

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de dos insecticidas orgánicos en el control de mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), en la Comarca Lagunera.

ELABORADO POR:

TANAITA NICTE-HA ARGAEZ HERNÁNDEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de dos insecticidas orgánicos en el control de mosca blanca
(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) en chile habanero (*Capsicum
chinense* Jacq), en la Comarca Lagunera.

POR:

TANAITA NICTE-HA ARGAEZ HERNÁNDEZ

TESIS:

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

VOCAL:



Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ

VOCAL:




ING. BERTHA ALICIA CISNEROS

VOCAL SUPLENTE:



ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2017.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Evaluación de dos insecticidas orgánicos en el control de mosca blanca
(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) en chile habanero (*Capsicum
chinense* Jacq), en la Comarca Lagunera.**

POR:

TANAITA NICTE-HA ARGAEZ HERNÁNDEZ

TESIS:

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

ASESOR:



Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ

ASESOR:



ING. BERTHA ALICIA CISNEROS

ASESOR:

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2017.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme salud y permitirme concluir esta etapa de mi vida por nunca dejarme sola en todo el camino recorrido y darme fuerzas para superar los momentos difíciles.

A mi Alma Terra Mater por cobijarme todo este tiempo durante mi formación profesional.

A mi comité de asesores: M.C. Claudio Ibarra Rubio, Ing. José Alonso Escobedo, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores y Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna, por el apoyo brindado en la realización de mi trabajo de tesis.

A mis profesores quienes me compartieron sus enseñanzas, sus consejos aquellos que más que profesores fueron mis amigos que me motivaron cuando creía que ya no podría concluir con esto muchas gracias por todo su apoyo.

DEDICATORIA

A DIOS.

Por haberme permitido llegar hasta este momento de mi formación profesional y por nunca dejarme sola a pesar de las difíciles adversidades durante este largo recorrido también por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A MIS PADRES.

Sra. Reyna Hernández Olivares y Sr. Juan Francisco Argaez Chan.

Por darme la vida y haberme apoyado en todo momento, son las personas más importantes en mi vida que me hace llenar de orgullo, los amo y espero poder recompensar todo lo que han hecho por mí, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser la persona que ahora soy pero más que nada, por su amor y apoyo incondicional.

A MIS HERMANOS.

Teódulo Francisco Argaez Hernández quien en vida me brindó su apoyo eres una motivación importante para mi aunque ya no está físicamente conmigo este logro tan importante te lo dedico a ti querido hermano mi sueño fue el tuyo y lo hemos concluido.

A mi querida hermana mayor Reyna Imelda Argaez Hernández por apoyarme en la elaboración de este trabajo, por tus consejos de amiga y a la vez por esa protección que siempre me has dado eres mi ejemplo a seguir.

A mis hermanos pequeños Juan Carlos Argaez Hernández, Juan Francisco Argaez Gonzales y Maritza Argaez Gonzales, por ser parte importante de mi vida espero poder compartir cada uno de sus triunfos.

José Damián García Delgado

Por ser esa persona que ha estado junto a mí todo este tiempo, con quien he compartido momentos especiales y muy difíciles gracias por todo el apoyo y cariño incondicional que me brindas tú también fuiste clave importante en mi vida para poder concluir esto.

Finalmente a mis profesores que marcaron esta etapa de mi formación profesional por su orientación, consejos y apoyo en todo momento muchísimas gracias.

RESUMEN

La producción de chile habanero ha sido limitada por la incidencia de plagas y enfermedades. El manejo de estos generalmente se ha realizado por medio de agentes insecticidas de toxicidad no selectiva, cuyo uso indiscriminado ha tenido consecuencias graves de contaminación ambiental y también la aparición de organismos resistentes. La mosca blanca representa la plaga de mayor importancia económica para la región del noreste del país, afectando hortalizas destinadas para el consumo humano y el mercado internacional. En la mayoría de los cultivos el control más utilizado para esta plaga es mediante la aplicación de agroquímicos incrementando los costos de producción, tal situación ha conducido a implementar otras estrategias de control. Por este motivo en el presente trabajo se evaluaron dos productos con características bioinsecticidas en un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, los resultados obtenidos fueron: el T2 que corresponde a un bioinsecticida comercial que tiene como i.a. *Beauveria bassiana* y el T3 producto orgánico artesanal cuyo i.a. es extracto de ajo (*Allium sativum* Linneo) y clavo (*Syzygium aromaticum*) tuvieron un control similar sobre mosca blanca a diferencia del T1 testigo. Con respecto al rendimiento y calidad del fruto no hubo efecto entre los tratamientos.

PALABRA CLAVE.

**Mosca blanca, bioinsecticida, producto orgánico, *Beauveria bassiana*,
Allium sativum, *Syzygium aromaticum*.**

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia del cultivo de chile habanero.....	4
2.2 Generalidades del chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	5
2.2.1. Origen.....	6
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	7
2.3 Características botánicas del chile habanero.....	7
2.3.1. Semilla.....	7
2.3.2. Raíz.....	7
2.3.3. Tallo.....	8
2.3.4. Hojas.....	8
2.3.5. Flor.....	8
2.3.6. Fruto.....	8
2.4. Variedades resistentes de chile habanero.....	9
2.5. Requerimientos edáficos.....	9
2.6. Requerimientos climáticos.....	10
2.7. Fertilización.....	10
2.8. Cosecha.....	11
2.9. Plagas y enfermedades.....	12
2.9.1. Plagas.....	12
2.9.1.1 Mosquita blanca (<i>Bemisia argentifolii</i> Bellows & Perring).....	12
2.9.1.2. Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i> Cano).....	14

2.9.1.3. Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> , Sulzer y <i>Myzus persicae</i> , Glover)	15
2.9.1.4. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.)	16
2.9.1.5. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande y <i>Trips palmi</i> Karny) .	17
2.9.1.6. Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp)	17
2.9.2. Enfermedades.....	18
2.9.2.1. Fumagina.....	18
2.9.2.2. Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas vesicatoria</i>).....	18
2.9.2.3. Marchitez (<i>Phytophthora capsici</i> Leo)	19
2.9.2.4. Marchitez o pudrición (<i>Rhizoctonia solani</i> Kúhn).....	20
2.9.2.5. Marchitez vascular (<i>Fusarium oxysporum</i> y <i>F. lycopersici</i>)	20
2.10. Bioinsecticidas	20
2.10.1. Bioinsecticidas a base de vegetales	21
2.10.1.1. Plantas repelentes	21
2.10.1.2. Ajo (<i>Allium sativum</i> Linneo).....	22
2.10.1.3 Higuierilla (<i>Ricinus communis</i> Linneo)	23
2.10.1.4. Ruda (<i>Ruta graveolens</i> Linneo).....	23
2.10.1.5. Extracto de Neem 55% + Extracto de Canela 15% CE.....	24
2.10.2. Bioinsecticidas a base de microorganismos.....	25
2.10.2.1. Hongos entomopatógenos más utilizados para el control de Insectos-Plaga.	26
2.10.2.1.1. <i>Beauveria bassiana</i>	26
2.10.2.1.2. <i>Metarhizium anisopliae</i>	26
2.10.2.1.3. <i>Nomuraea rileyi</i>	26
2.10.2.1.4. <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	26
2.10.2.1.5. <i>Verticillium lecanii</i>	27
2.10.2.2. Bacterias entomopatógenas más utilizadas	27
2.10.2.2.1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	27
2.10.2.2.2. <i>Bacillus sphaericus</i>	27
2.10.2.2.3. <i>Bacillus subtilis</i>	28
2.10.2.2.4. <i>Bacillus popilliae</i>	28
2.10.2.3. Familias de virus entomopatógenos más utilizados.....	28

2.10.2.3.1. Familia Baculoviridae	28
2.10.2.3.2. Familia Reoviridae.....	29
2.10.2.3.3. Familia Poxviridae	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Localización geográfica	30
3.1.1. Localización del sitio experimental	30
3.2. Diseño experimental.....	30
3.3. Labores culturales	31
3.3.1. Siembra	31
3.3.2. Preparación del terreno	31
3.3.3. Trazo del diseño experimental	32
3.3.4. Instalación del sistema de riego por goteo	32
3.3.5. Trasplante	32
3.3.6. Manejo del cultivo.....	32
3.3.6.1. Aplicación de riego.....	32
3.3.6.2. Fertilización	33
3.3.6.3. Control de maleza	33
3.3.6.4. Aporque	33
3.3.6.5 Monitoreo.....	33
3.4. Variables evaluadas	33
3.4.1. Incidencia de la mosca blanca	33
3.4.2. Rendimiento	34
3.4.3. Calidad del fruto	34
3.5. Control de plagas.....	34
3.6. Análisis estadístico	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Incidencia de plagas en el cultivo de chile habanero	36
4.2. Rendimiento y calidad del fruto del chile habanero	39
V. CONCLUSIONES	41
VI. BIBLIOGRAFIA	42

ÍNDICE DE CUADROS

	Página	
Cuadro 1	Requerimiento diario de (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) para el cultivo de chile habanero.	11
Cuadro 2	Tratamientos y dosificaciones aplicados en base al desarrollo fenológico del cultivo.	35
Cuadro 3	Presencia de mosca blanca, pulgón y pulga saltona en el cultivo de chile habanero durante el ciclo primavera-verano.	36
Cuadro 4	Rendimiento y calidad del chile habanero durante el ciclo del cultivo.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Croquis de la distribución de tratamientos del trabajo experimental.	31
Figura 2 Incidencia de mosca blanca durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.	37
Figura 3 Incidencia de pulgón durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.	38
Figura 4 Incidencia de pulga saltona durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.	39

I. INTRODUCCIÓN

México sobresale en la generación de variedades de chile en el mundo, alrededor del 90% de chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano. Otros países productores son China, Indonesia, Turquía, España, Estados Unidos y Nigeria. Es la conjugación de factores como humedad relativa, temperatura, radiación solar por mencionar algunas de las cuales dependerá un rendimiento óptimo del cultivo. Las principales variedades de chile que se cultivan en el país son el jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero. El 80% de la producción de chile habanero se comercializa como fruto fresco y el 20% restante se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados. Se exporta principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania (SAGARPA, 2012).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), es un cultivo de gran importancia económica para los productores del estado de Yucatán. La mayor superficie de cultivo se encuentra en la parte norte del estado y contribuye en más del 90% del volumen en producción estatal, que en su mayor parte se comercializa y se consume en fresco y solo una pequeña parte se utiliza en la industria como materia prima para la elaboración de salsa picante (INIFAP, 2001).

En México, los estados que producen el chile habanero son Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Sonora, Veracruz, Chiapas y Baja California Sur. La mayor superficie cultivada se encuentra en el estado de Yucatán con un 73% (708.43 ha) del total de la superficie sembrada (SIAP-SAGARPA, 2007).

Estados del norte del país como Sonora, Sinaloa, Zacatecas y Coahuila se dedican a producir el cultivo de chile pero a menor escala a causa de que este cultivo no se siembra en condiciones de campo a cielo abierto y en forma comercial, debido a las altas temperaturas que existen en estos lugares ya que las plantas presentan un desarrollo raquítrico y su productividad disminuye. (Lugo-Jiménez *et al.*, 2010). No obstante el cultivo de chile habanero es redituable ya que su precio en el mercado nacional supera el de cualquier otro

picante (Carballo-Bautista *et al.*, 2010). Por ejemplo, en la Región Lagunera el kilogramo de fruto fresco llega alcanzar un precio de \$100 a \$130, por alta demanda a nivel nacional e internacional por sus múltiples usos (Coop *et al.*, 2011).

En la Comarca Lagunera, el cultivo de chile es la tercera hortaliza de importancia en cuanto a superficie sembrada, después del melón y la sandía. En el 2006 se establecieron 1,385 ha. Como todos los cultivos, el chile es susceptible de presentar daño por enfermedades bióticas y no bióticas en cualquier etapa de desarrollo. Las enfermedades bióticas son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Las enfermedades no bióticas o no infecciosas son causadas por factores extremos como temperatura, luz, humedad del suelo y por desbalance nutricional. Aunque no todas las enfermedades se presentan en las diferentes regiones en donde se cultiva chile, estas reducen la producción y calidad del fruto, por lo que su diagnóstico es el primer paso para un manejo adecuado de las mismas, ya que de ello dependen las estrategias a seguir (SAGARPA, 2006).

Entre las principales plagas que atacan al cultivo de chile habanero, se encuentran la araña roja (*Tetranychus urticae*, Koch), araña blanca (*Poliphagotarsonemus latus*, Banks), mosquita blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), pulgones (*Aphis gossypii*, Sulzer y *Myzus persicae*, Glover), paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.), pulga saltona (*Chaetocnema pulicaria* Melsheimer), trips (*Frankliniella occidentalis*, Pergande, *Trips palmi* Karny), minador (*Liriomyza* spp.) y gusanos de diferente especie, las cuales provocan un bajo rendimiento y pérdida de la calidad del fruto (INIFAP, 2014). El control más utilizado para estas plagas es el control químico, el cual ha incrementado los costos de producción y la contaminación ambiental, tal situación ha conducido a la necesidad de generar otro tipo de control. Por este motivo se aborda la importancia de implementar nuevas estrategias de control de plagas a través del uso de insecticidas de origen naturales y microorganismos entomopatógenos, resaltando el empleo de hongos como grupo mayoritario y más comúnmente empleado para este fin (Badii *et al.*, 2006).

1.1. Objetivos

- Evaluar la efectividad de dos insecticidas orgánicos, uno comercial y otro elaborado de forma artesanal para el control de mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) en chile habanero en la Comarca Lagunera.
- Evaluar la relación rendimiento y calidad de chile habanero con la aplicación de dos productos orgánicos para el control de mosca blanca.
- Demostrar la eficacia de un producto orgánico artesanal en el control de la mosca blanca.

1.2. Hipótesis

La efectividad de insecticidas orgánicos artesanales es similar a los insecticidas comerciales para el control de mosca blanca (*B. argentifolii* Bellows & Perring) en el cultivo de chile habanero (*C. chinense* Jacq).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo de chile habanero

Alrededor del 90% de chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano. Las principales variedades de chile que se cultivan en el país son el jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero. El 80% de la producción de chile habanero se comercializa como fruto fresco y el 20% restante se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados. Se exporta principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania (SAGARPA, 2012).

Durante el 2007 se obtuvo un monto de 90 millones de pesos por la exportación de este producto, tan sólo en la península de Yucatán. Los precios de chile habanero en el mercado nacional son muy diversos, dependiendo del estado en el cual se comercialicen: actualmente en Durango y Nayarit los precios de venta rebasan los 115 pesos. El precio en los mercados de Estados Unidos es variable: durante abril de 2010, se vendió hasta en 14 dólares (182 pesos) por kg de fruta fresca (FPS, 2011).

Estos datos hacen del cultivo de chile habanero una opción rentable de producción y tornan importante establecer nuevas tecnologías para aumentar la productividad, la exportación y, como consecuencia, la generación de divisas por su venta (FPS, 2011).

El chile habanero aporta un alto valor en la producción agrícola de las regiones involucradas, generando por cosecha alrededor de 150 días (jornales) por hectárea; por su nivel de picor tiene efecto medicinal como: aumento en el número de calorías quemadas durante la digestión, reduce los niveles de colesterol, es un anticoagulante y se le asocia con cualidades antioxidantes. Tradicionalmente se le usa como infusión para el asma, la tos, el resfriado; como analgésico en artritis, como antiinflamatorio; incluso tiene propiedades para combatir el cáncer de próstata (Gutiérrez, 2012).

2.2 Generalidades del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

En México, el cultivo de chile (*Capsicum* spp), junto con la calabaza, maíz y frijol, constituye un sistema de producción que ha sido la base de la alimentación en Mesoamérica (CONAPROCH, 2007).

La producción mundial ha tenido un crecimiento en los últimos 10 años, con un 43 por ciento de incremento en la superficie, y un 96% de incremento en producción. Este aumento se debe principalmente a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para sus usos industriales. Según datos más recientes (FAOSTAT, 2007), la producción es de 28'405,270 toneladas entre fresco y seco. La producción en fresco constituye cerca del 92% del total. Se estima que el 25% de la población mundial consume diariamente algún tipo de chile (CONAPROCH, 2007).

En cuanto a los países del mundo que cultivan chile, China es el que presenta una mayor participación su superficie sembrada actual es de 770,500 hectáreas que representan un 49.9 por ciento de la producción mundial de chile fresco, con una producción de 14'526,000 toneladas, más de la mitad de la producción mundial de chile al año (CONAPROCH, 2007).

México ocupa el segundo lugar en volumen de producción mundial con 2'115,000 toneladas y quinto en superficie cosechada con 169,300 hectáreas participando con el 47% del área y 69% de la producción mundial con un rendimiento promedio bajo de 21.5 ton/ha debido principalmente a la mediana o baja tecnología de producción que se aplica en algunas regiones del país (Rincón *et al.*, 2004, CONAPROCH, 2007 y FAOSTAT, 2009); le siguen, Turquía (5.9%), India (4.2%), Indonesia (3.6%), España (3.5%), E.E.U.U (3.0%), Nigeria (2.5%) y el resto del mundo 23.1% del volumen mundial de producción, (CONAPROCH, 2007).

2.2.1. Origen

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un cultivo tradicional en el sureste de México, siendo el Estado de Yucatán el principal productor. En 2011 fueron sembradas 644.55 ha con este cultivo en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, este último tuvo 351 ha, fue uno de los primeros cultivos domesticados en Mesoamérica y se ha convertido en un ingrediente indispensable en la comida o platillos mexicanos (SIAP, 2011).

El chile habanero proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica su distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (ubicada actualmente en los territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe. Se caracteriza por poseer una composición química muy diversa puesto que el color intenso es dado por la presencia de diversos tipos de carotenoides y algunos precursores de vitamina A, los cuales juegan un papel muy importante en la salud humana puesto que muchos de estos cumplen una función como antioxidantes y reduce los efectos de los radicales libres previniendo algunos desórdenes de tipo vascular y algunos tipos de cáncer (González *et al.*, 2006).

El género *Capsicum* comprende cinco especies importantes económicamente, de las cuales en México se producen cuatro: *Capsicum annum*, que comprenden las variedades NuMex, Chile Jalapeño, y Bell entre otras, *Capsicum frutescens* variedad Tabasco, *Capsicum chinense* variedades Habanero y Scotch Bonnet y *Capsicum pubescens* variedades Rocoto Manzano. La Pungencia (picante) del chile habanero es causada por un conjunto de compuestos conocido como capsaicinoides, del cual la capsaicina y dihidrocapsaicina son las que se encuentran en mayor proporción (Soria *et al.*, 2002).

2.2.2. Clasificación taxonómica

El chile habanero pertenece al género *Capsicum* cuyo significado se deriva del griego: Kapso (picar) y Kapsakes (cápsula) (Nuez *et al.*, 2003). La clasificación taxonómica para el cultivo de chile habanero es la siguiente (INIFAP, 2001 a):

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotyledonea

Superorden: Sympetala

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. chinense*

2.3 Características botánicas del chile habanero

El chile habanero es una planta de ciclo anual, pudiendo alcanzar hasta 12 meses de vida, dependiendo del manejo agronómico. Su altura es variable, pero en los cultivares comerciales puede oscilar entre 75 y 120 cm (INIFAP, 2001 b).

2.3.1. Semilla

Las semillas son lisas, ovaladas y pequeñas (2.5 a 3.5 mm); tienen testa de color café claro a café oscuro y su periodo de germinación varía entre ocho y quince días. El sabor picante se debe a la presencia de capsaicina, sustancia muy irritante en estado puro y cuya mayor concentración se encuentra en la placenta de las semillas (INIFAP, 2001 b)

2.3.2. Raíz

Tiene raíz pivotante, que profundiza de 0.20 a 0.60 metros dependiendo del suelo, con un sistema radicular bien desarrollado, cuyo

tamaño depende de la edad de la planta, características del suelo y prácticas de manejo; puede alcanzar longitudes mayores a los 2.0 m (INIFAP, 2001 b).

2.3.3. Tallo

Es grueso, erecto, glabro, robusto y generalmente tiene la tendencia en la primera ramificación, la que ocurre en la décima y duodécima hoja, para después continuar bifurcándose (dividirse en dos ramales), con un crecimiento semi-indeterminado; después de la primera trifurcación muy raramente las tres ramas alcanzan el mismo desarrollo (INIFAP, 2001 b).

2.3.4. Hojas

Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, de tamaño variable lo mismo que su color, el cual puede presentar diferentes tonos de verde dependiendo de la variedad. Pueden ser glabras o pubescentes, el grado de pubescencia también depende de la variedad. Con una nutrición adecuada se pueden alcanzar hojas con un tamaño superior a los 15 cm de longitud y ancho (INIFAP, 2001 b).

2.3.5. Flor

Las flores son de color blanco, su tamaño varía entre 1.5 y 2.5 cm de diámetro del corola. Estos órganos se forman en cada ramificación y se pueden presentar racimos de hasta seis flores, dando lugar a un promedio de tres frutos (Inifap, 2001 b). Las flores son hermafroditas y frecuentemente tri o tetralocular (lóculos) y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras lo cual facilita la autopolinización (Ramírez, 2005).

2.3.6. Fruto

Los frutos se clasifican como una baya poco carnosa, con forma de un trompo redondo, que varía de 2 a 6 cm de largo por 2 a 4 de ancho, son huecos y tienen entre tres y cuatro lóculos. Se presenta entre 120 y 140 días después del trasplante cuya forma es de tipo acampanulado. Suelen ser de tamaño y forma variables. El color a la maduración puede ser amarillo, rojo,

naranja o café y su sabor siempre es picante, aunque el grado de pungencia depende de la variedad (INIFAP, 2001 b).

2.4. Variedades resistentes de chile habanero

Variedad “Jaguar” chile habanero, planta y fruto tolerante a mancha bacteriana, pudriciones de la raíz, enfermedades virales y minador de la hoja, así como un incremento de su rendimiento superior al 36 por ciento, resistente a ambientes extremos y mayor vida en anaquel. Esta variedad alcanza más de 15 toneladas por hectárea en zonas productoras con buen temporal, bajo el sistema de riego por goteo y fertirrigación supera las 30 toneladas por hectárea a campo abierto y más de 36 toneladas bajo condiciones de agricultura protegida (SAGARPA, 2013).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desarrolló la variedad “Jaguar” de chile habanero, tolerante a factores bióticos (plagas). El producto fue sometido a ensayos y tuvo resultados positivos de rendimiento y calidad en zonas productoras de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (COFUPRO, 2013).

Esta nueva variedad presenta plantas que crecen a una altura de 80 a 90 centímetros en campo abierto y hasta 1.80 metros en sistemas de agricultura protegida, como los macrotúneles y los invernaderos; inicia su floración entre los 70 y 85 días después de la siembra y su cosecha de 115 a 120 días; y su período de cosecha dura de tres a siete meses a campo abierto y más de dos años en condiciones de agricultura protegida (COFUPRO, 2013).

2.5. Requerimientos edáficos

Los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero, son aquéllos que tienen buen drenaje y buena retención de humedad. Con un pH de 6.5 a 7.0, para lograr una mayor disponibilidad de los nutrientes; pH del suelo diferentes a estos valores necesitarán enmiendas, por lo que es muy importante conocer y considerar este factor para el buen uso de fertilización y asimilación de los nutrientes. El cultivo de chile habanero requiere una lámina de riego de

750 a 1000 mm para obtener altos rendimientos. Una lámina de riego menor a 30 mm mensuales afecta el rendimiento, el cual se ve disminuido. Este cultivo demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 mm por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado del fruto. (Ramírez *et al.*, 2006).

2.6. Requerimientos climáticos

El chile habanero muestra su mejor desarrollo en zonas templadas, subtropicales. Con altitudes que oscilan entre 0 y 2700 msnm. Se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 1994). Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que ésta presenta (FAO, 1994; Aragón, 1995). El chile habanero es una hortaliza de clima caliente, los rangos de temperatura en que se desarrolla de forma normal son: mínima 10°C, máxima 35°C y óptima de 30 °C. Las temperaturas menores de 10°C y mayores a 35°C limitan el desarrollo del cultivo (Ramírez *et al.*, 2006). La temperatura para la germinación fluctúa entre los 18 y 35 °C, siendo la óptima de 30°C.

2.7. Fertilización

El chile habanero extrae del suelo comparativamente, pocas cantidades de sustancias nutritivas. No obstante, por tener un sistema radicular desarrollado y a causa de su rápido crecimiento y desarrollo, la planta se muestra muy exigente respecto al balance nutricional. Para coordinar correctamente el crecimiento de los órganos vegetativos, fructificación, y para obtener productos de buena calidad, es necesario que las sustancias nutritivas en el suelo estén en cantidad suficiente y en forma de fácil absorción. Los requerimientos de fertilización durante el ciclo del chile habanero se presentan en el Cuadro 1 (INIFAP, 2001).

Cuadro 1. Requerimiento diario de (N, P₂O₅, K₂O) para el cultivo de chile habanero (INIFAP, 2001).

Requerimiento diario por planta			
Días después del trasplante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-8	20.7	27.0	0.0
9-19	27.9	36.0	15.8
20-26	41.4	48.6	23.0
27-38	54.9	59.0	27.0
39-52	64.0	63.1	49.5
53-68	72.1	44.1	76.6
69-77	83.3	32.4	99.1
78-90	79.7	35.1	94.6
91-100	74.3	36.9	112.6
101-112	63.0	27.0	81.1
113-135	45.0	18.5	45.0
136-156	36.0	14.4	45.0

2.8. Cosecha

El cultivo está listo para cosechar cuando adquiere un tamaño mediano y un color amarillo, rojo o verde dependiendo de su tipo y su período de cosecha es de aproximadamente 85 días a cielo abierto y 130 en invernadero. La cosecha se hace manualmente cortando con todo y pedúnculo los frutos de consistencia dura y color verde brillante (Solihagua, 2013).

Las cosechas varían de una por semana hasta dos, no debe permitirse que el fruto maduro fisiológicamente permanezca en la planta, porque esto la debilita y envejece acortando su ciclo productivo. El número de cortes que en promedio se da a la planta de chile puede ser de 15 a 20, y varía de acuerdo al manejo que se dé al cultivo, ya que es una planta semiperenne; por lo tanto, si su sistema radicular está sano pueden incluso podarse las ramas viejas para promover brotes nuevos (Solihagua, 2013).

2.9. Plagas y enfermedades

2.9.1. Plagas

Entre las principales plagas se encuentran la mosquita blanca, araña roja, pulgones, paratrioza, trips, minador y el picudo.

2.9.1.1 Mosquita blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)

La mosquita blanca de la hoja plateada (MBHP), (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) es una plaga polífaga que ataca a más de 500 especies de plantas hospedantes correspondientes a 74 familias (Brown *et al.*, 1995). En los últimos años se ha convertido en la plaga más importante a nivel mundial, por sus elevadas poblaciones y daños económicos que provoca en la agricultura.

La primera explosión poblacional de la MBHP en los Estados Unidos ocurrió en 1986 en la industria de la producción de plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), en el estado de Florida. Al año siguiente, ocurrieron fuertes infestaciones de MBHP en hortalizas, especialmente en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.). Debido a las fuertes infestaciones de este insecto en el cultivo de tomate, durante el ciclo 1990-1991 se perdieron en Florida un total de 125 millones de dólares (Norman *et al.*, 1997). En México, durante 1991, la MBHP se presentó como un verdadero problema fitosanitario en el Valle de Mexicali, B. C. y la región de San Luis Rio Colorado, Sonora. En estas localidades durante el otoño de 1992, esta plaga afectó los cultivos de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf] y ajonjolí (*Sesamum indicus* L.), provocando pérdidas económicas estimadas en 100 millones de pesos (León *et al.*, 1996).

En la Comarca Lagunera este insecto se convirtió en serio problema a partir del otoño de 1994. Durante 1996 provocó pérdidas en producción del 40 al 100% en cultivos hortícolas y un incremento en al menos dos el número de aplicaciones de insecticidas en melón, calabaza, tomate y algodónero. Se Colectaron especímenes de moscas blancas en la Comarca Lagunera durante 1996-1997 y fueron enviados al Centro Nacional de Referencia para su identificación. Las especies de moscas blancas identificadas fueron: *Bemisia*

argentifolii, *Trialeurodes vaporariorum*, *Aleurocanthus woglumi*, *Trialeurodes abutilonea*, *Tetraleurodes acaciae*, *Aleurothrixus floccosus* y *Bemisia tabaci*, siendo la más importante *B. argentifolii*, ya que es la especie de mayor prevalencia tanto en ornamentales como en la maleza y principales cultivos del área, incluso en el campo lagunero la especie *B. argentifolii* ha desplazado a las otras especies (Sánchez *et al.*, 1996).

El complejo de mosquitas blancas recientemente se han ubicado dentro del orden Hemiptera y biológicamente pasa por tres estados biológicos (huevo, ninfa y adulto), y la ninfa pasa por cuatro instares ninfales; tienen amplia distribución geográfica, las especies del género *Bemisia*, se localizan comúnmente en regiones tropicales y semitropicales del mundo (Ortiz, 2010).

Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, los huevecillos son ovipositados en el envés de las hojas. De ellos emergen las primeras ninfas, que son móviles; tras fijarse en la planta pasan por cuatro estados ninfales. Los daños directos son ocasionados por las ninfas y adultos que absorben la savia de las hojas y ocasionan amarillamiento y debilitamiento de la planta que llegan a caer cuando el daño es severo. Los daños indirectos se deben a la gran secreción de mielecilla, en la cual se desarrolla el hongo *Cladosporium sp.*, el cual cubre hojas y frutos que disminuye la calidad de la cosecha. Ambos tipos de daño se vuelven importantes cuando los niveles de población son altos (Davidson *et al.*, 1994).

Monitoreo y búsqueda: Para detectar la invasión prematuramente se pueden utilizar tarjetas adhesivas o pegajosas en la base del tallo. La plaga se alimenta principalmente de las hojas nuevas en la parte superior. El desarrollo y la reproducción de la mosca blanca dependen de la temperatura y aumenta con las temperaturas más elevadas. Lo importante es observar bien la plaga, tanto en el cultivo como sobre las tarjetas adhesivas. Un buen monitoreo es indispensable para realizar un control efectivo a tiempo (Davidson *et al.*, 1994).

Manejo: El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando éste sea posible. Algunos ejemplos de manejo integrado son

la limpieza de maleza, tejidos de cultivos muertos, y la colocación de placas adhesivas / trampas amarillas. La avispa parásita *Encarsia formosa* es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero a una temperatura por debajo de 24° C se puede limitar la reproducción de este parásito. Se deben seleccionar los insecticidas cuidadosamente, ya que algunos son más efectivos cuando se asperjan contra las moscas adultas. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar la población adulta que emerge hacia el final de la generación. En cuanto a *Bemisia argentifolii*, los productos que contienen el aceite de neem son tóxicos para las ninfas menores e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores. El uso de *Beauveria bassiana* ha mostrado buenos porcentajes de control (Davidson *et al.*, 1994).

2.9.1.2. Picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano)

El picudo del chile es un insecto plaga nativo de América Central y se ha extendido por todo el continente Americano. Ataca a Solanáceas, principalmente del género *Capsicum* y *Solanum*. En el cultivo de chile puede causar daños de hasta el 100 % durante la etapa de fructificación; y dentro del rubro fitosanitario de esta hortaliza, es la plaga a la cual se destina mayor gasto económico. Las especies hospedaras incluyen hierba mora (*Solanum nigrum*), berenjena (*Solanum melongena*) y variedades dulces y picosas de chile (INIFAP, 2001).

En estado adulto el picudo se alimenta de las hojas e inflorescencias, mientras que las larvas se alimentan de los botones florales y los frutos, lo que ocasiona pudrición y desprendimiento de los frutos. En una infestación temprana y severa puede acabar con toda la cosecha; los primeros síntomas son pedúnculos amarillos y cenizos, los cuales llegan a marchitarse en el punto de unión con la planta, lo que culmina con la caída del fruto. Algunos frutos infestados se tornan rojos o amarillos prematuramente y pueden quedar deformes y pequeños antes de caer al suelo. Las semillas y los tejidos de donde las larvas se alimentaron se tornan necróticos (INIFAP, 2001).

Control: Cuando las larvas del picudo del chile están dentro del fruto no se pueden controlar, por lo tanto el buen manejo de esta plaga depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y control mediante insecticidas, antes que las hembras ovipositen (INIFAP, 2001).

2.9.1.3. Pulgón (*Aphis gossypii*, Sulzer y *Myzus persicae*, Glover)

Aphis gossypii y *Myzus persicae* son las especies de pulgón más comunes y abundantes. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. La forma áptera (sin alas) de *Aphis* presenta sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Tanto los adultos como las ninfas viven en colonias, en el envés de las hojas terminales y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas más maduras. Al alimentarse succionan savia e inyectan una saliva tóxica que provoca enrollamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta (INIFAP, 2014).

También al alimentarse secretan una sustancia azucarada tipo mielecilla, en la cual crece un hongo (fumagina) que causa un ennegrecimiento de las hojas, que afecta la fotosíntesis. Un daño secundario de mucha importancia es que actúan como vectores de enfermedades virales. Entre los que se encuentran el virus del mosaico de las cucurbitáceas (VMC), el virus Y de la papa (PVY) y virus del mosaico del tabaco (VMT), entre otros. Por esta razón se recomienda efectuar un combate continuo de ellos (INIFAP, 2014).

Control preventivo y técnicas culturales. Las medidas preventivas para retrasar la aparición del pulgón consisten en: eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, colocación de trampas cromáticas amarillas (INIFAP, 2014).

Control biológico utilizando enemigos naturales. Existen enemigos naturales que en determinadas circunstancias controlan a los pulgones en forma eficiente, encontrándose los siguientes depredadores: *Hippodamia convergens*, *Chrysopa* spp., *Lysiphlebus testaceipes* y *Geocoris* spp (INIFAP, 2014).

Control químico. Es importante controlar el pulgón en los primeros días de desarrollo de las plántulas y al igual que en la mosca blanca se recomiendan los tratamientos a la semilla mediante la aplicación de Imidacloprid. En la época seca o en condiciones de sequía, las poblaciones de pulgón pueden alcanzar altas tasas y provocar fuertes daños aún a las plantas que están en una mayor etapa de desarrollo. Se recomiendan los siguientes productos: Imidacloprid (Confidor): 0.75- 1.0 L por ha Thiamethoxam (Actara 25 WP): 10 g en 100 L de agua Acetamiprid (Rescate 20 PS): 0.150–0.350 kg por ha Azadiractina: 0.500-1.00 L por ha (INIFAP, 2014).

2.9.1.4. Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

Es un insecto que pasa por los estados de huevecillo, ninfa (cinco instares) y adulto. Produce daños directos e indirectos. Los primeros se deben a la succión de la savia de las plantas hospederas e inyección de su saliva provocando efectos tóxicos. Lo anterior trae como consecuencia que las plantas se tornen amarillentas y raquílicas afectando el rendimiento y la calidad de frutos. El daño indirecto es a través de la transmisión de fitoplasmas o microorganismos tipo bacteria asociados a enfermedades. Tales como la punta morada de la papa o permanente del tomate (Garzón, 2002).

Control preventivo y técnicas culturales. Se pueden aplicar las mismas que se usan para el control de pulgón (Garzón, 2002).

Control biológico utilizando enemigos naturales. Existen diversos entomopatógenos y depredadores que afectan a la población de la paratrioza. Dentro de los primeros se encuentran *Paecilomyces fumosorocceus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. En caso de los depredadores se encuentran el león de los áfidos (*Chrysoperla* ssp.), la catarinita roja (*Hippodamia convergens*) y por las larvas de la avispa *Tamarixia triozae* (CESAVEM, 2013).

Control químico. Se logra un buen control con los mismos insecticidas que se usan para controlar pulgón (CESAVEM, 2013).

2.9.1.5. Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande y *Trips palmi* Karny)

Los adultos colonizan los cultivos realizando la oviposición dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y preferentemente en flores. En estas últimas se localizan los mayores niveles de población de adultos y ninfas eclosionadas de los huevecillos. Los daños directos se producen por la alimentación de ninfas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas. Provocan espacios de aire entre los tejidos distorsión de hojas, brillo plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que tiene mayor importancia ya que son transmisores del virus del bronceado del tomate (TSWV) (Cabello *et al.*, 1990).

Control preventivo y técnicas culturales: Entre las medidas preventivas se tienen las siguientes: erradicación de maleza y restos de cultivo así como la colocación de trampas cromáticas azules (Cabello *et al.*, 1990).

Control biológico utilizando enemigos naturales. El principal enemigo natural de los trips es la chinche pirata del género *Orius* spp., (Cabello *et al.*, 1990).

Control químico. Los siguientes insecticidas hacen un buen control del trips: Deltametrina: 0.40 L por ha Imidacloprid: 0.75 L por ha Thiamethoxam (Actara 25 WP): 10 g en 100 L de agua.

2.9.1.6. Minador de la hoja (*Liriomyza* spp)

El adulto es una mosquita de color café o gris oscuro de aproximadamente 2 mm de longitud. Las larvas son muy pequeñas (1-2 mm de longitud) de color amarillo a café, se alimentan bajo la epidermis de las hojas formando un túnel delgado que se va ensanchando conforme la larva crece. A simple vista, sobre la hoja la galería aparece blanquecina y en forma de una serpentina (normalmente este es el indicio de la presencia de los minadores en la plantación). Este daño interfiere con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes, se atrasa su desarrollo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia exponiendo los frutos a quemadura de sol, lo que provoca pérdidas

económicas. En épocas de alta humedad, la incidencia de esta plaga disminuye (INIFAP, 2014).

Control biológico. El minador es depredado por la chinche *Orius* sp., y parasitado por la avispa *Habrocitus* sp. y *Dyglyphus* sp.

Control químico. Se realiza con cualquiera de los productos siguientes: Abamectina: 250-500 ml por ha Azadiractina: 0.5-1.0 L/ha Permetrina 250 EC: 200 a 400 ml/ha (INIFAP, 2014).

2.9.2. Enfermedades

2.9.2.1. Fumagina

Es una enfermedad que prospera sobre las excreciones de insectos chupadores como pulgones o mosquita blanca. Se presenta como una capa de hollín oscuro sobre las ramas, hojas y frutos (como si la planta estuviera sucia). El hongo interrumpe el proceso de fotosíntesis debido a que dificulta la llegada de luz a las hojas (INIFAP, 2014).

Control: Para su control se aconseja combatir primero la mosca blanca y los pulgones lo que producirá la muerte del hongo, al no tener de que alimentarse. En caso de persistir se puede aplicar Azufer 71 (azufre) a razón de 2.5 - 7.5 g por litro de agua (INIFAP, 2014).

2.9.2.2. Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*)

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas vesicatoria*, puede presentarse en todas las partes de la planta (hojas, frutos y tallos). Los primeros síntomas son manchas acuosas circulares que se presentan en las hojas, estas manchas se necrosan, con centros de color café y bordes cloróticos delgados. Por lo general las lesiones están ligeramente hundidas en el envés de la hoja y levantadas en el haz de la misma. Las manchas foliares más severas cambian a un color amarillento y la defoliación es común. En los frutos, la infección comienza como pequeños puntos negros levantados que pueden estar rodeados de un halo blanco, de apariencia grasa. Estas lesiones pueden

agrandarse hasta alcanzar entre 4 y 5 mm de diámetro y se tornan de color negro, ligeramente protuberantes y costrosas (INIFAP, 2014).

La bacteria puede sobrevivir en restos de cultivos, semillas o malezas. La infección generalmente se produce a través de lesiones mecánicas, como las causadas especialmente por herramientas, insectos, vientos y pulverización a alta presión. Las temperaturas (24 a 30 °C) junto con el riego por aspersión o por muchas lluvias, favorecen el desarrollo de la enfermedad, razón por lo que es muy prolífica en ambientes tropicales y principalmente en época lluviosa (INIFAP, 2014).

Control químico Oxitetraciclina: 0.5 kg/ha, Hidróxido de cobre: 1.43 kg por ha y Sulfato de cobre: 0.28 L/ha (INIFAP, 2014).

2.9.2.3. Marchitez (*Phytophthora capsici* Leo)

El síntoma más común de la enfermedad es un marchitamiento general o parcial, el daño se puede presentar en cualquier parte de la planta y en cualquier estado de desarrollo. Cuando el ataque es en la raíz, el marchitamiento es general; ya que destruye el xilema y floema impidiendo el paso de agua y nutrientes a la parte aérea de la planta. Al inicio se observa una marchitez parcial y después de tres a cuatro días la marchitez es completa. Este fenómeno se presenta tan rápido que las hojas pierden su turgencia y cuelgan pero conservan su color verde. Si la infección ocurre en una rama, en las hojas o en los frutos, la marchitez es parcial, aunque bajo condiciones ambientales favorables se extiende a toda la planta. En hojas y ramas se desarrollan tizones, en frutos se desarrollan manchas acuosas cubiertas por el micelio del hongo. Los frutos quedan adheridos a la planta y frecuentemente se observa el micelio de color blanco que cubre las semillas podridas en el interior del fruto (Mendoza, 1996).

Control biológico: Se ha encontrado que el hongo *Trichoderma harzianum* tiene capacidad antagónica contra el desarrollo de *Phytophthora* sp., Se han logrado reducciones de la incidencia de este hongo desde un 25% hasta un 65%. Los tratamientos se hacen a la semilla y a la planta. También se ha

trabajado con la bacteria *Burkholderia cepacia* como agente de biocontrol de *P. capsici* al tratar a la semilla de chile (Ezziyani *et al.*, 2004).

2.9.2.4. Marchitez o pudrición (*Rhizoctonia solani* Kúhn)

Rhizoctonia solani, es parte del complejo de hongos que provocan el “damping off”, o caída de plántulas como consecuencia del estrangulamiento y necrosis del tallo a nivel de cuello en plantas recién emergidas. En plantas adultas los síntomas se caracterizan por presentar lesiones cóncavas de color pardo rojizo que aparecen en el tallo y en la raíz principal. Los suelos muy húmedos, con un drenaje pobre favorecen el desarrollo del hongo (Guillén *et al.*, 2006).

Control biológico: Se ha encontrado que el hongo *Trichoderma harzianum* tiene capacidad antagónica contra el desarrollo de *Rhizoctonia solani*. También se ha encontrado que bacterias del género *Bacillus* sp., reducen la incidencia de *R. solani* (Guillén *et al.*, 2006).

2.9.2.5. Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum* y *F. lycopersici*)

El patógeno invade el sistema vascular causando marchitez, clorosis y necrosis foliar. Los primeros síntomas se observan en las hojas basales como un amarillamiento unilateral, posteriormente las hojas se marchitan, se secan pero permanecen adheridas a la planta. Esta sintomatología va progresando hacia la parte superior de la planta. Las raíces principales y la base del tallo presentan necrosis vascular; al cortar transversal o longitudinalmente los tallos enfermos o la base de los peciolo se observa un necrosamiento de los vasos del xilema (INIFAP, 2014).

2.10. Bioinsecticidas

En la actualidad la producción de alimentos enfrenta el reto de mantener un alto nivel de calidad, considerando aspectos de inocuidad alimentaria y sistemas de producción con retribución más justa para los productores (García y González, 2010). En México son frecuentes e importantes los daños que causan plagas tan conocidas como el gusano cogollero del maíz, mosca de la fruta, picudo del algodnero y del manzano,

arañas rojas, mosquitas blancas, chicharritas o los pulgones que atacan a las plantas cultivadas (Alatorre *et al.*, 2000). Para controlar este tipo de insectos se ha tenido que recurrir al uso de plaguicidas químicos sintéticos tales como los clorados, organofosforados y piretroides, los cuales fueron exitosos en el control de plagas en sus inicios, minimizando las pérdidas de las cosechas. Sin embargo, como consecuencia de su uso inadecuado e indiscriminado, pronto aparecieron problemas de resistencia de los insectos hacia estos productos, así como un rápido crecimiento de las poblaciones de plagas secundarias y alteraciones ecológicas, causando efectos indeseables en el medio ambiente y en la salud del ser humano. Esto ha ocasionado la prohibición o restricción de muchos insecticidas como el dieldrín, mirex, BHC, paratión etílico, toxafeno y DDT (Morales *et al.*, 2009). Con el fin de minimizar estas consecuencias desfavorables, se ha propuesto disminuir el uso de los plaguicidas convencionales y desarrollar nuevas estrategias para un Manejo Integrado de Plagas (MIP), principalmente por medio del control biológico siendo este un método de control de plagas más racional y respetuoso con el medio ambiente y acordes con la filosofía de “desarrollo sustentable” (Badii *et al.*, 2006). El MIP es una alternativa para disminuir la dependencia en el uso de insecticidas químicos sintéticos. Se basa en las prácticas culturales con orientación al control de plagas, la capacidad que tienen las plantas para tolerar o resistir sus daños y la acción de los factores naturales de mortalidad de las mismas, como lo son los parasitoides, depredadores y patógenos de insectos-plagas. Estas tres últimas son la alternativa de control más usada para sustituir el uso inadecuado de los insecticidas (Alatorre *et al.*, 2000).

2.10.1. Bioinsecticidas a base de vegetales

2.10.1.1. Plantas repelentes

La mercadela (*Calendula officinalis*) y el tomate de burro (*Nicandra peruviana*), se intercalan también en los cultivos para repeler a los adultos de mosca blanca y evitar así la oviposición y la transmisión de enfermedades. En relación a la flor de muerto (*Tagetes erecta*), indican que al asociarlo con

tomate (*Lycopersicon esculentum*) se reduce en 34-51% la presencia de adultos de mosca blanca (FUNDESYRAM, 2013).

2.10.1.2. Ajo (*Allium sativum* Linneo)

Pertenece a la familia Aliaceae, es una planta herbácea bulbosa, el principio activo responsable de su aroma es una sustancia azufrada llamada zín, el compuesto que se encuentra en mayor proporción es la aliina, que por una reacción enzimática se transforma en alicina y luego en disulfuro de alilo, también se encuentran fermentos, vitamina A, complejo B y C. Respecto al modo de acción, el ajo no mata huevecillos ni ninfas, solamente repele adultos, pero cuando se combina con jabón actúa sobre estadios inmaduros disolviendo la cutícula (FUNDESYRAM, 2013).

Se recomienda para controlar poblaciones de mosca blanca y pulgones, picar y triturar 10-12 dientes de ajo, y seis chiles picantes, (*Capsicum frutescens*), mezclar en cuatro litros de agua, donde previamente se disolvió un cuarto de jabón de pasta. Después de reposar 24 horas se cuele y se aplica, preferentemente por debajo de las hojas, para controlar poblaciones bajas de mosca blanca y de pulgón (FUNDESYRAM, 2013).

Otra forma de aplicar el extracto de ajo es triturar una cabeza en 125 ml de vinagre (media taza), aparte se prepara una solución jabonosa con 250 ml de agua caliente y 30 gramos de jabón. Luego, ambos preparados se vierten en ocho litros de agua, previa al colado del primero. Con este insecticida casero se controla además de mosca blanca, pulgones, larvas pequeñas y araña roja (FUNDESYRAM, 2013).

En otra investigación realizada se usó el extracto de ajo para controlar plagas de minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Staunton para esta prueba se utilizaron árboles jóvenes ya que son los preferidos para las hembras de minador para ovipositar. Para el tratamiento de ajo se utilizaron 10 árboles con tres repeticiones, a un volumen de 15 gramos en 200 ml obteniendo como resultado que el promedio de larvas bajó en un 76,8%, siendo el de mayor efectividad comparado a los efectos de la pimienta (*Pimienta*

dioica) y hierba santa (*Piper auritum*). La aplicación del preparado de ajo debe hacerse de mañana o posterior a la puesta del sol, en cambio si la tierra se encuentra mojada se puede aplicar a cualquier hora (FUNDESYRAM, 2013).

2.10.1.3 Higuierilla (*Ricinus communis* Linneo)

Pertenece a las euforbiáceas. Es una planta arbustiva, sus compuestos químicos más importantes son ricina, ricinina, lipasa, ricinoleína, proteínas, estearina, palmitina, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesteárico y quimasas. Se recomienda macerar 300 g de hojas y semillas de higuierilla y se deja reposar por 24 horas. Luego se asperja el follaje contra mosca blanca y se degrada de los dos a los seis días después de su aplicación. Se ha creído que el extracto acuoso de higuierilla no afecta a adultos de mosca blanca (Ramírez *et al.*, 2001).

El aceite de higuierilla al 2 y 5% reducen en un 56- 95%, respectivamente, la población de ninfas del primer instar de mosca blanca a los seis días después de la aplicación. Estos autores señalan que el aceite de higuierilla al 5% es más efectivo contra mosca blanca que el aceite de neem, *A. Indica*, al 5%. La aplicación de aceite de higuierilla al 2% en poroto de invernadero reduce en un 90% la población de mosquita blanca, *T. vaporariorum*, entre el segundo y octavo día de su aplicación (Ramírez *et al.*, 2001).

2.10.1.4. Ruda (*Ruta graveolens* Linneo)

Pertenece a la familia de las rutáceas. Especie de arbusto que contiene abundantes esencias de olor muy característicos. De acuerdo a Millán (2008), la ruda posee distintos tipos de principios activos entre los que destacan un glucósido flavónico; la rutina, que por hidrólisis puede degradarse en quercitina, como la genina o aglucona y las gluconas; glucosa y ramnosa. La flavona es posible atribuirle propiedad hemostática, apoyada por la vitamina C. El aceite esencial está compuesto principalmente de dos cetonas; metilheptilcetona y metilhonilcetona. En menor concentración contiene; cineol, limoneno y pineno.

Millán (2008) evaluó el efecto de diferentes extractos vegetales sobre larvas del gusano barrenador, *Hypsipyla grandella* Zeller, que es quizás la principal plaga forestal en América Latina. Para esto utilizaron 29 plantas dentro de las cuales estaba la ruda y el ajo. En el ensayo se estudió el efecto sobre la alimentación de la larva y el porcentaje de mortalidad. Los resultados indicaron que la ruda provocó una mortalidad del 50% de las larvas, también la aplicación del extracto etanólico de hojas de ruda en el follaje de poroto de invernadero, mostró efecto insecticida en adultos de mosca blanca (Millán, 2008).

2.10.1.5. Extracto de Neem 55% + Extracto de Canela 15% CE

Insecticida botánico a base de extracto de neem (*Azadirachta indica*), y extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en forma de concentrado emulsionable. Los componentes del producto penetran en la planta a través de los estomas y son transportados a través del sistema vascular, modificando el complejo enzimático, transpiración y cambio en los líquidos intracelulares de la planta (savia) provocando repelencia, disuasión de la alimentación y excitación del sistema nervioso; causa un enmascaramiento de las feromonas involucradas en el proceso de apareamiento; como regulador de crecimiento, interfiere en los procesos de cambio de la larva (mudas), además altera la conducta y la fisiología de la reproducción causando la muerte por disrupción del aparato reproductivo (Terralia, 2017).

Terralia (2017) recomienda aplicar en: berenjena, chile habanero, jitomate, papa, pimiento, tomate de cáscara para el control de adulto de mosquita blanca *Bemisia tabaci* 1.5-2 L/ha. Realizar 3 aplicaciones a intervalos de 7 días.

En ajo, cebolla, cebollín y espárrago para control de adulto de trips *Thrips tabaci* aplicar 1-2 L/ha. Realizar dos aplicaciones al follaje, a intervalo de 8 días; para asegurar un control adecuado es necesario agregar a la mezcla un coadyuvante a razón de 0.6 ml/L de agua; volumen de agua 450 L de agua/ha (Terralia, 2017).

2.10.2. Bioinsecticidas a base de microorganismos

Hasta el momento solo se conocen 3 especies de bacterias con posibilidad de ejercer control sobre insectos: *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphaericus*, y *Bacillus popilliae*. Sin embargo, estas especies presentan algunas subespecies y muchas razas que durante su proceso de esporulación producen cristales proteicos con efecto insecticida y/o algunas toxinas con el mismo efecto. Estas bacterias han sido encontradas colonizando insectos de los órdenes díptera, ortóptera, himenóptera y coleóptera. Destaca el empleo de *Bacillus thuringiensis* para el control de larvas de lepidópteros que atacan a plantas agrícolas y forestales (Badii *et al.*, 2006).

Las familias de virus más comunes en el control de plagas son: Baculoviridae, virus de la poliedrosis nuclear que ataca lepidópteros e himenópteros; Reoviridae, virus de la poliedrosis citoplasmática que ataca lepidópteros y dípteros; y Poxviridae virus entomopox que ataca lepidópteros y coleópteros. De los virus entomopatógenos, los baculovirus son los más utilizados con fines de control biológico, debido a que tienen un rango de hospedantes limitado a algunas especies de lepidópteros, himenópteros, dípteros, coleópteros y tricópteros. Se han encontrado hasta 450 especies de virus patógenos de insectos y ácaros (Badii *et al.*, 2006).

Particularmente, los hongos han sido una de las mejores alternativas para el control de plagas en los últimos años. Más de 750 especies de hongos se han documentado infectando insectos (NAS, 1979). Entre los hongos más utilizados como insecticidas biológicos se incluye a *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Monzón, 2001; Rodríguez y Arredondo, 2007). Aproximadamente el 80% de las enfermedades que se producen en los insectos tienen como agente causal un hongo (Badii *et al.*, 2006).

Los hongos entomopatógenos poseen características muy especiales que les permiten sobrevivir en forma parasítica sobre los insectos y en forma saprófita sobre material vegetal en descomposición. El crecimiento saprófito puede dar como resultado la producción de conidióforos, conidias y desarrollo

miceliar, lo cual permite que el hongo pueda ser cultivado en el laboratorio utilizando técnicas de producción en masa de bajo costo (Carreño, 2003).

2.10.2.1. Hongos entomopatógenos más utilizados para el control de Insectos-Plaga.

2.10.2.1.1. *Beauveria bassiana*

Este hongo ataca a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo plagas de gran importancia agrícola, entre las que están la broca del café, la palomilla del repollo y el picudo del plátano (Monzón, 2001). El género *Beauveria* está compuesto por varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii* ó *B. tenella*, *B. amorpha* y *B. velata*, sin embargo las más frecuentemente estudiadas son *B. bassiana* y *B. brongniartii* (Carreño, 2003).

2.10.2.1.2. *Metarhizium anisopliae*

Este hongo entomopatógeno ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. Algunas plagas que son afectadas por este hongo son el salivazo de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*), y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco pero se torna verde cuando el hongo esporula (Monzón, 2001).

2.10.2.1.3. *Nomuraea rileyi*

Este hongo ataca más de 32 especies de insectos de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Ortóptera. Con mayor frecuencia se encuentra atacando lepidópteros, por ejemplo *Spodoptera* en maíz. El cuerpo de los insectos muertos por este hongo presentan un micelio blanco, que puede tornarse verde con la esporulación (Monzón, 2001).

2.10.2.1.4. *Paecilomyces fumosoroseus*

Se han reportado como mínimo cinco especies de *Paecilomyces* infectando ocho insectos diferentes. Las infecciones causadas por *P. fumosoroseus* se reconocen por el color rosado pálido mientras que en *P.*

lilacinus son de color violeta claro. La especie más importante del género es *Paecilomyces fumosoroseus* (Carreño, 2003). Sus colonias son inicialmente de color blanco en medio, luego adquieren el tinte rosado característico. El revés de la colonia es al comienzo ligeramente amarillento, pero a medida que pasa el tiempo se vuelve de color anaranjado intenso (Monzón, 2001).

2.10.2.1.5. *Verticillium lecanii*

Este hongo se encuentra frecuentemente atacando áfidos y escamas en zonas tropicales y subtropicales. Además ha sido encontrado sobre insectos del orden Coleóptera, Díptera, Hymenóptera y sobre ácaros. Los insectos infectados por este hongo tienen una apariencia blanquecina (Monzón, 2001). El hongo en medio presenta un color blanco amarillento compacto y revés amarillo intenso.

2.10.2.2. Bacterias entomopatógenas más utilizadas

2.10.2.2.1. *Bacillus thuringiensis*

Es una bacteria esporulada gram positiva, aerobia, móvil por flagelos peritricos, que presenta una inclusión refráctil, denominado cuerpo paraesporal o cristal, el cual confiere patogenicidad contra larvas de insectos plagas. Las proteínas que lo componen se denominan delta-endotoxinas que son letales para muchos lepidópteros, también para especies de dípteros y coleópteros, se diferencia de otros bacilos por la presencia de un cristal proteico con propiedades insecticidas (Saldaña, 1998).

2.10.2.2.2. *Bacillus sphaericus*

Es un bacilo del suelo, gram variable, teniendo como rasgo característico la spora terminal y su incapacidad de crecer en medios anaerobios. Esta bacteria ha sido eficazmente usada para el control biológico de especies de mosquitos, los cuales son vectores de importantes enfermedades en humanos y animales. En general *B. sphaericus* es más activo contra *Culex* y *Anopheles* spp. y menos activo contra *Aedes* spp. El modo en

que se emplea es adicionando esporas en medios acuáticos contaminados, donde se ha observado que persiste su habilidad tóxica (Bravo *et al.*, 1992).

2.10.2.2.3. *Bacillus subtilis*

Es una bacteria Gram positiva, produce endospora las que son termorresistentes y también resiste factores físicos perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos. Es un gran controlador biológico, promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo causadas por *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp, el nematodo nodulador de raíces *Meloidogyne* spp. y *Rhizoctonia solani*, agente causal de la enfermedad denominada “mal del tallito” del algodónero (Calderón *et al.*, .2002).

2.10.2.2.4. *Bacillus popilliae*

Es una bacteria de gram negativa, es causante de la enfermedad lechosa en los escarabajos. Las esporas son elípticas o cilíndricas y están ubicadas en la porción central del esporangio. La enorme cantidad de esporas les da a las larvas una coloración lechosa, este patógeno es exclusivo de la familia Scarabaeidae (Carballo, 2004).

2.10.2.3. Familias de virus entomopatógenos más utilizados

2.10.2.3.1. Familia Baculoviridae

Es la más estudiada por reunir excelentes características de seguridad para la salud humana y por su especificidad para invertebrados, incluye los géneros Nucleopolyhedrovirus (NPV) o virus de la polihedrosis nuclear y Granulovirus (GV) o virus de la granulosis. Los NPVs típicamente contienen desde unos pocos hasta varias decenas de viriones dentro de cada cuerpo de inclusión, reconociéndose dos tipos morfológicos; aquellos cuyos viriones contienen una sola nucleocápsida (SNPVs) y los que contienen múltiples nucleocápsidas (MNPVs), los MNPVs como los SNPVs han sido aislados de

especies pertenecientes al orden Lepidóptera, aunque los SNVs también se han aislado de Hymenóptera, Díptera, Thysanura y Trichoptera (Portugal, 2011).

2.10.2.3.2. Familia Reoviridae

Son virus de ARN, los de mayor interés son los virus de la poliedrosis citoplásmica (CPVs), se encuentran agrupados en el género *Cypovirus*, los cuerpos de inclusión se forman en el núcleo, se han aislado, principalmente, de especies de Lepidóptera y con menor frecuencia de Díptera, Hymenóptera, Coleóptera y Neuróptera. Se desarrollan en el citoplasma de las células infectadas del intestino medio de los insectos, se diseminan por heces o como contaminante de huevos, mediante transmisión transovárica, tienen poca efectividad y causan enfermedad crónica (Portugal, 2011).

2.10.2.3.3. Familia Poxviridae

Poxviridae se encuentran clasificados en la subfamilia Entomopoxvirinae, se caracterizan por ser muy específicos y formar cuerpos de inclusión esferoides, los entomopoxvirus (EPVs) se han agrupado en tres géneros y un grupo de virus, aún no clasificados, en función de los aislamientos de especies de Coleóptera (Alphaentomopoxvirus), Lepidóptera y Orthoptera (Betaentomopoxvirus), Díptera (Gammaentomopoxvirus) e Hymenóptera (virus no clasificados) (Portugal, 2011).

La replicación del virus ocurre en los tejidos grasos del insecto enfermo, los cuerpos de inclusión se desarrollan tanto en el citoplasma como en el núcleo de la célula infectada, las células epidérmicas y nerviosas también pueden ser afectadas (Portugal, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica

La Comarca Lagunera región ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los Estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua que se formaban alimentados por dos ríos: el Nazas y el Aguanaval, hasta antes de la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, que en la actualidad regulan su afluente. Se localiza en las coordenadas geográficas 103° 25' 55" longitud oeste del meridiano de Greenwich y 24° 22' 00" de latitud norte, con una altura de 1120 msnm (CNA, 2002).

3.1.1. Localización del sitio experimental

El presente experimento se realizó en el ciclo primavera verano 2017 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en el Periférico Raúl López Sánchez y Carretera Santa Fe km 1.5. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 05' y 26°45' de latitud norte en Torreón, Coahuila, México.

3.2. Diseño experimental

Se establecieron 12 parcelas experimentales las cuales fueron distribuidas en un diseño de bloques completamente al azar, se hizo un sorteo de forma aleatoria para ubicar cada uno de los tratamientos los cuales fueron: el T1 testigo, T2 producto comercial y T3 producto orgánico artesanal.

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones establecidos en parcelas o unidades experimentales con dimensiones de 5m x 6m en las cuales se establecieron cuatro surcos considerando los dos surcos centrales como parcela útil para la toma de datos, Figura 1.

IV	T1	T2	T3
III	T2	T1	T3
II	T3	T1	T2
I	T3	T2	T1

Figura 1. Croquis de la distribución de tratamientos del trabajo experimental.

3.3. Labores culturales

3.3.1. Siembra

La producción de plántula se realizó en el mes de enero en bandejas de 240 cavidades depositando dos semillas por cavidad en las cuales se utilizó el sustrato, Growing Mix Substrate de Culture. La semilla de chile habanero (*C. chinense* Jacq.) que se utilizó fue de la Variedad Orange.

3.3.2. Preparación del terreno

Barbecho: Labor que consiste en cortar, voltear y pulverizar el suelo, incorporar residuos de cosechas anteriores exponiendo las plagas para evitar su desarrollo, aflojar la capa arable permitiendo la aireación y penetración del agua al suelo.

Rastreo: Esta actividad tiene la finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, favoreciendo así el desarrollo de las raíces y controla las malezas emergidas antes del trasplante.

Trazo de surcos para la siembra: se realizó con el implemento agrícola llamado bordeadora, posteriormente se acamaron los surcos.

3.3.3. Trazo del diseño experimental

Se realizó con la ayuda de estacas, cinta métrica, rafia y cal para la elaboración de las parcelas formando los bloques de los tratamientos T1, T2 y T3.

3.3.4. Instalación del sistema de riego por goteo

De la toma de agua se instaló un tubo principal de pvc, en el cual se colocaron los insertores para instalar líneas secundarias de riego. Se realizó el tirado de la cintilla utilizando una cintilla por cama la cual fue Aqua Traxx (TORO) calibre 6000 con espaciamiento entre emisores de 20 cm. Por último se superviso que la instalación del sistema de riego no tuviera fugas.

3.3.5. Trasplante

Se aplicó un riego antes del trasplante con duración de 4 horas, con la finalidad de obtener humedad en el terreno y facilitar el trasplante, las bandejas de chile habanero fueron trasladadas del invernadero al campo experimental de la Universidad el 4 de mayo del 2017, las plántulas tenían un tamaño de 15 cm, se utilizaron pedazos de madera para abrir los hoyos y se fueron introduciendo las plantas cada 30 cm en cada unidad experimental.

3.3.6. Manejo del cultivo

3.3.6.1. Aplicación de riego

Un día después del trasplante se le aplicó riegos todos los días al cultivo con duración de 2 horas por las tarde o muy temprano para ayudar a que la planta se adaptara bien al suelo, debido a que el clima más cálido se presentaba al medio día, después de asegurar su adaptación de la planta, los riegos se aplicaron cada 2 o 3 días dependiendo de los días muy soleados para evitar que la planta se estresara, al final del ciclo de cultivo ya no fue necesario realizar aplicaciones de riego a causa de que surgieron condiciones climáticas muy drásticas en el cual varios días se presentaron lluvias intensas.

3.3.6.2. Fertilización

Los fertilizantes suministrados para el cultivo durante su ciclo fueron: Urea 5 kg en la primera aplicación y 10 kg en la segunda, Spendiflor 2 kg y por último una aplicación foliar de 109.2 ml en 14 litros de agua todo esto se aplicó en el área trabajada la cual fue 364 m².

3.3.6.3. Control de maleza

Durante el ciclo fenológico del chile habanero 11 días después de trasplante se inició con el control de maleza para evitar la presencia de plantas hospederas de plagas, de igual manera prevenir la competencia principalmente por agua, luz y nutrientes. Esta actividad se realizó semanalmente aunque en los últimos días del experimento se presentaron consecutivamente lluvias las cuales nos impidieron realizar esta actividad.

3.3.6.4. Aporque

Es una labor que consiste en acumular suelo alrededor de los tallos de las plantas para reforzar su base, favorecer el desarrollo radicular y un mejor aprovechamiento del sistema de riego. Esta actividad se realizó semanalmente.

3.3.6.5 Monitoreo

Se realizaron un total de 10 monitoreos durante el ciclo del cultivo del chile habanero iniciando a partir del 2 de junio del 2017 con un intervalo de 8 días y concluyendo el 5 de agosto del mismo año.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Incidencia de la mosca blanca

Esta se determinó mediante el monitoreo de cada una de las unidades experimentales examinando 8 plantas elegidas azar de cada parcela útil y contabilizando el número de individuos adultos.

3.4.2. Rendimiento

Para el rendimiento se consideró el número total de los frutos y el peso total de la parcela útil, la cual se determinó con la ayuda de una balanza analítica.

3.4.3. Calidad del fruto

Para determinar la calidad se consideró 6 frutos seleccionados al azar en cada parcela útil de cada bloque, tomando el peso de fruto con la balanza analítica, de igual manera el diámetro ecuatorial y polar con el vernier.

3.5. Control de plagas

Durante el desarrollo del experimento se hicieron aplicaciones en diferentes dosis de acuerdo al desarrollo fenológico del cultivo y de acuerdo a los tratamientos establecidos (Cuadro 2).

Método de preparación del producto orgánico a base de ajo y clavo

En un litro de agua se colocaron 60 gramos de clavo + 175 gramos de ajos pelados y partidos por la mitad, después se puso en la estufa a hervir durante 13 minutos hasta que adquirió una coloración café y posteriormente se dejó reposar hasta enfriarse para luego ser utilizado en las aplicaciones.

Cuadro 2. Tratamientos y dosificaciones aplicados en base al desarrollo fenológico del cultivo.

Tratamiento	Producto	Dosis		
		Trasplante	Desarrollo vegetativo	Etapa fructífera
T1 testigo	Sin aplicación	x	x	x
T2 producto comercial	Atento el i.a. es <i>Beauveria bassiana</i>	3.2 gr/4 lts	8 gr/10	11.2 gr/14 lts
T3 producto orgánico artesanal	A base de ajo y clavo	200 ml/4 lts	500 ml/10 lts	700 ml/14 lts

3.6. Análisis estadístico

Los datos registrados durante el experimento fueron procesados mediante el programa análisis estadístico Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia de plagas en el cultivo de chile habanero

Los datos poblacionales de la presencia de adultos de mosca blanca, bajo los diferentes tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 3. El análisis de varianza para estos parámetros detectó diferencia significativa entre el tratamiento testigo con 68.75 adultos de mosca blanca en los 7.68 m² monitoreados siendo diferente a los tratamientos en los cuales se aplicó el producto comercial y el producto orgánico artesanal los cuales presentaron poblaciones de 25.50 y 27.25 adultos de mosca blanca por 7.68 m² respectivamente. Estos dos tratamientos fueron similares en la incidencia de adultos de mosca blanca siendo menores al testigo. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los obtenidos por Carlini y Grossi, 2002 quienes reportan que el uso de componentes derivados de extractos naturales o ingredientes activos de las plantas disminuyen las poblaciones de insectos. También se observaron adultos de pulgón y pulga saltona en cuyas poblaciones el análisis no arrojó diferencia significativa siendo similar los resultados en los tratamientos.

Cuadro 3. Presencia de mosca blanca, pulgón y pulga saltona en chile habanero durante el ciclo primavera-verano.

Número de insectos por 8 plantas muestreadas			
	Pulga saltona	Pulgón	Mosca blanca
T1 Testigo	41.50 a	78.75 a	68.75 a
T2 Producto comercial	39.25 a	64.75 a	25.50 b
T3 producto orgánico artesanal	46.00 a	69.25 a	27.25 b

En la Figura 2., se observa la incidencia de adultos de mosca blanca durante el ciclo del chile habanero Primavera-Verano, a los 28 días después del trasplante hasta la etapa fructífera de la planta, donde la mayor presencia se presentó en la fecha 22 de julio del 2017 con un promedio de 18.25 individuos correspondiendo al tratamiento 1. En cuanto a los tratamientos 2 y 3, su mayor presencia fue en la misma fecha con un promedio de 9.75 y 6.75 respectivamente.

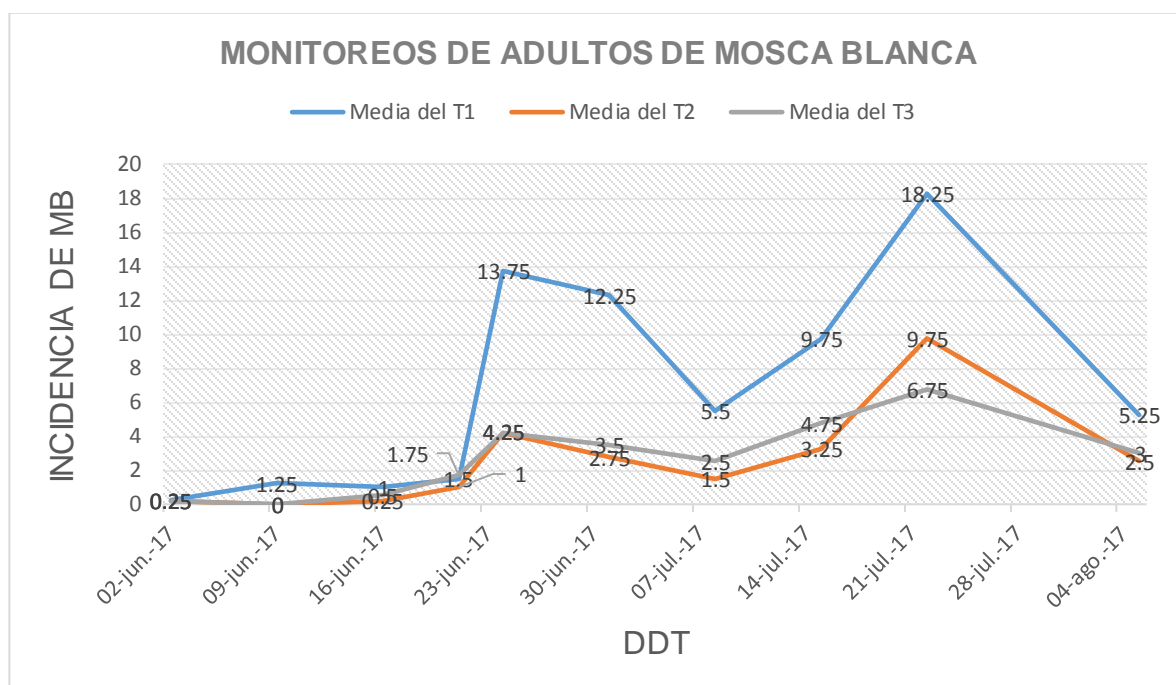


Figura 2. Incidencia de adultos de mosca blanca durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.

En la Figura 3., se observa la incidencia de adultos de pulgón *Aphis gossypii* durante el ciclo del chile habanero Primavera-Verano, a los 28 días después del trasplante hasta la etapa fructífera de la planta, donde la mayor presencia se presentó en la fecha 9 de junio del 2017 con un promedio de 24 individuos correspondiendo al tratamiento 1, siguiéndole el tratamiento 3 con un promedio de 18 y por último el tratamiento 2 con 13.2.

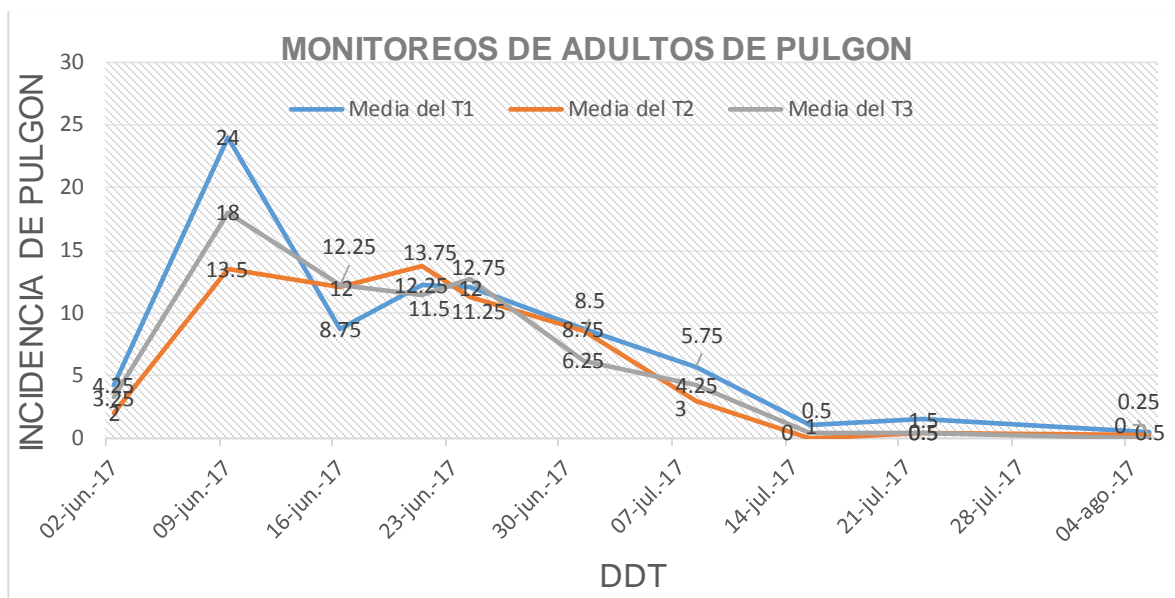


Figura 3. Incidencia de adultos de pulgón (*Aphis gossypii*) durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.

En la Figura 4., se observa la incidencia de adultos de pulga saltona *Chaetocnema pulicaria* durante el ciclo del chile habanero Primavera-Verano, a los 28 días después del trasplante hasta la etapa fructífera de la planta, donde la mayor presencia se presentó en la fecha 21 de junio del 2017 con un promedio de 9.25 individuos correspondiendo al tratamiento 3, siguiéndole el tratamiento 1 con un promedio de 8.25 en la fecha 24 de junio del mismo año y por último el tratamiento 2 con 7 en la misma fecha del T1.

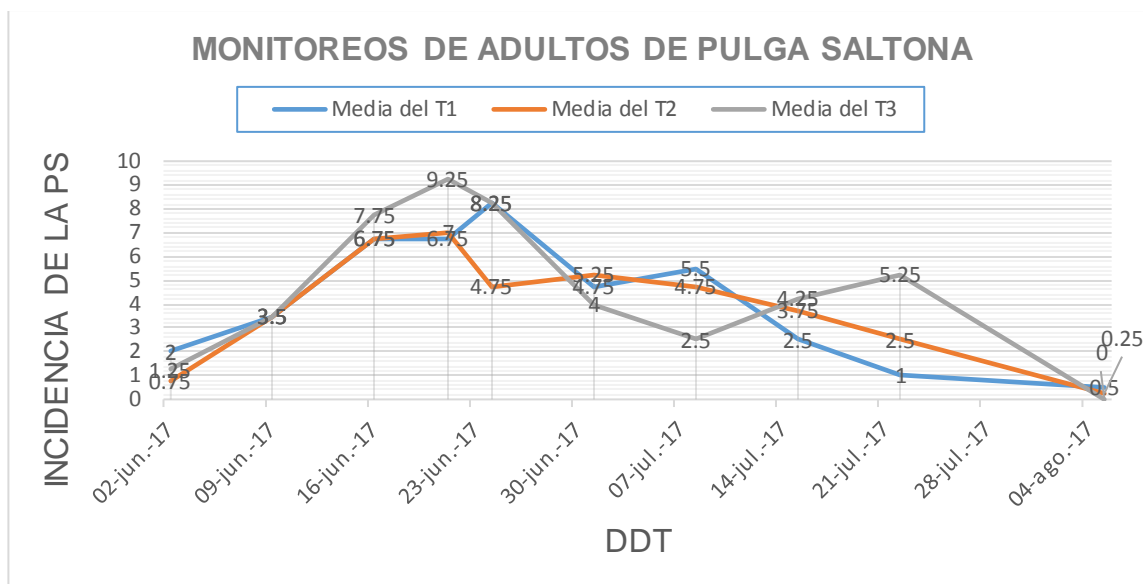


Figura 4. Incidencia de adultos pulga saltona (*Chaetocnema pulicaria*) durante el ciclo del cultivo de chile habanero en los diferentes tratamientos.

4.2. Rendimiento y calidad del fruto del chile habanero

En el Cuadro 4 se presenta el número de frutos por ha, peso, diámetro ecuatorial y polar por fruto y toneladas por hectárea en los diferentes tratamientos. La producción de frutos en 16 m² mostró diferencia significativa entre los tratamientos, encontrando mayor producción de frutos en el T2 (producto comercial) con un total de 1, 722,375 frutos por ha. En comparación de los otros 2 tratamientos donde T3 (producto orgánico artesanal) tuvo una producción de 1, 597, 375 esto mostró un comportamiento similar en cuanto a producción de frutos entre el T1 (testigo) ya que en dicho tratamiento se encontró un total de 990, 625 F/ha y en el T2 1, 722,375 F/ha. Los resultados obtenidos coinciden con Rincones (2009), el cual dice que a causa de la alta incidencia de diversas plagas y mal manejo en el cultivo se puede obtener baja cosecha por los daños que estos organismos le causan a las plantas.

En la calidad de fruto (peso, diámetro ecuatorial y polar) al igual que en el rendimiento no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. En el Cuadro 4 se pueden observar los resultados de estos en donde los tres muestran un comportamiento similar. Esto se contrapone a lo mencionado por

Viñuela (2000), que reporta que la mayor parte de los problemas fitosanitarios son causados por insectos, los cuales son vectores de virus, provocando efectos diversos, desde una disminución de la calidad de los frutos de interés hasta la pérdida total de la cosecha.

Cuadro 4. Rendimiento y calidad del chile habanero durante el ciclo del cultivo.

Tratamiento	N° de frutos por ha	Peso por cada fruto (gr)	Diámetro ecuatorial de cada fruto (cm)	Diámetro polar de cada fruto (cm)	Rendimiento total (t/ha)
Producto comercial (T2)	1,722,375 a	7.86 a	2.35 a	3.84 a	9.04 a
Producto orgánico artesanal (T3)	1,597,375 ab	7.85 a	2.41 a	3.85 a	8.65 a
Testigo (T1)	990,625 b	8.01 a	2.38 a	3.71 a	5.26 a

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a la conclusión que para el caso de las plagas de pulgón y pulga saltona entre los tres tratamientos no hubo diferencia estadística, sin embargo, si existió diferencia con respecto a mosca blanca entre los tratamientos por lo cual se considera que para el control de la mosca blanca resultó similar estadísticamente los tratamientos 2 y 3 siendo superior y mejor el tratamiento 2.

En la calidad de los frutos no se observó diferencia estadística significativa en el peso, diámetro ecuatorial y polar entre los tratamientos.

En número de frutos por hectárea los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente similares con 1,722,375 y 1,597,375 respectivamente. Sin embargo el tratamiento 2 fue diferente al tratamiento 1 que presentó un número de frutos por hectárea de 990,625 el cual fue estadísticamente similar al tratamiento 3.

En rendimiento no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente se presenta una tendencia a mayor producción en el tratamiento 2 con 9.04 t/ha.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Alatorre R., H. Bravo., J. Leyva y A. Huerta. 2000. Manejo Integrado de Plagas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Subsecretaría de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. p 12.
- Aragón P. De L., H. 1995. Factibilidades Agrícolas y Forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F. p 177.
- Badii, M. H and J. L. Abreu. 2006. Biological control a sustainable way of pest control. International Journal of Good Conscience. 1(1): 82-89.
- Bravo A., A. Lorence y R. Quintero. 1992. Perspectivas en la utilización de *Bacillus thuringiensis* como bioinsecticida. Rev. de la Soc. Méx. de Biotec. y Bioing. 2: 139-154.
- Brown, J. K., D. R. Frohlich and R. C. Rosell. 1995. The sweet potato silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* Genn. species complex. Annual Review of Entomology. 40:511-534.
- Cabello T., M., M. Abad y F. Pascual. 1990. Capturas de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en trampas adhesivas de distintos colores en cultivos en invernaderos de España. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 17: 265-270.
- Cañedo V y T. Ames. 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p. 62.
- Carballo M y F. Guharay. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. 1 ed. CATIE. Nicaragua. 232 p.
- Carballo-Bautista, M. A., S. F. Moguel., A. L. Brito., A. J. Cristóbal y F. I. Islas. 2010. "A brief morphological description of a small internal fruit grown in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) main fruit." Revista Fitotecnia Mexicana 33: 281-285.
- Carlini, C. R y M. F. Grossi. 2002. Plant toxic proteins with insecticidal properties a review on the potentialities as bioinsecticide. Toxicon. 40: 1515-1539.
- Carreño A., I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus sociales* Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura en Microbiología Agrícola y Veterinaria. Pontificia

- Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas. Microbiología Agrícola y Veterinaria. Bogotá, D. C. Colombia. pp 116.
- CNA. 2002. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del agua. Torreón Coahuila. pp. 23 – 26.
- COFUPRO. 2013. Variedad de chile habanero con mayor rendimiento, resistente a plagas y climas extremos [en línea] http://www.cofupro.org.mx/cofupro/cofupro_web.php?idseccion=1305 [fecha de consulta 12/07/17].
- Comité estatal de sanidad vegetal del estado de México (CESAVEM). 2013. Manejo integrado de la paratrioza. [en línea] <http://www.cesavem.org/divulgacion/paratrioza/FOLLETO%20PARATRIOZA.pdf>. [fecha de consulta 18/05/17].
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 2012. Producción de chile a nivel mundial. [en línea] file:///D:/TESIS/Convocatoria_2012-02.pdf [fecha de consulta 28/04/17].
- Consejo Nacional de Producción de Chile (CONAPROCH). 2007. Plan rector nacional del sistema producto chile.
- Coop G., F. Y., C. A. Corona, R. R. Rodríguez y R. F. J. Herrera. 2011. "Conservación de la calidad postcosecha en chile habanero (*Capsicum 45 chinense* Jacq.) Mediante atmósferas modificadas." *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 12: 80-86.
- Davidson, E. W., B. J. Segura., T. Steele and D.L. Hendrix. 1994. Microorganisms influence the composition of honeydew produced by silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. *J. Insect. Physiol.* 40: 1069-1076.
- Ecoterrazas. 2017. Insecticidas y Funguicidas Naturales. [en línea] <http://www.ecoterrazas.com/blog/insecticidas-naturales/> [fecha de consulta 12/10/17].
- Ezziyani M., S.C., Pérez., M. E. Requema., A. A. Sid y M. E. Candela. 2004. Evaluación del biocontrol de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annuum* L.) por tratamiento con *Burkholderia cepacia*. *Anales de Biología* 26: 61-68.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Version 1.0.AGLS.FAO. Rome, Italy.

- Fu A., A y F. C. Silva. 1997. Manejo integrado de mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii*) (Experiencias Regionales de Manejo y Control). Folleto técnico No. 13. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Costa de Hermosillo. 59 p.
- Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental (FUNDESYRAM). 2013. [en línea] <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=343> [fecha de consulta 14/09/17].
- Fundacion Produce Sinaloa (FPS). 2011. El chile habanero: una excelente oportunidad para los productores. [en línea] <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/1002-el-chile-habanero-una-excelente-oportunidad-para-los-productores> [fecha de consulta 12/07/17].
- García C y M. González. 2010. Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. Ra Ximhai, 6(1): 17-22.
- Garzón J., A. 2002. Asociación de Paratrypanosoma *cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México”, en Memoria del Taller sobre Paratrypanosoma *cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp 79–87.
- González E., T y F. M. Contreras, 2006. El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. El conocimiento a tu alcance.
- Guillén-Cruz R., F. D. Hernández-Castillo, G. Gallegos-Morales, R. Rodríguez-Herrera, C. N. Aguilar-González, E. Padrón-Corral, M. h. Reyes-Valdés. 2006. *Bacillus* spp. como biocontrol en un suelo infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). Rev. Mexicana de Fitopatología. 24(2):105-114.
- Gutiérrez T., V. 2012. Un panorama del cultivo del chile. Comité Estatal del Sistema Producto chile de Michoacán AC. Yurécuaro, Michoacán. [en línea] <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/revista/195/articulos/chilehabanero/Habanero02.html> [fecha de consulta 12/03/17].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2001. a. Chile habanero características y tecnología de producción. [en línea] http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3030/CHI_LEHABANEROcaracteristicasytecnologiadeproduccion.pdf?sequence=1 [fecha de consulta 12/06/17].

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2001. b. Características botánicas del chile habanero. [en línea] <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3030/CHILEHABANEROcaracteristicasytecnologiadeproduccion.pdf?sequence=1> [fecha de consulta 12/06/17].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2001. Chile habanero características y tecnologías de producción. [en línea] <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3030/CHILEHABANEROcaracteristicasytecnologiadeproduccion.pdf?sequence=1> [fecha de consulta 12/06/17].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2014. Plagas. [en línea] http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4294/010208218900071269_RASPA.pdf?sequence=1 [fecha de consulta 22/02/17].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2001. El Barrenillo del chile *Anthonomus eugeni* y su manejo en la planicie Huasteca. [en línea] <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/858/749.pdf?sequence=1> [fecha de consulta 28/04/17].
- Jurado R., A., M. N. Nieto Q. 2003. El cultivo de pimiento bajo invernadero. En Camacho Ferre F. (Coord). Técnicas de producción de en cultivos protegidos. Instituto de estudios de Cajamar, España. pp 541-563.
- León R., M. C. y J. B. Sánchez. 1996. Monitoreo Regional de mosca blanca en algodónero y toma de decisiones. DDR 002, Río Colorado 1996, pp. 25-31. En: Memorias II Reunión Binacional sobre control de la mosca blanca y otras plagas del algodónero. Publicación especial No. 5. Mexicali B. C. México.
- Long-Solís J. 1998. Capsicum y cultura: La historia del chile. México. Fondo de Cultura Económica. 2ª. Edición. pp. 77-78.
- Lugo J., N., B. N. Carballo., D. E. Sauri., Y. A. Centurión y C. E. Tamayo. 2010. "Efecto del sistema de cultivo sobre la calidad microbiológica del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) después de su cosecha." Rev. Iber. Tecnología Postcosecha, Instituto Tecnológico de Mérida, División de Estudios de Posgrado e Investigación 11: 171-179.
- May J., C. 2011. Manual de Chile Habanero. Dirección de Comercio Internacional y Centro de Pymexporta Yucatán. pp 10 – 211.

- Mendoza Z., C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Parasitología Agrícola. México. p. 85.
- Millán C. 2008. Las plantas una opción saludable para el control de plagas. [en línea] <https://www.scribd.com/doc/34013704/Plantas-Una-Opcion-Saludable-Para-El-Control-dePlagas-> [fecha de consulta 16/10/17].
- Monzón A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Avances en el Fomento de Producto-s Fitosanitarios No-Sintéticos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 63: 95 - 103.
- Morales V., B. Garay., A. Romero y J. Sánchez. 2009. Insecticidas biológicos en el control de insectos plaga: agrícolas, forestales, de almacén y urbanas en México. Artículo científico. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp 1-5.
- Norman, J. W. Jr., D. G. Riley, P. A. Stansly., P.C Ellsworth y C. Toscano. 1997. Management of silverleaf whitefly: A comprehensive manual of the biology, economic impact and control tactics. USDA/CSREES. 19 p.
- Ortiz C., A. 2010. Mosquitas blancas plaga primaria en hortalizas. [en línea] <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/4.pdf> [fecha de consulta 23/05/17].
- Portugal B., M. 2011. Virus entomopatógenos. [en línea] <http://plaguicidas-y-alternativas.org/contenido/2011-11-16-virus-entomopatogenos> [fecha de consulta 19/10/17].
- Ramírez J., G., B. W. Avilés., E. R. Dzip. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. En: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, Mexico. p 66.
- Ramírez J., G., S. Góngora, G., L. A. Pérez, M., R. Dzib, E. R., C. Leyva, M y I. Islas, F. 2005. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar prioridades de investigación y transferencia de tecnología en Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). En: Estudio estratégico de la Cadena Agroindustrial: Chile habanero. INIFAP, SAGARPA, ASERCA, CIATEJ, UNACH, CICY, OTTRAS. Mérida, Yucatán, México. p 23.
- Ramírez L. A., L. E. García., C. Rodríguez y A. E. Castro. 2001. Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 60: 50-56.

- Red de alerta e información fitosanitaria (RAIF). 2013. Principales depredadores de la araña roja (*Tetranychus urticae*) en el cultivo de la fresa. [en línea] <http://www.besana.es/es/web/201211/principales-depredadoresarana-roja-cultivo-fresa>. [fecha de consulta 28/04/17].
- Rincones C., C. I. 2009. Plan rector. Sistema Producto chile de Yucatán. Secretaria de Fomento Agropecuario y Pesquero, SAGARPA, Comité Estatal Sistema Producto Chile del estado de Yucatán A. C. Mérida, Yucatán.
- SAGARPA 2006. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2006. In: El Siglo de Torreón. Suplemento Especial. 1 de enero 2007. 96 p.
- Salazar-Olivo L. A. y C. O. Silva-Ortega. 2004. Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. Scripta 1: 7-14.
- Saldaña J., M. y J. P. Ortega. 1998. Diseño de una técnica rápida y sencilla para determinar la presencia de *Bacillus thuringiensis* en muestras de suelo. Publ.Biol., F.C.B., U.A.N.L., Méx. 3: 15-24.
- Sánchez H., P. Cano., G. De Ayala y G. Rodríguez. 1996. Informe de actividades. Campaña contra la mosquita blanca de la hoja plateada, *B. argentifolii* B. & P., en la Región Lagunera. Comité Coordinador de la Campaña contra la Mosquita Blanca, SAGARPA. Torreón Coah. pp 12.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2012. México, potencia productora de chile. [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/Paginas/201208B058.aspx> [fecha de consulta 22/04/17].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2013. Crean nueva variedad de chile habanero con mayor rendimiento, resistente a plagas y climas extremos. [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/campeche/boletines/Paginas/2013B006.aspx> [fecha de consulta 15/04/17].
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP). 2011. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, México. [en línea] <http://www.siap.gob.mx/> [fecha de consulta 22/04/17].
- SIAP-SAGARPA. 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca. [en línea] www.siap.gob.mx/. [fecha de consulta 14/04/17].

- Solihagua. 2013. Fertilización del chile habanero [en línea] http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/23/2013/trimestrales/anexo_2339-5-2013-08-1.pdf [fecha de consulta 21/09/17].
- Soria M., J., F. Tun, J. M., R. A. Trejo y S. R. Terán. 2004. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense jacq*), Ed. SEP DGETA, Instituto Tecnológico Agropecuario no. 2, Conkal, Yucatán, México.
- Soria-Fregoso, M., J. A. Trejo-Rivero., J. M. Tun-Suárez y R. Terán-Saldivar. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero. SEP. DGETA. ITA-2. Conkal, Yucatán, México.
- Terralia. 2017. Información técnica Actualizada sobre productos Fitosanitarios y Nutricionales para la agricultura convencional y orgánica, noticias y empresas del sector. [en línea] https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=13833 [fecha de consulta 12/10/17].
- Viñuela E. 2000. La resistencia a insecticidas y plagas de hortícolas en España. I Jornadas sobre Producción Integrada. Ed. Asociación AGRO. Universidad de Almería.