blanca en el cultivo de calabaza, se encontró que los extractos de neem y la tierra de diatomea pueden minimizar el daño por esta plaga en dicho cultivo.

2.3.8.4. Control de plagas de insectos con Tierra de Diatomea

La tierra de diatomea (TD) proviene de la acumulación de restos fósiles de algas unicelulares de agua dulce y agua salada. La TD actúa sobre los artrópodos en general y los de la clase insecta en particular, induciendo una deshidratación descontrolada de los mismos. Las diatomeas son algas unicelulares que se encuentran abundantemente en todos los ecosistemas y son probablemente el grupo más extenso de plantas en la tierra. Existen más de 25,000 especies con morfología distintivas entre ellas. Cuando las algas diatomeas mueren en cuerpos de agua (mares, lagunas o lagos) estos cuerpos descienden al fondo, donde su protoplasma se desintegra formándose en paredes celulares de silicio, produciéndose grandes depósitos, los cuales después de varios periodos

geológicos forman lo que se conocen como tierra de diatomea. Muchos depósitos de ellos se originaron hace 20 millones de años en lagos y océanos durante la etapa del eoceno y mioceno. Los depósitos pueden variar de grosor de pocos centímetros hasta cientos de metros, donde pueden encontrarse finalmente laminado o masivamente (Korunic, 1998). La tierra de diatomea está constituida por dióxido de silicio (SiO₂) de restos fosilizados de diatomeas de agua dulce y salada (Cook y Armitage, 2000). El SiO₂ constituye cerca del 70 al 90 % del total de los compuestos presentes en las tierras de diatomeas, el resto son pequeñas cantidades de minerales, tales como, cristales de silicio, calcio, fósforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, óxido de hierro, magnesio, sodio, cal. Dependiendo del contenido de minerales es su color, el cual adquiere una tonalidad que va de blanco-gris a amarillo-rojo (Korunic, 1998).

La inmensa mayoría de los trabajos de TD se circunscriben en el control de insectos en granos almacenados, al respecto, Silva *et al.* (2006), señala que este mineral es efectivo en el control de insectos de cuerpo blando (mosca blanca, trips, minador y plagas de granos de almacenados) ya que se adhieren a la cutícula de estos y les causa un efecto abrasivo lo que trae como consecuencia una pérdida de agua y por lo consiguiente la muerte.

Sousa *et al.* (2013), Evaluaron diferentes dosis y distintas temperaturas en gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) y los resultados encontrados mostraron que la mortalidad de esta plaga aumentó con la dosis y temperatura más alta durante el periodo de exposición de 6 y 15 días, mismos resultado observados en la emergencia de la progenie; por lo que se asume que el aumento de la temperatura y el periodo de exposición aumenta la efectividad de este mineral en el control de *Sitophilus zeamais*.

Frederick *et al.* (2016), señalan que se evaluó la eficacia de una formulación comercial de TD (Diafil 610^R) para el control del gorgojo en las harinas (*Tribolium castaneum*) a tres diferentes dosis (0.2, 0.5 y 5.0 g m²) y a cinco distintas temperaturas (28, 36, 42, 44 y 46°C) y se determinó que la eficacia de la TD se incrementó con el aumento de la temperatura y el tiempo de exposición; la dosis

de 5.0 g m² y la temperatura más alta (46°C) aumentaron la mortalidad de *T. castaneum* por lo que concluyeron que el uso de la TD combinados con temperaturas por debajo de 50°C puede ser utilizado como un enfoque integrado para el control de insectos en plagas de granos almacenados.

En el trabajo realizado para determinar la efectividad de la TD contra el gorgojo Mexicano del frijol se encontró que la dosis ideales para el control de esta plaga de almacén varia de 0.5 a 1.0 g kg⁻¹ de semilla ya que mostraron mortalidades del 95 al 100%, también se encontró que este mineral no afecta la germinación del grano de frijol por lo que se convierte en una alternativa importante para incorporar a los sistemas de manejo integrados de plagas de almacén (Cruz et al., 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, el cual se ubica por la carretera Culiacán-El Dorado Km. 17.5; el área de estudio está localizado geográficamente en la región central del estado de Sinaloa entre los paralelos 24°05' y 25° 30' de latitud norte y los meridianos 106° 20' y 108° 20' de longitud Oeste; el régimen de lluvias es en verano con un porcentaje de lluvia invernal de 5.58 (W) y una oscilación térmica extrema de 10.8 °C; el 48% del estado presenta clima cálido subhúmedo localizado en una franja noreste-sureste que abarca desde Choix hasta los límites con Nayarit, el 40% es clima seco y semiseco presentes en una franja que va desde El Fuerte hasta Mazatlán, el 10% es muy seco y se localiza en la zona de Los Mochis, el restante 2% es clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la Sierra Madre Occidental, la temperatura media anual del estado es alrededor de 25°C, las temperaturas mínimas promedio son alrededor de 10.5°C en el mes de enero y las máximas promedio pueden ser mayores a 36°C durante los meses de mayo a julio, las lluvias se presentan en el verano durante los meses de julio a septiembre, la precipitación media del estado es de 790 mm anuales (INEGI, 2017).

3.2. Preparación del terreno

La primera actividad fue la aplicación del glifosato para la eliminar la maleza presente que se desarrollaron durante el periodo de lluvias, después se procedió a realizar un rastreo. Posteriormente, se realizó un rastreo doble y se efectuó la preparación de las camas con una distancia de 1.8 m, se realizó la fertilización (1.0 t ha⁻¹ de sulfato de amonio NH₄SO₄) y se aplicó el primer riego de auxilio (figura 1).



Figura 1. Establecimiento, limpieza y fertilización del terreno.

3.3. Material biológico

Se produjeron plantas de chile bajo condiciones de invernadero, utilizándose charolas de poliuretano de 200 cavidades, se llenaron de Peet Moss y se llevaron al invernadero, una vez germinadas se procedió a regar diariamente y después de 35 días de crecimiento fueron llevadas al campo para su trasplante, el material de chile usado para este experimento fue bell pepper de la variedad canno (figuras 2 y 3)



Figura 2. Crecimiento y traslado de las charolas de invernadero a campo.



Figura 3. Trasplante de chile bajo condiciones de campo.

3.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, donde se incluyeron cinco tratamientos, cuatro repeticiones para un total de 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental consto de tres surcos con una longitud de 8 m. Con una separación de 1.8 m. Considerando el surco central como la parcela útil. El trasplante se realizó, una vez que las plantas alcanzaron aproximadamente 20 cm de altura, la distancia entre plantas fue de 20 cm.

3.5. Tratamientos usados

Con el fin de determinar el efecto de productos biorracionales en los distintos estadios biológicos de mosca blanca en el cultivo de chile, se usó Tierra de Diatomea a dosis de 3.0 kg ha⁻¹, Extracto de Neem a dosis de 1.0 L ha⁻¹, Extracto de Ajo a dosis de 1.0 L ha⁻¹, Dimetoato a dosis de 1.0 L ha⁻¹, y un testigo; los tratamientos y los bloques fueron previamente aleatorizados para que quedara homogénea su distribución (cuadro 3).

Cuadro 3. Aleatorización de los tratamientos y bloques para la evaluación de productos biorracionales contra mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). Ciclo 2013-2014.

Bloques		Tratamientos			
III	3	5	2	1	4
IV	4	2	1	3	5
II	5	2	4	1	3
I	1	3	5	2	4

En Donde:

Tratamiento 1= Tierra de Diatomea 3.0 kg ha⁻¹, Tratamiento 2= Extracto de Neem a dosis de 1.0 L ha⁻¹, Tratamiento 3= Extracto de ajo 1.0 L ha⁻¹, Tratamiento 4= Dimetoato 1.0 L ha⁻¹ y Tratamiento 5= Testigo sin aplicación.

3.6. Variables de respuesta

3.6.1. Adultos de mosca blanca

Para determinar la presencia de mosca blanca en Chile antes y después de la aplicación de insecticidas biorracionales, se evaluó el número de adultos posados en una hoja del tercio apical de diez plantas de Chile seleccionadas al azar del surco central en cada parcela experimental, se efectuaron dos muestreos semanales (martes y jueves) de 7 a 9 de la mañana, ya que más tarde la capacidad de vuelo de este insecto no permite realizar los conteos, una vez obtenidos los datos se sometieron a un análisis de varianza mediante el paquete estadístico SAS (2009), y al encontrar diferencias entre los tratamientos de las evaluaciones se efectuó la prueba de comparaciones de media mediante Tukey alfa 0.05%.

3.6.2. Evaluaciones de huevecillos y ninfas

Para la evaluación de huevecillos y ninfas se cortaron diez hojas de la parte media de diez plantas tomadas al azar del surco central de cada parcela experimental, se confinaron en bolsas de papel etiquetadas con sus respectivos datos de campo y posteriormente, con la ayuda del microscopio estereoscópico se cuantificó y registró el total de individuos por hoja, se utilizó como área muestreada un cuadro de aproximadamente 1.0 cm² el cual se barrió de manera esquinada donde nace la nervadura central y se realizaron las cuantificaciones correspondientes.

3.6.3. Fitotoxicidad al cultivo

Se determinó mediante observaciones visuales de cinco plantas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 3, 5 y 7 días después de la primera aplicación de los tratamientos en campo y se midieron con la Escala de la European Weed Research Sciences (EWRS), la cual se usa a nivel mundial para determinar la fitotoxicidad de las sustancias a un cultivo (cuadro 4), los resultados fueron comparados con un testigo sin aplicación para determinar si existía efectos de toxicidad en el cultivo debido a la aplicación de los insecticidas biorracionales.

Cuadro 4. Escala de European Weeds Research Society (EWRS) para medir la fitotoxicidad de las sustancias químicas y biológicas.

Valor	% de Fitotoxicidad	Efecto en el cultivo
1	0.0-1.0	Sin efecto
2	1.0-3.5	Síntomas muy ligeros
3	3.5-7.0	Síntomas ligeros
4	7.0-20	Daño medio
5	20-30	Daño muy elevados
6	30-50	Daño elevado
7	50-99	Daños severos
8	99-100	Muerte completa

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluaciones de adultos de mosca blanca

En el Cuadro 5 se puede observar que en total se efectuaron seis evaluaciones de adultos de mosca blanca, con el primer muestreo no se encontraron diferencias estadísticas entre los promedios de adultos, pero a partir del segundo muestreo en los registros obtenidos a partir de los tres días después de la segunda aplicación de los tratamientos biorracionales se encontraron diferencias estadísticas, de tal manera que las parcelas que fueron tratadas con tierra de diatomea (TD) y el testigo sin aplicación fueron los que mostraron la más alta incidencia de adultos de mosca blanca con una sumatoria acumulada de 36.58 y un promedio final de 6.09 para las parcelas de chile tratadas con TD y 35.12 y 5.85 adultos de mosca blanca para el testigo. Los tratamientos a base de extracto de ajo aplicados en plantas mostraron una sumatoria total de 18.98 y un promedio de 3.16; el extracto de neem con 19.51 y 3.25 y el insecticida dimetoato con 20.26 y 3.37 adultos de mosca blanca resultaron ser los mejores productos biorracionales contra este estadio biológico de mosca blanca.

Cuadro 5. Promedio de adultos de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.

TRATAMIENTO	6DD1A	3DD2A	6DD2A	3DD3A	6DD3A	6DD4A
Tierra de Diatomea 3.0 kg ha ⁻¹	3.41 a	4.38 a	3.87 a	7.48 a	9.23 a	8.21 a
Extracto de neem 1.0 L ha ⁻¹	2.58 a	1.88 b	2.05 b	4.16 b	4.90 b	3.94 b
Extracto de ajo 1.0 L ha ⁻¹	2.30 a	2.18 b	1.85 b	4.05 b	4.67 b	3.93 b
Dimetotao 1.0 L ha ⁻¹	2.60 a	2.47 b	2.22 b	4.42 b	4.83 b	3.72 b
Testigo sin aplicación	2.72 a	2.42 b	2.78 ab	7.06 a	9.74 a	10.4 a

Medias con diferente letra en la columna son estadísticamente diferentes, según Tukey 0.05.

** 6DD1A = Seis días después de la primera aplicación

** 3DD2A= Tres días después de la segunda aplicación

** 6DD2A= Seis días después de la segunda aplicación

** 3DD3A= Tres días después de la tercera aplicación

** 6DD3A= Seis días después de la tercera aplicación

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Zúñiga *et al.* (2013), en donde señalan que los extractos de neem reducen las poblaciones de adultos de mosca

blanca cuando son aplicados para el control de esta plaga; también coinciden con lo expuesto por Romero *et al.* (2015), Hernández, 2016 y Navarrete *et al.* (2017), y Félix (2017), los cuales indican que los extractos vegetales de neem y otras plantas son eficientes en el control de adultos de mosca blanca bajo condiciones de campo; sin embargo, a diferencia de lo obtenido por Félix (2017), la TD no ejerció control sobre los adultos de esta plaga.

Estos resultados también coinciden con los encontrados por Carrillo *et al.*, (2008) y Delgado (2011), los cuales señalan que el extracto de neem es un potente insecticida para el control de los diferentes estadios de mosca blanca ya que además de actuar por repelencia provoca un efecto disuasivo de la oviposición de la plaga.

4.2. Evaluaciones de ninfas de mosca blanca

El cuadro 6, muestra las evaluaciones registradas de ninfas de mosca blanca después de aplicar los tratamientos biorracionales en las plantas, se muestra que en las dos primeras evaluaciones no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados al cultivo; sin embargo, se aprecia que a los seis días después de la segunda aplicación el tratamiento a base de extracto de ajo sólo mostró 2.87 ninfas en los 10 folíolos de chile observados y en cambio el tratamiento químico fue en el que se encontró la mayor población de ninfas con 5.82. En la tercera evaluación registrada a los seis días después de la tercera aplicación los extractos de ajo y neem mostraron una media de 2.08 y 2.49, mostrando diferencias significativas con el testigo el cual mostró una media de 5.22 ninfas de mosca blanca. En la cuarta evaluación a los seis días después de la cuarta aplicación los extractos de ajo y neem obtuvieron una media de 1.74 y 1.78 observándose una diferencia significativa con el testigo el cual obtuvo una media de 5.88. Al efectuar la sumatoria de los tratamientos biorracionales aplicados en plantas de chile se encontró que el extracto de ajo con 10.01 y el neem con 12.36 fueron los productos con menor población de ninfas; en cambio el testigo observó la mayor cantidad con 20.5.

Cuadro 6. Promedio de ninfas de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.

TRATAMIENTO	6DD1A	6DD2A	6DD3A	6DD4A
Tierra de Diatomea 3.0 kg ha ⁻¹	4.23 a	4.57 a	3.45 ab	4.50 a
Extracto de neem 1.0 L ha ⁻¹	3.96 a	4.13 a	2.49 b	1.78 b
Extracto de ajo 1.0 L ha ⁻¹	3.32 a	2.87 a	2.08 b	1.74 b
Dimetotao 1.0 L ha ⁻¹	3.75 a	5.82 a	4.15 ab	3.85 ab
Testigo sin aplicación	4.82 a	4.58 a	5.22 a	5.88 a

Medias con diferente letra en la columna son estadísticamente diferentes, según Tukey 0.05.

** 6DD1A= Seis días después de la primera aplicación

** 6DD2A= Seis días después de la segunda aplicación

** 6DD3A= Seis días después de la tercera aplicación

** 6DD4A= Seis días después de la cuarta aplicación

4.3. Evaluaciones de huevecillos de mosca blanca

En el cuadro 7, se muestra que al efectuar las evaluaciones correspondientes a número de huevecillos encontrados en los 10 folíolos de chile después de la aplicación de los tratamientos, se observa que desde el primer muestreo realizado a los seis días después de la primera aplicación se encontraron diferencias estadísticas entre estos, de tal forma, que las medias observada en esta primera la aplicación del extracto de ajo y de neem fue 2.66 y 3.12, siendo los mejores tratamientos que aunque no mostraron diferencias en las plantas de chile donde se aplicó el Dimetoato y la TD, si fueron estadísticamente diferentes al testigo el cual mostró una media de 11.77; al obtener las medias de las cuatro evaluaciones registradas los mejores tratamientos contra presencia de huevecillos en las plantas de chile fueron los extractos de neem y ajo (3.1 y 3.2), el testigo con 11.2 como promedio total de huevecillos encontrados en los folíolos de chile fue el tratamiento mas dañado. Por otra parte, al registrar la sumatoria acumulada entre los distintos tratamientos aplicados en el cultivo de chile contra la presencia de huevecillos de mosca blanca, se encontró que el extracto de neem y el de ajo con 12.60 y 12.97 huevecillos de mosca blanca resultaron ser los mejores. El testigo

sin aplicación con 45.2 fue el que mostró un mayor número de huevecillos en los foliolos de chile.

Cuadro 7. Promedio de huevecillos de mosca blanca posados en el cultivo de chile. Culiacán, Sinaloa. Ciclo 2013-2014.

TRATAMIENTO	6DD1A	6DD2A	6DD3A	6DD4A
Tierra de Diatomea 3.0 kg ha ⁻¹	3.24 b	8.25 ab	4.53 b	6.75 b
Extracto de neem 1.0 L ha ⁻¹	3.12 b	3.65 b	2.71 b	3.12 c
Extracto de ajo 1.0 L ha ⁻¹	2.66 b	3.43 b	3.66 b	3.22 c
Dimetotao 1.0 L ha ⁻¹	4.33 b	7.37 ab	4.39 b	4.01 c
Testigo sin aplicación	11.77 a	11.71 a	10.19 a	11.53 a

Medias con diferente letra en la columna son estadísticamente diferentes, según Tukey 0.05.

** 6DD1A= Seis días después de la primera aplicación

** 6DD2A= Seis días después de la segunda aplicación

** 6DD3A= Seis días después de la tercera aplicación

** 6DD4A= Seis días después de la cuarta aplicación

Estos resultados coinciden con lo expuesto con diversos investigadores como Molina (2001) y Polack (2005), en donde señalan que los extractos de neem tiene efectos insecticidas sobre huevecillos, ninfas y pupas de mosca blanca y que los extractos de neem y ajo son una de las principales herramientas para el control de mosca blanca ya que poseen propiedades insecticidas, antialimentarias y como reguladores de crecimiento sobre estas plagas. También coinciden con lo expuesto por García *et al.* (2014), que menciona que los extractos de plantas como *Ricinus communis* y *Annona Squamosa* muestran un alto potencial inscticida para ser considerados como una alternativa contra mosca blanca. Vinasco *et al.* (2015), indican que los extractos etanólicos y acetónicos de *Jatropha urens* y *Lantana cámara* mostraron mortalidades superiores a 33% para huevecillos de mosca blanca y que para ninfas y adultos las mortalidades fueron mayores al 94% y 80%, respectivamente.

4.4. Fitotoxicidad al cultivo

En las evaluaciones registradas a los 3, 5 y 7 días después de la aplicación de los productos no se observaron síntomas de fitotoxicidad en las plantas de chile muestreadas ni en el testigo ni donde se aplicaron los tratamientos.

V. CONCLUSIONES

1. Los insecticidas biorracionales a base de extractos de neem y ajo y el dimetoato fueron los que mostraron mejor control para adultos de mosca blanca.
2. Para ninfas y huevecillos de mosca blanca los extractos de ajo y neem fueron los que obtuvieron un mejor control.
3. Los extractos de neem y ajo, el dimetoato y la tierra de diatomea no provocaron efectos fitotóxicos al cultivo de chile.

VI. LITERATURA CITADA

Akbar, W., Lord, J., Nechols, J., Howard, W. 2004. Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. *J. Econ. Entomol.* 97 (2), 273-280.

Arnaud, L., Lang, H.T.T., Brostaux, Y., Haubruge, E. 2005. Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. *J. of Stored Prod. Res.* 41 (2), 121-130.

Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Meletsis, C.M. 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored product beetle species on wheat and maize. *J. of Stored Prod. Res.* 43 (4), 330-334.

Arthur, F.H. 2000. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Effects of temperature and relative humidity. *J. of Econ. Entomol.* 93 (2), 526-532.

Dal Bello, G., Padin, S., Juárez, P., Pedrini, N., De Giusto, M. 2006. Biocontrol of *Acanthoscelides obtectus* and *Sitophilus oryzae* with diatomaceous earth and *Beauveria bassiana* on stored grains. *Biocontrol Science and Technology.* 16 (1), 215-220.

Cook, D.A y Armitage, D.M. 2000. Efficacy of a diatomaceous earth against mite and insect populations in small beans of wheat conditions of low temperature and high humidity. *Pest Management Science.* 56:591-596.

SIAP, 2017. Cierre de la producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx (consulta julio de 2015).

- Aguilar, M.S., Rodríguez, M.J.C., Santillán, O.C., Lagunes, T.A., Díaz, G.O. y Martínez, C.J.L. 2007. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo B colectadas en Baja California y Sinaloa, México. *Interciencia*: 32: 266-269.
- Andreas, S.C. 1996. Muestreo de moscas blancas. Metodología para el estudio manejo de moscas blancas y geminivirus. Centro Agronómico de investigación y enseñanza. Unidad de fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. Serie materiales de enseñanza. No. 37 p.
- Avendaño, M.F., Gastélum, L.R., López, M.M., Media, L.R. y R. Ortega, P. 2007. Combate de mosca blanca *Bemisia argentiifoli* en Berenjena mediante insecticidas botánicos y jabones potásicos en el valle de Culiacán, Sinaloa. *Entomología Mexicana*, 6 (2): 995-999.
- Avilés, G.M. 1997. Distribución vertical de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Homóptera: Aleyrodidae) en tomate. Tesis de Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Culiacán, Rosales, Sinaloa. 140 p.
- Borror, J.D., DeLong, M. and Triplehorn, A, Ch. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth Edition, Saunders College, Publishing, United States of America.
- Botta, A. y V. Tort. 2015. El Chile en el mundo. Seminario de Investigación. Instituto Superior Número 4044. SOL. Santa Fe, España. 109 p.
- Brown, K.J. y J. Bird 1992. Whitefly-transmitted geminivirus and associates disorders in the Americas and the Caribbean basin. *Plant Disease*. 1983. *Bemisia Tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Development oviposition and longevity in relation to temperature. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 76: 310-313.

- Burgos, D.C. A., Lara, F.V. M. y W.A. Recinos, H. 2016. Hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homóptera: Aleyrodidae) en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones protegidas. Tesis de Doctorado en Ingenierías, Universidad de El Salvador. 51 p.
- Bustamante, R. M. 2000. Visión actualizada del status del complejo mosca blanca geminivirus en Iberoamérica y el Caribe. IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca y Geminivirus. Ciudad de Panamá, Panamá. 15-17 pp.
- Byrne, D. N. and T.S. Bellows, J. 1991 Whitefly biology. *Annals Review of Entomology*, 36 (1): 431-457.
- Cardona, C., Rendón, F., García, J., López, A., Bueno, J. y J. Ramírez. 2011. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 33-38.
- Caro, E.M., Leyva, M.C. y J. Ríos, S. 2014. Competitividad mundial de la producción de chile verde de México. *Revista de Economía*, 31 (83): 95-128.
- Caro, M. P. H. 2003. Manejo de las plagas del chile morrón mediante controles convencionales y biorracionales en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México. 58 p.
- Cocón, C, G. 2003. Extractos de ajo para reducir las poblaciones de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Geen. en calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México. 39 p.

- Cruz, O. J. E., García, Q. J. R., Sainz, R. R y F. Ruiz. Q. 2014. Capítulo de libro. Tópicos Selectos de Agronomía. Enfermedades virales de impacto hortícola. 329-350 pp.
- Cruz, O.J.E., Velásquez, A.T. de J., Partida, R.L., Guerra, L.J.E. y T. Díaz, V. 2016. Control del gorgojo Mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Bohemann) en Culiacán, Sinaloa, México. Open Access Library Journal. 215-220.
- Cuellar, M.E. y Morales, F. J. 2006. The whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) as pest and vector of plant viruses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología. 32 (1): 1-9.
- Félix, C.S.A. 2017. Estrategias biorracionales para controlar mosca blanca, virosis y su impacto en la producción de calabaza *Grey Zucchini*. Tesis de Doctorado en ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Sinaloa. 69 p.
- Flores, A.L., Geraud, P.F., Chirinos, D. y L. Meléndez, R. 2015 Efectividad de algunos insecticidas para el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate, *Solanum lycopersicum* L. Revista Interciencia, 40 (2): 121-125.
- Fu, C, A. A. 1993. Situación actual y estrategias para el manejo integrado de la Mosca blanca. Ciclo Seminarios Técnicos Campo Experimental “Costa de Hermosillo”. Publicación especial No. 12. INIFAP, 110 p.
- Frederick, J.F. and B. Subramanyam. 2016. Influence of temperature and application rate on efficacy of a diatomaceous earth formulation against *Tribolium castaneum* adults. Journal Research of Stored Products, 69: 86-90.

- García, L. I. 2009. Eficiencia biológica del extraajo-N para el control de mosquita blanca *Bemisia argentifolli* Bellows y Perring en pepino en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias Opción Protección Vegetal. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. 46 p.
- García, V. V., Soto, A.G. y T. Bacca. 2014. Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera-Aleyrodidae). Revista Colombiana de Entomología, vol. 40, 2: 143-147.
- González, A.A., A., Del Pozo, E.M., Galván, P.B., González C. y J.C. González, C. 2006 Extractos vegetales y aceites minerales como alternativas de control de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en Berenjena (*Solanum melongena* L.) En el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Revista UDO agrícola 6 (1): 84-91.
- HIDROPONIA. 2017. Plagas que atacan al cultivo de chile. En: [http:// hidroponia.mx/plagas-que-atacan-al-cultivo-de-chile/](http://hidroponia.mx/plagas-que-atacan-al-cultivo-de-chile/) Accesada el 31 de mayo de 2017.
- Hernández, R. E. 2016. Evaluación de extractos de *Daphne gnidium*+*Ruta chalepensis*+*Piper auritum*; para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en manzano en Huachichil, Arteaga, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Parasitología. 46 p.
- INEGI. 2017. El Clima en Sinaloa. En: [http:// www.cuentame . inegi . org . mx / monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx?tema=me](http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx?tema=me). Accesada el 31 de mayo de 2017.
- Jiménez, N.E., Lanuza, R. E.H. y E.J. Rizo, G. 2012. Evaluación de productos botánicos y químicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) y Geminivirus en el cultivo de tomate (*Solanum esculentum* Mill.) en Tisma, Masaya. Revista Científica la Calera, 12 (19): 96-106.

- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products. Research* 34(2/3): 87-97.
- Krzyzaniak, D., Simmons, A.M. and B. M. Shepard. 2016 Effects of a Foliar Neem Formulalation on Colonization and Mortality of Whiteflies (Hemiptera:Aleyrodidae) on Collard Plants. *Agricultural Sciences*, 7, 771-782.
- López, A.A., Cardona, M.C., García, G.J., Rendón, F. Y P. Hernández. 2001. Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*: 27(3-4): 137-141.
- López, R.S. 2014. Importación de chile verde de China, completa la oferta en México. En: <http://www.24-horas.mx/importacion-de-chile-verde-de-china-completa-la-oferta-en-mexico/> Accesada el 02 de junio de 2017.
- Macías, F.A., Santillán, O.C., Robles, B.A., Ortiz, C.M. y O.J. Cambero, C. 2012. Casos selectos de resistencia a insecticidas a insecticidas en moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en el mundo. *Revista Biociencias*. 2(2): 4-16.
- Mejía, O. J., Álvarez, J.M. y F.M. Andrade, S. 2013. Cyazypryr^R, la primera diamida antranílica para el control de insectos chupadores y la optimización de cosechas. *Memorias del IV Congreso de Entomología*. Pp.176-189.
- Mound, L.A. and Haslley, S.H. 1978. *Whitefly of the World: a Systematic Catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) whith Host Plant and Natural Enemy Data*. Wiley, New York, 340 pp.

- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Revista de Manejo Integrado de Plagas*. 59 (1): 76-77.
- Nava C., U. 1996. Bionomics of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring on cotton, cantaloupe, and pepper. Ph. D. Dissertation. Texas A&M Univ. 212 p.
- Nava, C.U. y P. Cano, R. 2000. Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melón en la Comarca Lagunera, México. *Agrociencia*: 34: 227-234.
- Navarrete, B., Valarezo, O., Cañarte, E. y R. Solórzano. 2017. efecto del nim (*Azadirachta indica* JUSS.) sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. La Granja:Revista de Ciencias de la Vida, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. 25(1):33-44.
- Oliveira, M. R. V.; T. J. Henneberry and P. Anderson, P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *B. tabaci*. *Crop Protection* 20: 709-723.
- Ortega, A.L.D. y González, H.H. 1989. Mosquitas blancas (Homóptera: Aleyrodidea) vectores de virus en hortalizas. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. pp 48-49.
- Perring, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725-737.
- Polack, A. 2005. Manejo Integrado de Moscas Blancas. *Boletín Hortícola*, 31(1): 1-7.
- Quezada, M.J.L. 2006. Hospederos vegetales y proceso de mosca blanca *Bemisia tabaci* Geen. (Hemiptera: Aleyrodidae) a lotes comerciales de chile serrano en Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 58 p.

- Ramírez, S.F. 2015. Incidencia de virosis en el híbrido Expedition de melón (*Cucumis melo* L.) bajo tres tratamientos de control de vectores. Tesis de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 48 p.
- Reo, A. I. 2015. El chile: segunda hortaliza más importante en Sinaloa. En: <http://www.hortalizas.com/poscosecha-y-mercados/tratados-exportacion/el-chile-segunda-hortaliza-mas-importante-en-sinaloa/>. Accesada el 02 de junio de 2017.
- Romero, R., Morales, P., Pino, O., Cermeli, M. y E. González. 2015. Actividad de insecticidas de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. Revista de Protección Vegetal, 30 (1): 23-28.
- Rosas, A. J. L., Ramón, S. O., Sánchez, A. I., Rosas, Y.A. y L. Sampedro, R. 2007. Uso de soluciones jabonosas para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West) (Homoptera: Aleyrodidae) sobre almácigos de frijol. Entomología Mexicana. 6 (2): 105-110.
- SAGARPA. 2017. Producción nacional de chile alcanza 2.3 millones de toneladas. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGENE052017.aspx>. Accesada el 02 de junio de 2017.
- Sandoval, S.F. 2014. El chile y sus propiedades nutricionales. En: <http://www.eligenutricion.com/el-chile-y-sus-propiedades-nutricionales/>. Accesada
- Sousa, A.H., Faraoni, L.R.A., Andrade, S.G., Freitas, S.R. and Pimentel, A.G.M. 2013. Bioactivity of diatomaceous earth to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculinidae) in different application conditions. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17(9): 982-986.

- SIAP. 2010. Un panorama del cultivo de chile. En: <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>. Accesada el 02 de junio de 2017.
- SIAP. 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola. En: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Accesada el 02 de junio de 2017.
- Schuster, D.J. 2002. Action threshold for applying insect growth regulators to tomato for management of irregular ripening caused by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 95(2): 372-376.
- Smith, H.A., McSorley, R. and J. Sierra, I. 2001. Effect of Intercropping Common Bean whit Poor Host and Nonhosts on Number of Inmature Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in the Salamá Valley, Guatemala. *Enviromental Entomology*, Vol 30 (1): 89-100.
- Tighe, N.R., Díaz, H.R., Leonelli, C.G., Iglesias, G.C., Martínez, G.M., Morales, U. D. y P. Mejías, L. 2016. Effect of extracts of *Ulex europaeus* L. on the biomass production in chili pepper (*Capsicum annum* L.) seedlings, under laboratory conditions. *Revista Idesia*, 34 (5): 19-25.
- Torres, R.C., Martínez, C. J.L. y J. C. Ramírez, S. 2000. Visión actualizada del status del complejo mosca blanca-geminivirus en Iberoamérica y el Caribe. IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus. Ciudad de Panama, Panama. 1-5 pp.
- Vinasco, N.A., Salazar, E.P., Soto, G.A., Mejía, L.F. y C. Dussan, L. 2015. Efecto de *Jatropha urens* (Euphorbiaceae) y *Lantana camara* (Verbenaceae) sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Rev. Cienc. Agr.* 32 (1): 55-64.

Zúñiga, B.E., Núñez, D.L y L.K. Marroquín. 2013. Comparación de dos productos botánicos vs. un sintético para control de mosca blanca en cultivo de melón. Revista Portal de la Ciencia, 4: 45-51.