

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



**Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de variedades de Chile
güero *Capsicum annuum* L., para el control de *Meloidogyne incognita*
(Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel**

POR

BIBI YADIRA PÉREZ LÓPEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de variedades
de chile género *Capsicum annum* L., para el control de
Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood, bajo
condiciones de macrotúnel

POR

BIBI YADIRA PÉREZ LÓPEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR

PRESIDENTE:


ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL:


M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

VOCAL:


M.C. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

VOCAL SUPLENTE:


DR. ALFREDO OGAZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DEL 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de
variedades de chile güero *Capsicum annuum* L., para el control
de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo
condiciones de macrotúnel

POR

BIBI YADIRA PÉREZ LÓPEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR:


M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

ASESOR:


M.C. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

ASESOR:

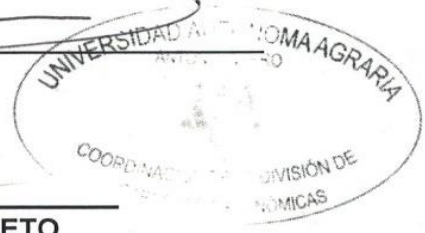

DR. ALFREDO OGAZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme el privilegio de seguir estudiando y completar mi sueño. Asimismo por brindarme la sabiduría necesaria para culminar mis estudios profesionales.

A mis padres, Eliseo Pérez Pérez y Elena López Zunún por estar siempre apoyándome en cada momento de mi vida, gracias por su amor y apoyo que me han dado durante toda mi preparación profesional, también por confiar y creer en mí.

A mi hermano, Alexis Caled Pérez Pérez, agradezco mucho su amistad, motivación y positivismo.

A mis amigos (as), Maykel Everardo Mejía Díaz, Irma Juárez Hernández y Flory Pérez López, por ser siempre mis mejores amigos, gracias por compartir lindos momentos conmigo, los quiero mucho.

A mi Alma Mater, por abrirme sus puertas, darme la oportunidad de ser parte de ella y obtener mi formación como profesionista.

Al Ing. José Alonso Escobedo, mi asesor principal, por brindarme todo su apoyo, transmitir conocimientos y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación, gracias. También a mis asesores: M.C. Claudio Ibarra Rubio, M.C. José Simón Carrillo Amaya y el Dr. Alfredo Ogaz; por sus apoyo durante la realización de mi tesis, a todos ellos muchas gracias.

A los maestros del Departamento de Parasitología, quienes me impartieron clases y transmitieron conocimientos: Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, M.C. Sergio Hernández Rodríguez, Dr. Florencio Díaz Jiménez, Dr. Vicente Hernández Hernández, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, M.C. Javier López Hernández, M.C. Fabián García Espinoza, Dr. Teodoro Herrera Pérez. A todos ellos muchas gracias. También a Graciela Armijo y Gabriela Muñoz por su apoyo en todo este tiempo.

DEDICATORIAS

A mis padres, Eliseo Pérez Pérez y Elena López Zunún por ser mis dos grandes motivos para salir adelante en mis estudios, quienes a pesar de todo este tiempo lejos me han enseñado a ser valiente y bondadosa a mí alrededor. También por darme totalmente el apoyo, esfuerzo, amor, cariño, consejos y comprensión que siempre me han brindado durante toda mi vida.

A mi hermano, Alexis Caled Pérez López por ser el mejor del mundo que Dios me ha dado.

A mi abuela, Cándida Pérez Escalante por sus consejos, apoyo y motivación a seguir adelante, gracias por quererme mucho.

A mi tía, Araceli Marbey Pérez Pérez, por ser una de las personas a quien quiero y aprecio mucho, por su apoyo, amistad y confianza siempre.

A mi tía, Lurmy López Zunún, a quien aprecio mucho, gracias por su confianza, amistad y apoyo incondicional durante mi etapa universitaria.

A mi tío, Joel López Zunún, a quien agradezco mucho su apoyo durante mi carrera profesional, muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo experimental consistió en la evaluación de Abamectina (Avicta 400 FS) en tratamiento a semillas de chile güero, en comparación con un testigo de prueba después de 30 días de la emergencia. Se llevó a cabo durante el ciclo agrícola Primavera – Verano 2016. El objetivo fue evaluar la eficacia biológica de tres dosis de Abamectina, en tratamiento a semillas de chile güero *Capsicum annuum* L., para la prevención del daño provocado por el nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo las condiciones de macrotúnel. El diseño experimental se basó en bloques completamente al azar con 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas con una capacidad de 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por cada tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos. Se utilizaron 4 semillas de chile güero de la variedad Santa Fe por maceta. Los tratamientos sometidos a investigación con Abamectina fueron evaluados a dosis de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml de PF/1000 semillas, quedando sin aplicación el testigo absoluto. El trabajo se realizó en un macrotúnel localizado en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizado por carretera a Santa fe y periférico Raúl López Sánchez, Torreón Coahuila. La siembra se realizó el día 04/06/2016 a una profundidad de 3 a 4 mm, utilizando suelo infestado por *M. incognita*. Referente al manejo de riegos, se aplicaron diariamente a partir de la siembra para mantener la humedad. El control de plagas se realizó de acuerdo a la presencia de organismos dañinos y con base a las recomendaciones del cultivo. Finalmente, los resultados obtenidos mostraron que las tres dosis de Abamectina (0.40 ml, 0.60ml, 1.00 ml PF/1000 semillas) ofrecieron un buen desarrollo del diámetro de la base del tallo, peso radicular, peso del follaje, altura de planta y un menor índice de agallamiento radicular, siendo el Tratamiento 1 (Testigo) con una media de 4.4583 agallas radiculares el que presentó el mayor índice de agallamiento radicular a los 30 días después de la emergencia.

Palabras clave: Abamectina, *Meloidogyne incognita*, chile güero, *Capsicum annuum* L, nódulos radiculares.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del chile.....	4
2.1.1. Origen	4
2.1.2. Historia.....	4
2.1.3. Taxonomía.....	5
2.1.4. El chile güero	6
2.1.5. Características morfológicas del chile güero	6
2.1.6. Uso del chile güero	6
2.2. La capsaicina	7
2.2.1. Propiedades físicas.....	7
2.2.2. Propiedades químicas	7
2.2.3. Escala Scoville.....	8
2.3. Problemas fitosanitarios del chile.....	9
2.3.1. Plagas comunes	9
2.4. Enfermedades ocasionadas por hongos.....	10
2.4.1. Mancha foliar por Alternaria.....	10
2.4.2. Cenicilla	11
2.5. Enfermedades ocasionadas por virus	11
2.5.1. Virus Jaspeado del Tabaco	12
2.5.2. Virus Mosaico del Tabaco.....	12
2.5.3. Virus Y de la Papa	12
2.6. Enfermedades ocasionadas por nematodos.....	13

2.6.1. Nematodos agalladores	13
2.6.2. <i>Meloidogyne</i> spp.....	14
2.6.3. Especies de <i>Meloidogyne</i> spp.	14
2.6.4. Importancia económica.....	15
2.6.5. Ubicación taxonómica.....	15
2.6.6. Ciclo de vida	16
2.6.7. Anatomía	17
2.6.8. Alimentación	18
2.6.9. Daños y síntomas	18
2.7. Índice de agallamiento	19
2.7.1. Hospederos	20
2.8. Métodos de control.....	21
2.8.1. Control cultural.....	21
2.8.2. Control biológico	21
2.8.3. Control químico.....	22
2.9. Avermectina	24
2.9.1. Abamectina.....	24
2.9.2. Abamectina como tratamiento a la semilla	25
2.9.3. Información técnica del producto evaluado.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
V. CONCLUSIONES	42
VI. LITERATURA CITADA.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de picor de diferentes variedades de chile.	8
Cuadro 2. Distribución de tratamientos con base al diseño experimental bloques completamente al azar, para evaluar Abamectina aplicado para tratamiento a semilla de chile güero para control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en la UAAAN – UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	29
Cuadro 3. Tratamientos y dosis a evaluar en semilla de chile güero para el control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	30
Cuadro 4. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2016.....	35
Cuadro 5. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	36
Cuadro 6. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	37
Cuadro 7. Comparación de medias de altura de planta con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	39
Cuadro 8. Comparación de medias del índice de agallamiento radicular con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.	35
Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.	36
Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.	38
Figura 4. Gráfica de medias de altura de planta con aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero para control del nematodo agallador en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.	39
Figura 5. Gráfica de medias del índice de agallamiento radicular con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.	41

I. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo hortícola importante en México debida a su elevada competitividad, aceptación internacional, importancia socioeconómica y propiedades nutricionales (Catalán *et al.*, 2007).

El chile es el 8° cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 13 mil mdp anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y en preparaciones. En la Región Lagunera se sembraron durante el ciclo agrícola 2015 primavera y verano 741 hectáreas de chile, con una producción de 27,819 toneladas (El Siglo de Torreón, 2016).

Entre los principales problemas que restringen su producción, además de las plagas y enfermedades, se tiene el manejo del agua y nutrimentos (Catalán *et al.*, 2007). Las especies de nematodos fitoparásitos de mayor importancia económica en hortalizas, están comprendidas en los siguientes géneros: *Heterodera*, *Globodera*, *Meloidogyne*, *Nacobbus* y *Ditylenchus*. En México, *Meloidogyne incognita*, *Globodera rostochiensis* y *Nacobbus* son considerados los más importantes y son los que mayor atención han recibido (Anaya y Nápoles, 1999). Uno de los problemas más severos en la producción de hortalizas, son dos especies de nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne hapla* Chitwood y *M. incognita*, nematodos fitoparásitos microscópicos que se encuentran en el suelo y raíces de plantas (Brust *et al.*, 2003).

Los nematodos son depredadores invisibles del rendimiento que pueden afectar a la mayoría de los cultivos de hortalizas. Las reducciones de rendimiento

pueden ser cuantiosas pero varían dependiendo del cultivo y de la especie de nematodos. Los síntomas típicos del daño por nematodos pueden aparecer a nivel superficial o en el subsuelo, en el follaje y en las raíces. Los síntomas foliares generalmente se presentan en forma de achaparramiento de las plantas, marchitez prematura y clorosis foliar (amarillamiento). Bajo infestaciones graves de nematodos, las plántulas o los trasplantes pueden dejar de desarrollarse, se quedan enanas o mueren; provocando mal desarrollo de la densidad de población. Los síntomas de raíz ocasionados por nematodos agalladores pueden ser muy notorios. Los nematodos agalladores de raíz se caracterizan por formar áreas hinchadas en las raíces llamadas agallas. Las agallas pueden variar desde unas cuantas zonas hinchadas, hasta abarcar grandes áreas, como en los casos en las que las raíces han estado expuestas a infecciones múltiples y repetidas (Giles, 2014).

1.1. Objetivo

Evaluar la eficacia biológica de tres dosis de Abamectina, en tratamiento de semilla de chile güero *Capsicum annuum* L., para prevención del daño por el nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel.

1.2. Hipótesis

Las semillas de chiles tratadas con Abamectina, evita la penetración a la raíz de formas infectivas J2 del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, bajo condiciones de macrotúnel.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del chile

2.1.1. Origen

El origen del género *Capsicum annum* se ubica en América, sin embargo para ubicar el sitio hay discrepancia entre los diferentes autores. Ubica su origen en América del sur, en la región de los andes y de la cuenca alta del amazonas, que comprende Perú, Bolivia, Argentina y Brasil. Por su parte Cassares (1991) ubica su origen en América tropical, donde ha sido cultivado desde épocas muy remotas, ya que han encontrado restos prehistóricos en Ancón, y Huasca Prieta, Perú, en donde estuvo ampliamente distribuido y se piensa que de ahí paso a México, aunque se sugiere que México pudo haber sido un centro de origen independiente, ya que aquí se encuentra una diversidad de variedades (Valadez, 1997).

2.1.2. Historia

El *Capsicum*, conocido popularmente como chile, tiene una larga tradición cultural en México, pues ha sido una constante a través de la historia del país. Algunos de sus usos prehispánicos siguen vigentes en la cultura mexicana, hoy en día. Junto con el frijol, el maíz y la calabaza, el chile ha formado parte de la dieta básica de México desde hace más de 5000 años, ya para que 3500 a.C. estos cuatro cultivos ya habían sido domesticados, formaban un complejo nutritivo que proporcionó al mexicano los ingredientes nutricionales más importantes para su desarrollo biológico. El papel que jugó el *Capsicum* en esta cocina fue de aportar variedad, sabor y picor y color a una dieta un poco

monótona. También funcionó como un estimulante para el apetito, aportó las vitaminas A y C, así como algunos minerales. Hasta podría preguntarse si el régimen basado en maíz, frijol y calabaza hubiera perdurado tantos siglos sin el complemento del chile (Long, 2011).

2.1.3. Taxonomía

El chile pertenece a la familia de las plantas llamadas Solanáceas, del género *Capsicum* y las cinco especies domesticadas en las que usualmente se divide el género son las siguientes:

- * *Capsicum annuum* var. *annuum*. Es una especie domesticada en Mesoamérica.
- * *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Son chiles sudamericanos del grupo de los ajíes.
- * *Capsicum chinense*. Está representado por el chile habanero y sus tipos parecidos.
- * *Capsicum frutescens*. Son los chiles de tipo Tabasco.
- * *Capsicum pubescens*. Es una especie andina que incluye los chiles de tipo manzano.

A la especie *Capsicum annuum* var. *annuum* pertenecen todos los tipos de chiles cultivados en México actualmente, con la excepción del chile habanero y el chile manzano (Pickersgill, 2007).

2.1.4. El chile güero

Chile güero es el nombre aplicado en México a varios chiles de color amarillo o verde amarillento, todos pertenecientes a especies de *Capsicum annuum*. Algunos cuentan con la designación que cada región les otorga, como chile cristal o cristalino, carricillo, caribe, x-cat-ik en la Región Yucatán y chile de agua en la Región del Altiplano Sur en Oaxaca (Ficheras, 2014). En diferentes regiones de México se tienen chiles güeros totalmente distintos, en forma, tamaño, sabor, intensidad de picor y utilización (López, 2014).

2.1.5. Características morfológicas del chile güero

Es una planta con crecimiento determinado, el fruto en su parte media es cilíndrico y en la punta es cónico, se da en forma de arbusto y hojas oblongas, lanceoladas y lampiñas; su ciclo vegetal es de aproximadamente 120 días (I A, 2016).

2.1.6. Uso del chile güero

Cada cocina regional les imprime las maneras específicas de aprovecharlos. Asados, retiradas la piel y las semillas, pueden rellenarse o cortarse en rajas como guarnición de guisos y arroces; enteros son preparados en salmuera o escabeche para ser enlatados o conservados en frascos, de esta manera se alarga la temporalidad (Ficheras, 2014).

Los usos de los frutos naturales o procesados de *Capsicum annuum* son múltiples. A parte del consumo en fresco, cocido o como un condimento o “especia” en comidas típicas de diversas especies, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados,

deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas. Además, un uso significativo es como materia prima para la obtención de colorantes y de oleorresinas para fines industriales (Cano, 1988).

2.2. La capsaicina

La capsaicina un alcaloide o capsaicinoide, es el principal componente pungente o irritante de los chiles que son altamente utilizados como aditivos alimentarios y por poseer propiedades antimicrobianas (Peña, 2009). Su cantidad y efecto es distinta entre las distintas variedades y se mide en unidades Scoville (SHU). Esta sustancia tiene una gran variedad de aplicaciones medicinales (B M, 2016).

2.2.1. Propiedades físicas

La capsaicina posee una forma molecular $C_{18}H_{27}NO$, a la cual le corresponde un peso molecular de 305.40 g/mol y es identificada por un número CAS1 404-86-4, su fórmula cristalográfica pertenece al sistema monoclinico, láminas rectangulares, su punto de fusión es de 65°C y el de ebullición está entre 210 y 220 °C, la presión de vapor va de 25°C no es significativa, su máxima absorción entre 227-281 (ϵ 7000, 2500) posee un color naranja pudiéndose almacenar durante años en forma estable (Tucker, 1996).

2.2.2. Propiedades químicas

La Capsaicina o también trans-8-metil-N-vainillil-6-nonenamida es el componente responsable del comportamiento picante, en mayor o menor grado de los frutos de la familia *Capsicum*, localizándose, fundamentalmente en sus semillas y membranas. Es un compuesto orgánico de nitrógeno de naturaleza

lipídica, frecuentemente, de forma errónea como un alcaloide. El nombre fue aplicado en 1876, a un compuesto incoloro aislado de la oleorresina del *Capsicum*. En los años 60 el compuesto natural fue adecuadamente caracterizado (Ciencia picante, 2004).

2.2.3. Escala Scoville

A la escala del picor del chile como se muestra en el cuadro 1 se le conoce como escala de unidades Scoville y es un sistema de medición inventado por Wilbur Scoville durante la primera década del siglo XX. Su objetivo era determinar la máxima dilución del extracto del chile en la que aún era detectable el picor. De esta manera, si un chile jalapeño ha sido determinado en 4500 unidades, significan que se necesitan 4500 partes de solución para diluir una parte de extracto de jalapeño hasta el punto en que el picor aún pueda ser detectado; si se añade más solución, el picor ya no podrá ser detectado. Hoy en día se emplea la cromatografía de líquidos de alta resolución para medir el contenido de capsaicina en los chiles. Este método, mucho más preciso, mide los niveles de capsaicina en partes por millón que pueden ser convertidas en unidades Scoville (A M, 2016).

Cuadro 1. Escala de picor de diferentes variedades de chile.

Variedades	Unidades Scoville
Habanero	150 000 – 325 000
Piquín	50 000 – 100 000
Manzano	30 000 – 60 000
De árbol	15 000 – 30 000
Serrano	10 000 - 20 000
Jalapeño, Mirasol	2500 – 10 000
Poblano, Güero, Chilaca	1000 – 2000
Pimiento morrón	1 – 100

Fuente. A M , 2016.

2.3. Problemas fitosanitarios del chile

Se estima que la producción global de *Capsicum* es más de 3 millones de hectáreas con los rendimientos más significativos en China y en México. Sin importar donde produce cada productor del mundo tiene que controlar varias plagas y enfermedades que afectan el rendimiento y la calidad de sus chiles. (Giles, 2014).

2.3.1. Plagas comunes

2.3.1.1. Araña roja *Tetranychus urticae* (Koch)

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas, con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga (INFOAGRO, 2016).

2.3.1.2. Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn)

B.tabaci es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como la transmisora del virus de rizado amarillo del tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”. Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de la planta) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando los frutos y dificultando el desarrollo normal de las

plantas. Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas (INFOAGRO, 2016).

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

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 del 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. 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 frutos (INTAGRI, 2016).

2.3.1.4. Minador de la hoja *Liriomyza sativa* (Blanchard)

Estos insectos minan (hacen galerías) las hojas, las larvas maduras salen de las minas y caen al suelo para pupar; a veces pupan en la misma hoja. El adulto es una pequeña mosca de 2 mm de color negro brillante con manchas amarillas sobre el tórax. Presencia de minas en hojas en forma de serpentinas que se ensanchan a medida que la larva crece. Puede ocasionar caída de hojas cuando la densidad de la plaga es muy alta, produciendo pérdidas económicas (Galindo, 2002).

2.4. Enfermedades ocasionadas por hongos

2.4.1. Mancha foliar por *Alternaria*

Esta enfermedad es causada por el hongo fitopatógeno *Alternaria* spp. El micelio del patógeno sobrevive por dos años en restos vegetales. Las esporas

se diseminan a grandes distancias por el viento, en la ropa, en las herramientas. La enfermedad inicia cuando la humedad relativa es alta y es necesaria la presencia de agua libre sobre las hojas y una temperatura entre 12 y 30°C. Los primeros síntomas se presentan como pequeñas lesiones circulares de apariencia acuosa que posteriormente se tornan de color café oscuro, rodeadas de un halo verde o amarillento. Estas manchas crecen rápidamente y cubren toda la hoja. En éstas lesiones se observan anillos concéntricos oscuros, característicos de la enfermedad (Mendoza, 1999).

2.4.2. Cenicilla

Su agente causal es *Leveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud u *Oidiopsis taurica* (E.S. Salmón). Este hongo infecta 700 especies de 59 familias de plantas. En las hojas, principalmente en las inferiores el hongo produce pequeñas manchas de color blanco de apariencia polvosa compuestas de esporas que emergen de la estructura del hongo. Estas manchas pueden cubrir completamente la lámina foliar, las hojas infectadas se tornan cloróticas, después café o gris claro y mueren. La falta de follaje impide el desarrollo normal de la planta e incrementa el daño de “golpe de sol” en los frutos (Castillo, 1987).

2.5. Enfermedades ocasionadas por virus

En México se reportan las enfermedades virales en 1966 en la región de las huastecas. En la actualidad afectan la calidad del fruto y rendimiento en todas las áreas productoras del país, con niveles de infección que varían de 20 a 100 % de daño (Urías y Alejandre, 1999).

2.5.1. Virus Jaspeado del Tabaco

El virus del Jaspeado del Tabaco, pertenece al grupo de los potyvirus e infecta principalmente a las solanáceas en Norte y Sur América. El TEV es uno de los virus más destructivos en el cultivo de chile en los Estados Unidos de América. Alcanza incidencias hasta del 100 % y ocasiona pérdidas de hasta el 70 % (Reddick, 2003). Las raíces de las plantas infectadas adquieren una coloración negra y la planta se marchita, se achaparra y toma el aspecto de un arbusto, las hojas presentan un mosaico ligero y las venas tienen una coloración más oscura que el resto de las hojas. Causa deformación de hojas y frutos. Las yemas y las hojas pueden desprenderse (Conti, 2000).

2.5.2. Virus Mosaico del Tabaco

El Virus Mosaico del Tabaco pertenece al género *Tovamovirus*. El TMV con frecuencia se encuentra asociado con el Virus Mosaico del Tomate (ToMV). Las pérdidas por ambos virus varían de 30 a 70 % en los Estados Unidos de América (Himmel, 2003). Los síntomas que presenta son una aclaración pronunciada de las venas en hojas jóvenes, algunas hojas presentan abultamientos parecidos a ampollas, achaparramientos, clorosis y mosaicos, aborto de flores y frutos (Arcos *et al.*, 1998).

2.5.3. Virus Y de la Papa

El Virus Y de la Papa es un potyvirus de varilla flexible. Infecta casi exclusivamente a la familia de las solanáceas, pero puede infectar otras especies de cultivos y maleza de las familias de las amarantáceas, asteráceas, chenopodiáceas y fabáceas. En las hojas jóvenes se observan mosaicos ligeros,

manchas intervenales, ligera rugosidad de la lámina foliar, bandas verdes perinervales y amarillamiento foliar. El tamaño de la planta se reduce en relación a la etapa en la que fue infectada. Entre más joven sea atacada la planta, su altura será menor. En el fruto hay deformaciones y color irregular (Conti, 2000).

2.6. Enfermedades ocasionadas por nematodos

Los nematodos del suelo son organismos filiformes diminutos que provocan la hipertrofia de las raíces formando tumores que dan la apariencia de la morcilla. Causan la necrosis y más tarde la podredumbre de los tejidos y de la raíces, el sistema radicular de las plantas atacadas muestra una fuerte ramificación con lesiones necróticas y pudrición. El crecimiento de la planta queda obstaculizado. Las plantas muestran marchites y se debilitan (Taylor y Sasser, 2006).

Los nematodos son depredadores invisibles del rendimiento que pueden afectar a la mayoría de los cultivos de hortalizas. Las reducciones de rendimiento pueden ser cuantiosas pero varían dependiendo del cultivo y de la especie de nematodos. Asimismo, el daño por nematodos puede predisponer a las plantas, volviéndolas vulnerables a las infecciones de patógenos fúngicos o bacterianos transmisores de enfermedades (Giles, 2014).

2.6.1. Nematodos agalladores

Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas que requieren métodos de laboratorio para su diagnóstico e identificación. Sus efectos a menudo son subestimados por los agricultores, agrónomos y consultores en el manejo de plagas. Se estima que los

nematodos fitoparásitos reducen cerca del 12% de la producción agrícola global (Stirling *et al.*, 2002), mientras que en hortalizas y frutales se estima que las pérdidas anuales por estos organismos es del 14% en hortalizas y frutales en los EUA (Appleman y Hanmer, 2003).

Los nematodos que típicamente inducen la formación de agallas en el sistema radical de las plantas, son *Meloidogyne* spp., y *Nacobbus* spp., (Anaya y Nápoles, 1999). El nematodo más importante que suele atacar los cultivos de hortalizas en la Comarca Lagunera es *Meloidogyne incognita*, las plantas infectadas por este nematodo presentan amarillamientos y marchitamientos y reducciones en la producción (Bastarrachea, 2007).

2.6.2. *Meloidogyne* spp

Presenta una amplia distribución a nivel mundial. Tiene alrededor de 3000 especies de plantas hospederos y es económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos (Anaya y Nápoles, 1999).

2.6.3. Especies de *Meloidogyne* spp

Las especies más comunes, económicamente importantes y causantes del 90 % de daño a cultivos agrícolas, a nivel mundial, son: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Eisenback *et al.*, 1983).

Según Eisenback *et al.*, (1983), las principales características de estas especies, basadas en la morfología de los modelos perineales de los genitales de hembras adultas son:

- *Meloidogyne incognita*. Arco dorsal alto, cuadrados y sin líneas laterales claramente visibles, es la característica determinante para identificar a esta especie.
- *Meloidogyne javanica*. Arco bajo a redondeado y con líneas laterales bien visibles que separan las estrías dorsales de las ventrales, es la característica determinante para identificar a esta especie; sin embargo, en ocasiones el arco puede ser alto.
- *Meloidogyne arenaria*. Arco dorsal con “hombreras”, formadas por ondulaciones pronunciadas de las estrías dorsales, cerca de las líneas laterales que son visibles, y las estrías que se bifurcan, también cerca de las líneas laterales, son los caracteres más importantes de esta especie.

2.6.4. Importancia económica

Las especies del género *Meloidogyne* constituyen los nematodos patógenos de mayor importancia económica por su amplia distribución mundial y por el gran número de hospederos que atacan (Eisenback *et al.*, 1983).

2.6.5. Ubicación taxonómica

Ubicación taxonómica del nematodo agallador o nodulador (Cepeda, 2001).

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Subclase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Heteroderoidea

Familia: Heteroderidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *incognita*

2.6.6. Ciclo de vida

Meloidogyne incognita es un nematodo endoparásito sedentario, debido a que la hembra permanece estacionaria después de que se inicia la alimentación y los juveniles de 2° instar (J2) están completamente embebidos en el interior de la raíz. El ciclo de vida está compuesto de cuatro estados juveniles donde el primer estado juvenil (J1) muda en el interior del huevo y después de la eclosión, el segundo estado juvenil (J2) infecta la parte apical de las raíces y migra a través de la misma. Se vuelven sedentarios donde el xilema y floema se diferencian y establecen un sitio permanente de alimentación en ese sitio. La alimentación consiste de células nodrizas, llamadas células gigantes que proporcionan nutrientes para el nematodo juvenil, que se hincha en tamaño a medida que se alimentan. Después de 10-14 días de alimentación, el J2 muda a J3, seguido por el J4 y después de 4-6 días ni el J3 o J4 se alimentan. La tercera y cuarta etapa se desarrollan rápidamente, sin estilete y por lo tanto no se alimentan (Ferris, 1999). Las hembras reinician su alimentación e inician la producción de huevos de 5-7 días después de la muda final y son capaces de producir hasta 750 huevos (Faske, 2006).

Las hembras de *Meloidogyne* sp se reproducen por partenogénesis, de tal manera que los machos vermiformes no están involucrados en la reproducción y dejan la raíz después de la muda final. Los huevos son depositados en una matriz gelatinosa (masas de huevos) que emergen a la superficie de la raíz. Tanto huevos como J2 contribuyen a la sobrevivencia hibernante, siendo los J2 el inóculo primario en la primavera (Faske, 2006).

2.6.7. Anatomía

Los machos, las hembras y las larvas de las especies de *Meloidogyne* tienen estiletes que consisten en una punta cónica, una columna derecha y tres nódulos. El estilete puede ser sacado por medio de músculos adheridos a los nódulos. Es usado para perforar las células de las plantas. El estilete tiene una abertura cerca de la punta que conduce al lumen del estilete que es continuado con el lumen del esófago adherido a los nódulos. Cerca de la parte posterior de los nódulos, el lumen tiene una ramificación corta llamada orificio de la glándula dorsal (OGD). El lumen esofágico conduce hacia una válvula en el bulbo esofágico medio. Los músculos adheridos a la válvula la dilata y contraen alternativamente, de modo que funciona como una bomba, trasladando el alimento al intestino. Posterior al bulbo medio del esófago se encuentran tres grandes glándulas dorsales, una dorsal y dos subventrales. El conducto de la glándula dorsal se dirige hacia el orificio de la glándula dorsal y los conductos de las glándulas subventrales desembocan dentro del tubo esofágico en el bulbo medio. Para alimentarse, el nematodo empuja la punta del estilete dentro de la célula de la planta. Las secreciones de la glándula dorsal esofágica fluyen a través de la abertura del estilete hacia el interior de la célula de la planta. Esta secreción y posiblemente las secreciones de las dos glándulas subventrales tienen un gran efecto en la planta. Las larvas y hembras tienen glándulas esofágicas bien desarrolladas y la usan en la alimentación. Los machos aparentemente no se alimentan y carecen de glándulas esofágicas bien desarrolladas. Los machos tienen estiletes bien desarrollados y cuerpos delgados, que son ahusados delante y redondeados atrás. La cutícula del cuerpo

del macho tiene numerosos anillos, los que son interrumpidos en los lados del cuerpo por campos laterales con cuatro o más líneas. El cuerpo de la hembra es blanco y los detalles de los ovarios son difíciles de observar, el cuello es más transparente que en el macho, estilete, bulbo esofágico y canal excretor son generalmente visibles (Taylor y Sasser, 1983).

2.6.8. Alimentación

Los juveniles 2 son atraídos a las raíces en la zona de elongación, así como a las zonas de emergencia de raíces laterales. Son atraídos por el CO₂ y aparentemente por algunos aminoácidos. Los J2 penetran en la zona de elongación de forma mecánica, ayudándose con su estilete y probablemente también con soporte químico basado en las enzimas celulasa y pectinasa. Estos se mueven entre las células corticales hacia el ápice de la raíz para luego situarse en los conductos vasculares de la zona de diferenciación celular. Los J2 penetran las células con el estilete e inician la formación de una célula gigante en el tejido vascular. Los J2 tienen unas prominentes glándulas subventrales fácilmente observables que desaparecen cuando se vuelven adultos; se presume que estas glándulas secretan las enzimas que producen el crecimiento excesivo de las células gigantes (Ferris, 1999).

2.6.9. Daños y síntomas

La forma de reconocer la existencia de estos nematodos, es por la formación de agallas en las raíces. Cuando el juvenil de segundo estadio penetra y comienza a alimentarse de las células de las raíces, aparece la formación de

agallas por hiperplasia e hipertrofia, lo que provoca la formación de células gigantes (Cepeda, 2001).

El tamaño de las agallas puede variar desde unas cuantas hinchazones esféricas a extensas áreas alargadas, hinchazones tumorosas que resultan de las múltiples y repetidas por el nematodo nodulador (Noling, 2009). Los nódulos llegan a medir de 3 mm a 2.5 cm de diámetro pero tienden a ser menores en plantas de Chile que en muchas otras hospedantes (Goldberg, 2009). El daño puede ser más severo cuando el nematodo interactúa con hongos y bacterias del suelo, formándose verdaderos complejos que disminuyen drásticamente la producción (Taylor y Sasser, 1983).

Los síntomas foliares producidos por estos organismos: amarillamiento, achaparramiento, marchitez durante los periodos con altas temperaturas, escaso follaje, las plantas enfermas son de menor tamaño al normal mientras que los frutos son pequeños y de poca calidad (Velázquez *et al.*, 2002).

La planta se torna susceptible a infecciones fungosas que entran a la planta a través del sistema radicular dañado. Por lo anterior el nematodo de los nódulos radiculares es uno de los peores enemigos de la planta del Chile (Mcmurchie, 2010).

2.7. Índice de agallamiento

De acuerdo con Barker (1985), existen varias escalas para medir el índice de agallamiento: a) El índice de 0 – 4, donde 0 = 0 agallas; 1 = 25; 2 = 50; 3 = 75 y 4 = 100 % de raíces con agallas. b) El índice de 0 – 5, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10; 2 = 20; 3 = 50, 4 = 80 y 5 = 100 % de raíz agallada. c) El índice de 1 – 6,

donde 1 = 0 agallas; 2 = 10; 3 = 20; 4 = 50; 5 = 80 y 6 = 100 % del sistema radicular con agallas. d) El índice de 0 – 10, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10; 2 = 20; 3 = 30; 4 = 40; 5 = 50; 6 = 60, 7 = 70; 8 = 80; 9 = 90 y 10 = 100 % del sistema radicular con agallas.

Asimismo, se trabaja con otro índice de agallamiento en escala de 1 – 5, basado en el número de agallas por sistema radicular y diámetro de agallas y así: 1 = Sin agallas o escasas agallas con un promedio de diámetro de agallas menores de 1 mm, 2 = Escasas agallas, con un promedio de diámetro de agallas entre 1 y 2 mm, 3 = Las agallas en su mayoría no están unidas, con un diámetro promedio entre 2 y 3 mm, 4 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio entre agallas entre 3 y 4 mm, 5 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio de agallas mayores de 4 mm (Maluf *et al.*, 2002).

2.7.1. Hospederos

El nematodo *M. incognita* es extremadamente polífago con un rango de hospedantes mayor de 3,000 especies de plantas. Se enlistan 874 cultivos como hospedantes de 7 u 8 especies de *Meloidogyne* en el Oeste de los Estados Unidos de América y actualmente se reportan en el mundo 80 especies del nematodo nodulador *Meloidogyne*. En México los cultivos de mayor importancia económica que han sido atacados por este nematodo son aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuate, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, frijol, garbanzo, guayabo, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, quelite, sandía, tabaco, tomate y vid, entre otros (Cepeda, 1996). *M. incognita* es

causante de daños importantes en el cultivo del chile en todo el mundo y puede ser particularmente problema en suelos arenosos y calientes (Goldberg, 2001).

2.8. Métodos de control

Existen algunos métodos para combatir a los nematodos, sin embargo su utilización esta supeditada a una serie de factores que en algunos casos no permiten su uso porque resultan poco prácticos y antieconómicos. La finalidad del control, no es la de eliminar en su totalidad a estos organismos, si no la de reducir su población hacia niveles que no afecten económicamente al cultivo. Para el control se consideran los siguientes métodos (Triviño y Quimi, 1984):

2.8.1. Control cultural

Entre las principales alternativas del control cultural se cita, la rotación de cultivos, por periodos de dos a tres años y de preferencia para cultivos de ciclo corto. También se recomienda una apropiada fertilización, toda vez que incorporando nutrientes al suelo, las plantas se presentan vigorosas y podrían compensar el daño. Otras prácticas aconsejadas consisten en dejar en barbecho al suelo, someterlo a preparación constante (arado) y control oportuno de malezas (Triviño y Quimi, 1984).

2.8.2. Control biológico

Aunque centenares de agentes de control biológico han sido comercializados mundialmente para el manejo de plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas, cuando el objetivo son los nematodos fitoparásitos aún hay muy pocos agentes de control biológico disponibles comercialmente (Paulitz y Belanger, 2001). El suelo es un recurso natural dinámico en el que conviven

millones de organismos vivos como artrópodos, anélidos, nematodos, algas, hongos y bacterias. Todos estos organismos realizan diversas funciones y participan en interacciones que permiten el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos en el suelo (Coleman *et al.*, 2004). Entre estas funciones algunos organismos compiten, inhiben, depredan o parasitan a los nematodos fitoparásitos y, por tanto reducen sus densidades (Kerry, 2000). Entre ellos algunas bacterias de los géneros *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, o *Pasteuria* y especies de hongos de los géneros *Aspergillus*, *Cylindrocarpon*, *Dactylella*, *Hirsutella*, *Myrothecium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pochonia* y *Verticillium* (Walia *et al.*, 2000; Eapen *et al.*, 2005; Singh y Mathur, 2010), ejercen un efecto depresor directo sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos por lo que pueden ser considerados como agentes de control biológico. Por otra parte, ciertos microorganismos rizosféricos, pueden establecer una relación beneficiosa con la planta hospedadora del nematodo, que permite reducir los síntomas de la enfermedad causada por estos, por lo que pueden ser considerados como agentes de protección biológica, principalmente algunas rizobacteria y hongos endófitos (Sikora *et al.*, 2008).

2.8.3. Control químico

La aplicación de nematicidas es prácticamente la única forma de controlar el nematodo de los nódulos radiculares en cultivos de alto valor (Brust *et al.*, 2003; Appleman y Hamner, 2003).

Para el control de *Meloidogyne* spp., se ha utilizado el método químico, donde el bromuro de metilo ha sido el fumigante de suelo que más efectividad ha

mostrado. Sin embargo, su uso ha sido restringido y en muchos países prohibido debido a los efectos nocivos que provoca al medio ambiente y al hombre (Cuadra *et al.*, 2007).

Aunque se han desarrollado muchas estrategias para manejar a los nematodos parásitos de plantas en los cultivos, el uso de nematicidas clásicos han sido el mayor método usado durante los 50 años pasados para minimizar el daño en la producción de algodón (Halbrendt y Lamondia, 2003).

Los nematicidas que han sido comúnmente utilizados en la producción de algodón a nivel mundial son los carbamatos y los organofosforados granulados y ambos son clasificados como no fumigantes (Nel *et al.*, 2007).

Los compuestos carbamatos y organofosforados han sido descritos como inhibidores de la acetilcolinesterasa en términos de su modo de acción, que es conocido como nemastático en lugar de nematicida. Así, el control de nematodos es adquirido desde la eclosión de los J2 de los huevos en el interior de las raíces de su hospedera se inhibe (Hough y Thomason, 1975). El control del nematodo de los nódulos radiculares ha estado llevándose a cabo con nematicidas químicos. Sin embargo, como el control químico provoca daños al medio ambiente y a la salud humana, el control biológico se ha convertido en una de las alternativas prometedoras (Kalele *et al.*, 2009).

En California (EUA), para el control de nematodos de los nódulos radiculares se recomiendan aplicaciones en pre plantación de los fumigantes: 1,3 Dicloropropeno; 1,3 Dicloropropeno/Cloropicrina y Metam sodio/Metam potasio (Ploeg *et al.*, 2009).

2.9. Avermectina

Las Avermectinas, son agentes insecticidas, acaricidas y nematocidas que han sido aislados de la fermentación de *Streptomyces avermitilis* Burg, un miembro de los actinomicetos. *Streptomyces avermitilis* produce lactones macrocíclicos llamados avermectinas, consideradas los más potentes compuestos nematocidas jamás compuestos (Hallmann *et al.*, 2007). Estos metabolitos de lactones macrocíclicos provocan una parálisis irreversible (Chen *et al.*, 2006). Las avermectinas están compuestas de 8 elementos diferentes denominados A1a, A1b, A2a, A2b, B1a, B1b, B2a y B2b (Shoop *et al.*, 1995). La forma de actuar de las avermectinas es bloqueando el neurotransmisor ácido Gama – aminobutírico (GABA) en la unión neuromuscular de insectos y ácaros. La actividad visible, tal como alimentarse o poner huevos, se detiene poco después de la exposición, aunque la muerte puede no sobrevenir durante varios días (Ware y Whitacre, 2004).

Avermectina en dosis B2a en dosis de 0.3 mg/ml, reporta eficiente para reducir el número de juveniles de *Meloidogyne incognita* infectando en vivo raíces de pepino (Wright, 1983).

2.9.1. Abamectina

Abamectina es el nombre común asignado a las avermectinas. Es una mezcla de avermectinas B (1a) y B (1b), que está siendo utilizada como tratamiento a la semilla para controlar a nematodos parásitos de plantas en algodónero y algunas hortalizas (Faske y Starr, 2006).

La abamectina actúa de una manera nueva y diferente para combatir las plagas, otros productos estimulan la actividad celular, la abamectina la detiene

incrementando la liberación del ácido gamma aminobutírico que es un neurotransmisor inhibitor de las terminales nerviosas dentro de la plaga. Esto disminuye o detiene los impulsos nerviosos necesarios para el movimiento de los músculos. Las plagas quedan paralizadas; el movimiento y la alimentación se inhiben y en un corto periodo los insectos mueren. Este modo de acción único hace que sea probable la resistencia cruzada de otros productos (Camarillo, 1994).

2.9.2. Abamectina como tratamiento a la semilla

La abamectina tiene una rápida degradación y su vida media es de 20 – 47 días (Chen *et al.*, 2006). Abamectina tiene un excelente potencial como tratamiento a la semilla, como componente de una estrategia de manejo integrado para manejar nematodos de los nódulos radiculares (Driver y Louws, 2006).

En Arkansas estudios con varios tratamientos con abamectina para el control del nematodo de los nódulos radiculares en algodónero, dieron como resultado plantas más vigorosas en comparación con los tratamientos que incluyeron Temik 15 G (Barham *et al.*, 2005).

Investigaciones preliminares han demostrado que la semilla tratada con Abamectina (Avicta) tiene un buen potencial para mitigar los daños temprano en temporada causados por el nematodo de los nódulos radiculares. En particular protege la parte apical de la raíz contra las infectivas larvas juveniles durante la germinación y al estado de plántula previniendo de esta manera el daño al tejido meristemático que a menudo da como resultados bifurcaciones de las raíces.

Además puede ser una efectiva herramienta en el MIP en combinación en otras estrategias de manejo (Becker, 2010).

El retrasar la penetración de nematodos durante el estado altamente sensible de la plántula es a menudo suficiente para el establecimiento de un vigoroso sistema radicular. El tratamiento a la semilla con el nematicida microbiano Abamectina en dosis de 7 a 20 g de i.a/ha otorga buena protección a plántulas de pepino desarrolladas en suelos infestados con *Meloidogyne incognita* (Becker *et al.*, 2004).

Avicta previene satisfactoriamente la alimentación significativa y daños producidos por nematodos (Syngenta, 2016).

2.9.3. Información técnica del producto evaluado

El producto Avicta FS 400, es un nematicida que tiene como ingrediente activo a la Abamectina al 40 %, equivalente a 400 g/litro AL, en una formulación foable. Actúa a nivel de las terminaciones nerviosas propiamente dichas o en la zona de contacto entre una fibra nerviosa y una fibra muscular. La Abamectina estimula la liberación masiva a este nivel de un compuesto químico el Ácido Gamma Aminobutírico o GABA, el cual cumple con la función de neurotransmisor. La presencia de grandes cantidades de GABA a nivel sináptico conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados en las terminaciones nerviosas, abre el canal de cloro, hiperpolarizan la neuronas, lo que produce las interrupciones de los impulsos nerviosos del parásito y en consecuencia de su muerte por parálisis flácida y eliminación del parásito. Este modo de acción original es propio de las avermectinas, entre ellas las

Abamectina y la destingue de las otras familias de sustancias antiparásitas (Chen *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera tiene una extensión territorial de 500, 000 ha y se ubica entre los paralelos 25 y 27 grados latitud norte y los meridianos 103 y 104 grados latitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 m sobre el nivel del mar, localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (Martínez, 2014).

Localización del Área Experimental

El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola Primavera – Verano 2016, en un macrotúnel localizado en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN – UL), que de acuerdo al programa informático Google Earth se encuentra ubicado geográficamente a los 25° 33' 24.78" latitud norte, 103° 22' 18.40" de longitud oeste a una altura media sobre el nivel del mar de 1124 m.

Características del clima

El clima en la Comarca Lagunera, según la clasificación de Koppen es árido, muy seco (estepario, desértico), es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco. La precipitación es escasa, encontrándose la atmósfera desprovista de humedad, con una precipitación media anual de 239.4 mm, siendo el periodo de máxima precipitación entre los meses de julio, agosto y septiembre (Martínez, 2014).

Variedad utilizada

La variedad que se utilizó para llevar a cabo el presente trabajo fueron semillas de Chile güero (variedad Santa Fe), sembradas en macetas de polietileno con capacidad de 3 kg, bajo condiciones de macrotúnel.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 macetas con capacidad para 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos con sus 4 repeticiones como se muestra en siguiente cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución de tratamientos con base al diseño experimental bloques completamente al azar, para evaluar Abamectina aplicado para tratamiento de semilla de chile güero para control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN – UL, Torreón, Coah., México. 2016.

1	4	3	4
3	2	1	2
2	3	4	3
4	1	2	1
I	II	III	IV

I, II, III, IV = Tratamientos
 1, 2, 3, 4 = n: Repeticiones
 n = 4; T = 4

Aplicación de tratamientos

Se llevó a cabo una sola aplicación del producto formulado a los tratamientos a evaluar con Abamectina (Avicta 400 FS), efectuándola en tratamiento a semilla de chile güero (Slurry) para cada uno de los tratamientos a evaluar por separado, excepto el testigo.

La aplicación de Avicta 400 FS consistió en vaciar la dosis recomendada en un recipiente con tapa de rosca para cada uno de los tratamientos por separado mezclando el producto con 1000 semillas de chile güero, excepto el testigo absoluto sin aplicación, como se describe en el siguiente cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos y dosis a evaluar en semilla de chile para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México. 2016

PRODUCTO	TRATAMIENTOS	
	Dosis mg i.a./1000 semillas	Dosis ml PF/1000 semillas
	–	–
Abamectina (Avicta 400 FS)	160.0	0.40
Abamectina (Avicta 400 FS)	240.0	0.60
Abamectina (Avicta 400 FS)	400.0	1.00

i.a. ingrediente activo, PF. Producto formulado. Fuente: Empresa Syngenta.

Muestreo de suelo

El día 11/05/2016, se colectó suelo infestado del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en 10 costales con capacidad de 50 kg. 5 de ellos se

llenaron con suelo colectado de plantas de trueno (*Ligustrum lucidum*), ya que son hospedantes del nematodo *Meloidogyne incognita* y el restante fue suelo que se colectó en parcelas con antecedentes de cultivos de melón (*Cucumis melo*) siendo este hospedante de este nematodo. Después, se hizo la homogenización de ambos suelos.

Posteriormente se extrajeron 10 submuestras de suelo con raíces, las raíces fueron disectadas en el Laboratorio de Parasitología y mediante un microscopio estereoscópico se lograron identificar los daños por el nematodo de los nódulos radiculares, siendo suelo favorable, apto para el establecimiento de las plantas de chile güero y lograr así la presente investigación.

Siembra

Después de haber realizado el muestreo del suelo a utilizar para el desarrollo de las plantas, el día 12/05/2016 se llenaron las 96 bolsas de 3 kg con el suelo colectado, para evitar la inanición de los nematodos expuestos al sol y al viento. Dichas macetas se colocaron encima de tarimas con el fin de que estas no tuvieran un contacto directo con el suelo. Las macetas se etiquetaron con su datos correspondientes, así como también se distribuyeron conforme el diseño experimental utilizado.

La siembra se realizó el día 04/06/2016 efectuándola con un riego de presiembra a tierra venida, se colocaron cuatro semillas por cada maceta para hacer eficaz la germinación y selección de la planta más vigorosa para su respectiva evaluación. La profundidad de siembra fue aproximadamente de 3 a 4

mm. Las semillas fueron sometidas a tratamiento con abamectina un día anterior a la siembra (24 horas).

Emergencia

Las plántulas emergieron a los 7 días después de la siembra, el día 11/06/2016 en un 92 % de las macetas, el otro 8% se llevó a cabo un día después.

Riegos

Los riegos se aplicaron diariamente a partir de la siembra, una aplicación ligera, esto con el objetivo de mantener la humedad del suelo.

Labores culturales

Las actividades culturales que se realizaron durante el desarrollo de la planta fue el control de maleza y el aporque, en forma manual con ayuda de herramientas de campo (pala, pico, azadón, etc). Ambas prácticas culturales se hicieron dos veces por semana para un buen manejo y desarrollo del cultivo. Asimismo, a los 10 días después de la emergencia se realizó el aclareo, dejando una sola plántula por maceta, para ser evaluada respectivamente.

Control de plagas y enfermedades

Se llevaron a cabo dos aplicaciones del insecticida metamidofos a dosis de 1 ml por litro de agua, ya que a los 20 días de desarrollo y crecimiento vegetativo se observaron en promedio 5 moscas blancas (*Bemisia tabaci* Genn.) por 8 plantas, por cada tratamiento establecido, logrando así la baja densidad poblacional de la plaga.

Registro de datos

A los 30 días después de la germinación, el día 11/07/2016 se llevó a cabo la evaluación del índice de agallamiento por medio de la escala visual de 1 a 6 establecida por Barker (1985), evaluando el sistema radicular de las plantas de las 6 macetas de cada unidad experimental (24 por tratamiento y 96 por los 4 tratamientos). Primero, se extrajeron las plantas con cierta humedad manejable de las macetas con apoyo de una pala pequeña y colocándolas en bolsas de polietileno etiquetadas para evitar la contaminación y deshidratación de estas. Posteriormente, la raíz fue lavada con agua bajo presión para que quedara totalmente libre de suelo, esta maniobra se realizó cuidadosamente para no dañar las raíces. Después de haberlas lavado se colocaron en papel periódico (etiquetados) para ser trasladados al laboratorio. Con un vernier se evaluó el diámetro de la base del tallo de las plantas de Chile; el peso de la raíz y del follaje con una báscula electrónica; la longitud de la planta con una regla graduada de 30 cm. Por último, la evaluación del índice de agallamiento con apoyo de un microscopio estereoscopio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que las plantas de chile güero de variedad Santa Fe se desarrollaron en suelos uniformemente infestados del nematodo agallador *M. incognita* y bajo condiciones de macrotúnel, se obtuvieron los siguientes resultados:

Vigor de las plantas

Para realizar la evaluación y determinación del vigor de las plantas, diámetro de la base del tallo, peso radicular, peso del follaje, altura de planta e índice de agallamiento en los diferentes tratamientos, se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de Tukey con una $\alpha = 0.05$ utilizando el paquete de análisis estadístico SAS[®], como también la escala propuesta por Barker de 0 a 6 (1985) para determinar únicamente el índice de agallamiento en el sistema radicular.

Diámetro de la base del tallo

La evaluación del diámetro de la base del tallo de las plantas de chile güero después de 30 días de la emergencia, según la prueba de Tukey, mostró que los resultados de los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa, como se observa en el cuadro 4 y figura 2.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.4258 cm resultó tener plantas ligeramente más vigorosas que el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.3175 cm, seguidos del tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.1767 cm y del tratamiento 1 (Testigo) con una media de 2.1408 cm.

Cuadro 4. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2016.

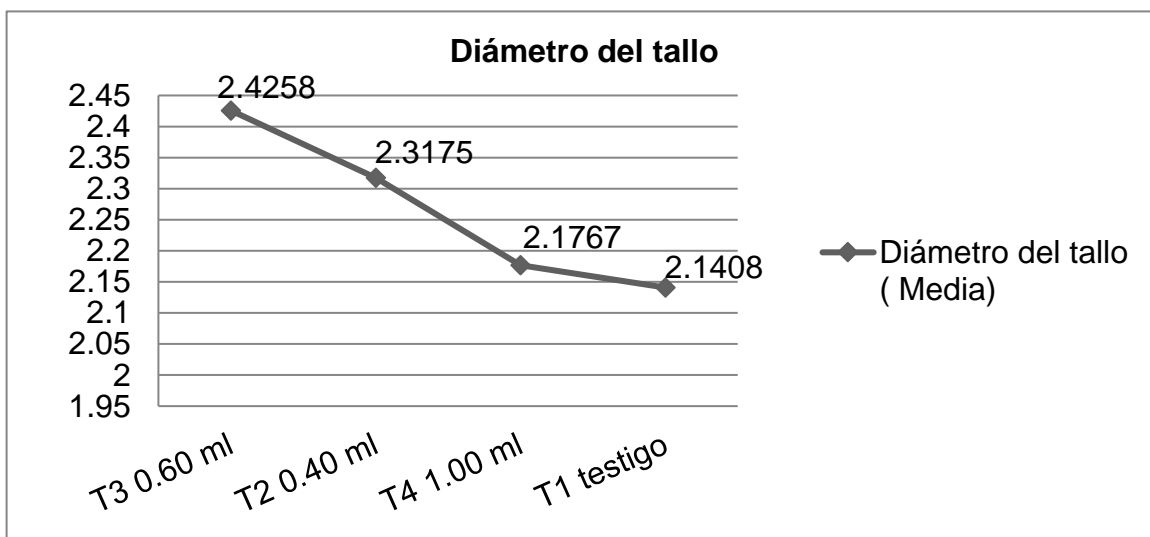
Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Diámetro del tallo (cm)	Comparación ($\alpha=0.05$)
3	0.60 ml	2.4258	A*
2	0.40 ml	2.3175	A
4	1.00 ml	2.1767	A
1	Testigo	2.1408	A

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.:24.17617

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.



Peso radicular

En la evaluación del peso radicular, la comparación de medias en la prueba de Tukey (cuadro 5 y figura 3), nos muestra que los resultados de los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa. Sin embargo, cabe señalar que numéricamente el tratamiento 1 (Testigo) con una

media de 0.3717 g muestra el mayor peso de la raíz, seguido por el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.2296 g, posteriormente el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.2212 g, por último el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.2067 g, siendo este el de menos peso radicular.

Cuadro 5. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.

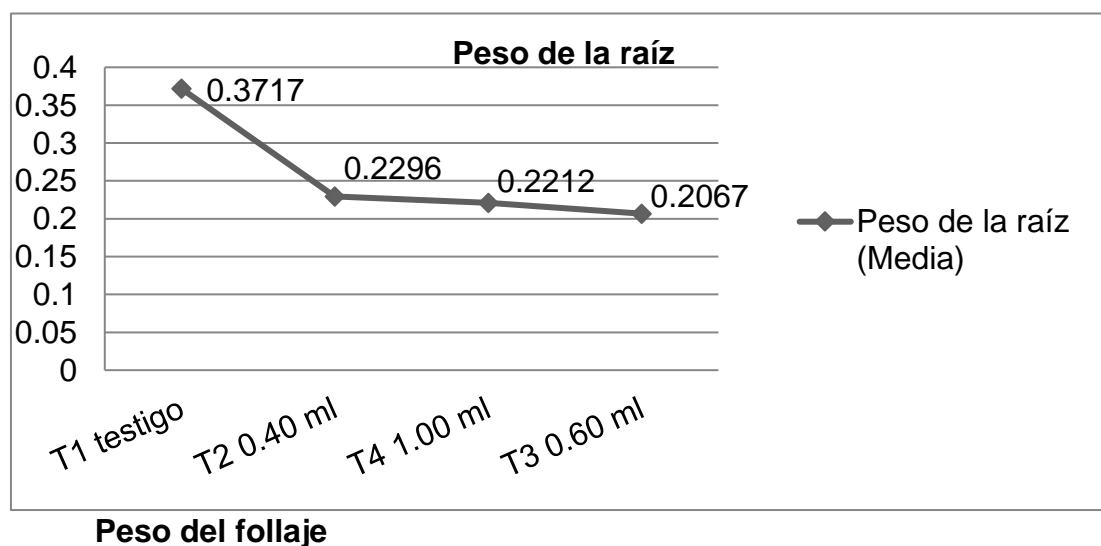
PF: Producto formulado

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Peso de la raíz (gr)	Comparación ($\alpha=0.05$)
1	Testigo	0.3717	A*
2	0.40 ml	0.2296	A
4	1.00 ml	0.2212	A
3	0.60 ml	0.2067	A

*Tratamientos con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05%

C.V.: 167.4162

Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.



De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso del follaje de las plantas de chile güero son estadísticamente iguales hablando y no existe una diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 6 y figura 4).

Sin embargo, cabe mencionar que en valor numérico el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor peso del follaje con una media de 3.1250 g, seguido del tratamiento 2 (0.60 ml/ de PF/1000 semillas) con una media de 3.0000 g, finalmente, los tratamientos 1 (Testigo) y 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) fueron los que mostraron un peso menor del follaje, presentando además la misma media de 2.9167 g.

Cuadro 6. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.

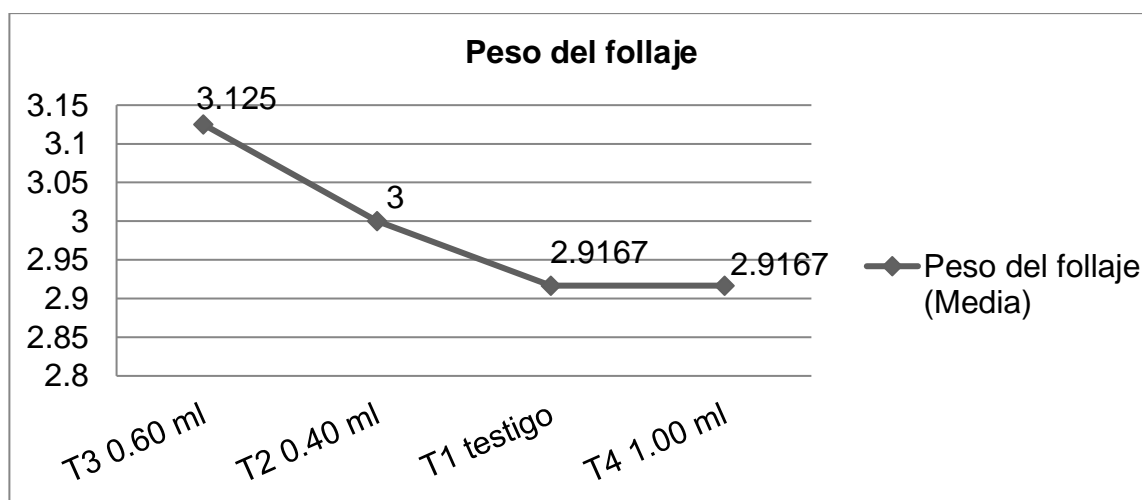
Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Peso del follaje (gr)	Comparación ($\alpha=0.05$)
3	0.60 ml	3.1250	A*
2	0.40 ml	3.0000	A
1	Testigo	2.9167	A
4	1.00 ml	2.9167	A

PF: Producto formulado

*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.: 42.75263

Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.



Altura de planta

Al evaluar la altura de las plantas de chile güero, de acuerdo a la comparación de medias de Tukey, los resultados de los tratamientos fueron estadísticamente iguales, no existiendo una diferencia significativamente como se muestra en el cuadro 7 y figura 4.

Sin embargo, cabe mencionar que numéricamente el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor desarrollo de altura de planta con una media de 9.1875 cm, seguido por el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 8.9167 cm, posteriormente el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 8.4583 y por último el tratamiento 1 (Testigo) que mostró una altura menor que los anteriores con una media de 8.0 cm de altura a los 30 días después de la emergencia.

Cuadro 7. Comparación de medias de altura de planta con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.

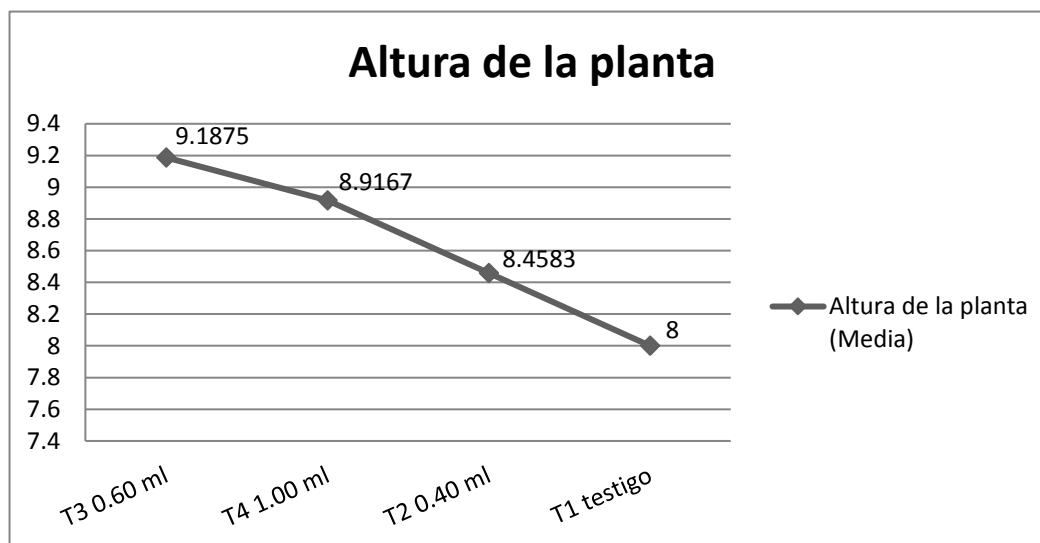
Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Altura de la planta (cm)	Comparación ($\alpha=0.05$)
3	0.60 ml	9.1875	A*
4	1.00 ml	8.9167	A
2	0.40 ml	8.4583	A
1	Testigo	8.0000	A

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.: 22.96328

Figura 4. Gráfica de medias de altura de planta con aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero para control del nematodo agallador en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.



Índice de agallamiento radicular

La evaluación del índice de agallamiento radicular con base a la prueba de Tukey en las plantas de chile güero después de 30 días de la emergencia se presenta en el cuadro 8 y figura 5. El resultado mostró que a nivel A, el tratamiento 1 (Testigo) con una media de 4.4583 y el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000

semillas) con una media de 3.2500 agallas radiculares son estadísticamente iguales. Posteriormente, a nivel B, el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 3.2500 y el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.0000 agallas radiculares son estadísticamente iguales, no existiendo una diferencia significativa. Por último a nivel C, el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.0000 y el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.4583 agallas radiculares, son estadísticamente iguales. Sin embargo, cabe señalar que numéricamente el tratamiento 1 (testigo) con una media de 4.4583 presentó el mayor valor numérico de agallas radiculares, siendo el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas), el cual mostró un menor número de agallas radiculares con una media de 1.4583.

Cuadro 8. Comparación de medias del índice de agallamiento radicular con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.

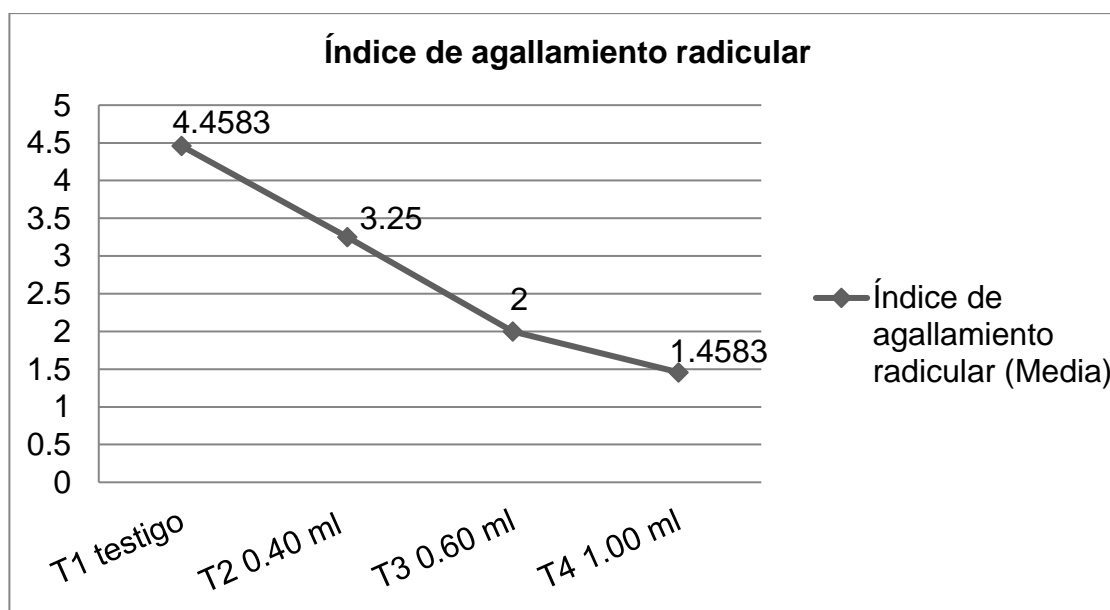
Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Índice de agallamiento radicular	Comparación ($\alpha=0.05$)		
1	Testigo	4.4583	A		
2	0.40 ml	3.2500	A	B	
3	0.60 ml	2.0000		B	C
4	1.00 ml	1.4583			C

P.F Producto formulado

*Tratamientos con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %.

C.V.: 65.37305

Figura 5. Gráfica de medias del índice de agallamiento radicular con la aplicación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de chile güero en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2016.



Para determinar y medir el índice de agallamiento radicular se utilizó la escala propuesta por Barker (1985), la cual está basada en el índice de 1- 6. De acuerdo con lo citado por Barker, los diferentes tratamientos obtuvieron a los 30 días después de la emergencia el mismo índice de agallamiento radicular pero con diferentes valores numéricos, siendo el grado 2 el índice de agallamiento para todos los tratamientos. Aún si, el tratamiento 1 (Testigo) con una media de 4.4583, fue el que presentó el mayor número de agallamiento radicular, seguido del tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 3.2500, posteriormente el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.0000 y, el de menor valor numérico fue el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.4583, siendo ésta la mejor dosis para obtener menos nódulos radiculares.

V. CONCLUSIONES

Con base a los resultados que se obtuvieron se concluye:

1. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 0.40 ml, 0.60 ml y 1.00 ml PF/1000 semillas de chile güero, ofrecieron numéricamente el mayor desarrollo del diámetro de la base del tallo a los 30 dds en comparación con el testigo, aunque estadísticamente hablando mostraron ser iguales. La mejor opción en valor numérico entre las dosis es la del tratamiento 3 de 0.60 ml de PF/1000 semillas, con una media de 2.4258 cm de diámetro de la base del tallo.
2. En la evaluación del peso radicular, numéricamente; el testigo obtuvo un mayor peso radicular con una media de 0.3717 g, seguido del tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.2296 g por lo que destaca como una mejor opción, recomendada para favorecer el desarrollo radicular de las plantas de chile güero. Sin embargo, estadísticamente son iguales.
3. Estadísticamente hablando, los resultados del peso del follaje son iguales. Sin embargo, cabe mencionar que en valor numérico el peso del follaje es totalmente favorecido con la dosis de 0.60 ml de producto formulado de Abamectina (Avicta 400 FS), la cual corresponde al tratamiento 3; obteniendo éste el mayor valor numérico con una media de 3.1250 g.
4. La mayor altura de planta, numéricamente se mostró en el tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) al tener una media de 9.1875 cm, por lo que se considera como una mejor opción para un buen crecimiento de las

plantas aunque estadísticamente hablando mostraron ser iguales según la prueba de Tukey al 0.05 %.

5. En la evaluación del índice de agallamiento radicular a nivel C, el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) destacó con un menor índice de agallas radiculares teniendo una media de 1.4583, en comparación al testigo, el cual mostró un mayor valor numérico con una media de 4.4583 agallas radiculares. Aunque estadísticamente el tratamiento 4 es igual al tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 2.0 agallas radiculares. Por lo que cabe mencionar que el tratamiento a semillas de chile güero con Abamectina evita la penetración de formas infectivas J2 del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*.
6. Finalmente, se sugiere el uso de las tres dosis de 0.40, 0.60 y 1.00 ml de producto formulado de Abamectina en el cultivo de chile güero (Avicta 400 FS), para el control de *Meloidogyne incognita* en suelos con altas infestaciones bajo condiciones de macrotúnel a los 30 días después de la emergencia, ya que en la evaluación; todos los parámetros presentaron un mayor desarrollo y por lo tanto se logra establecer una buena producción del cultivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Anaya R. y R. Nápoles. 1999. Hortalizas: Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México, D.F. pp. 64-70.
- Appleman, L. y D. Hanmer. 2003. Screening for root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) using lettuce. UW-L Journal of Undergraduate Research VI. 3 p.
- Arcos C., G., H. O. Pozo y A. Olivera. 1998. Tecnología para producir chiles jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. INIFAP. México. pp.128-162
- Arqueología Mexicana. 2016. La escala de picor del chile. [en línea] <http://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/la-escala-de-picor-del-chile> [fecha de consulta: 29/11/2016].
- Barham, J. D., T. L. Kirkpatrick y R. Bateman. 2005. Field evaluations of Avicta a new seed-treatment nematicide. Summaries of Arkansas Cotton Research 2005. Arkansas Agricultural Experiment Station. Research series 543. pp. 128-134.
- Bastarrachea F., J. A. 2007. Identificación de enfermedades que atacan al cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en la Comarca Lagunera (Ciclo Agrícola, 2006 . 51 p.
- Becker, J. O., B. Slaats y D. Hofer. 2004. Cucumber seed coating with abamectin guards against early root damage by root- knot nematodes. [en línea]. <http://apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp>. [fecha de consulta: 18/11/2016].
- Biodiversidad Mexicana (BD). 2016. Chile/chili. [en línea] <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/alimentacion/chile.html>. [fecha de consulta: 25/11/2016].
- Brust, E. G.; W. D. Scout y J. M. Ferris. 2003. Root-knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [en línea]. Purdue University. E-212-

W. 3. p.
<http://72.14.205.104/search?q=cache:Z9S9Na413kj:www.entm.purdue.edu/Entomology/htm> [fecha de consulta: 16/10/2016].

Camarillo M., A. 1994. Eficacia de avermectina en combate del minador de la hoja (*Liriomyza* spp.) en el chile jalapeño. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coah. México. 33 p.

Cassares E. 1981. Producción de hortalizas. 3 ed. IICA, San José Costa Rica. pp. 107-117.

Castillo T., J. 1987. Micología general. Editorial Limusa. México. pp. 97-100.

Catalán V., E. A., M. M. Villa C., M. A. Inzunza I., I. Sánchez C., F. Mendoza M. y A. Román L. 2007. Fertilización y riego del cultivo del chile en la Región Lagunera. INIFAP-CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango. Folleto técnico 9. 27 p.

Cepeda S., M. 2001. Nematodos de los frutales. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. 204 p.

Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. pp. 132- 188.

Chen, X., S. Muller y J. O. Becker. 2006. Improved Plant Protection Against Root-Knot Nematodes by Combining Biological Control and Biorational Approaches. [en línea]. University of California. Riverside, Ca. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-picudo-del-chile#sthash.QQjkQ46N.nMannYpJ.dpbs>. [fecha de consulta: 15/10/2016].

Ciencia Picante. 2004. La Alimentación. Nutrición y Ciencia. [en línea] <http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/514.html>. [Consulta: 15/11/2016].

- Coleman, D. C., D. Crossley y P. Hendrix. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. 2nd Ed. Academic Press. New York. USA. 408 pp.
- Conti M., D. 2000. Principales virus de las plantas hortícolas. Ediciones Mundiprensa. España. 205 p.
- Cuadra R., J. Ortega., L. Soto y María de los A. Zayas. 2009. Efecto del dazomet en el control de nematodos agalleros en la producción de pepino en condiciones de cultivo protegido. [en línea] Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura tropical. Santiago de Las Vegas, boyeros, ciudad de la Habana, Cuba. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-275220090001000108script=sci_arttext. [fecha de consulta: 10/11/2016].
- Driver, J. G., y F. L. Louws. 2006. Effects of seed treatment to manage nematodes as an alternative to methyl bromide on cantaloupe. [en línea]. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. Raleigh, N.C. <http://mbao.org/2006/06PowerPoints/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20%20Biorationals/Driver.pdf>. [fecha de consulta: 12/11/2016].
- Eapen, S. J., B, Beena y K, Ramana. 2005. Tropical soil microflora of spice based cropping systems as potential antagonist of root-knot nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology* 88: 218-225.
- Eisenback, J. H., J. Sasser y A. Triantaphyllou. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* sp), con una clave pictórica. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Raleigh, Carolina Norte, USA. 48 p.
- El Siglo de Torreón. 2016. Resumen Económico y Compendio Noticioso 2015. Torreón, Coah. 24 p.
- Faske, T. R. y J. L. Starr. 2006. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectin. [en línea]. INIST-CNRS. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18114435.htm>. [fecha de consulta: 12/11/2016].

- Faske, T. R. y J. L. Starr. 2007. Cotton root protection from plant- parasitic nematodes by abamectin treated- seed. *Journal of nematology*, 39 (1): 27-30.
- Ficheras. 2014. Chile güero. [en línea].
<http://www.lasficheras.com/chile-guero/>. [fecha de consulta: 03/12/2016].
- Galindo., G., C. López M., B. Cabañas C., H. Pérez T y M. Robles M. 2002. Caracterización de productores de chile en el altiplano. Folleto técnico No. 5 INIFAP-campo experimental. 102 p.
- Goldberg, N. P. 2001. Chile Pepper Diseases. New México State University. Circular 549. [en línea].
http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/circ549.html [fecha de consulta: 08/10/16].
- Halbrendt, J. M y J. A. Lamondia. 2003. Crop rotation and other cultural practices. (In: Chen, Z.X., Chen, S. Y. & Dickson, D. W., (eds) *Nematology: advances and perspectives*, volume 2: nematode management and utilization. p.p. 909-924).
- Himmel, P. T. 2003. Tobacco mosaic virus and Tomato mosaic virus. *Compendium of pepper diseases*. APS Press. pp. 30-39.
- Hough, A. I., J. Thomason y W. J. Farmer. 1975. Behaviour of aldicarb in soil relative to control of *Heterodera schachtii*. *Journal of nematology*, 7(3):214-221.
- I A (Innovación Agrícola). Variedades y características del chile 2016. [en línea].
http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=388
[fecha de consulta: 03/12/2016].
- Infoagro (Agroinformación). 2016. El cultivo de pimiento. [en línea].
<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento2.htm> [fecha de consulta: 10/10/2016].

- Intagri (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura). 2016. Manejo Integrado del Picudo del Chile. [en línea]. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-picudo-del-chile#sthash.QQjkQ46N.nMannYpJ.dpbs> [fecha de consulta: 08/11/2016].
- Kalele, D. N., A. Affokpon., J. Goosemans y W. Kimenju. 2010. Suppression of root-knot nematodes in tomato and cucumber using biological control agents. [en línea]. University of Nairobi. Afr. J. Hort. Sc2010) 3:72-80 <http://hakenya.net/wp.content/uploads/2010/vol3paper06.pdf>. [fecha de consulta: 12/10/2016].
- Kerry, B. R. 2000. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology 38: 423-441.
- Long, T. J. 2011. El Capsicum a Través de la Historia Mexicana. [en línea].Conaculta-inah-México.19 p. www.fundacionherdez.com.mx/pageFlip/EIChile_01.pdf [fecha de consulta: 05/11/2016].
- López P. 2014. Diferentes tipos de chiles. [en línea]. <https://pequiniski.wordpress.com/2014/06/29/diferentes-tipos-de-chiles/>. [fecha de consulta: 03/02/2016].
- Maluf, W. R., S. M. Acevedo., L. A. Gómez A. y A. C. Barneche. 2002. Inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. [en línea]. Genet. Mol. Res. 1(1):64-71. http://www.funpeerp.com.br/gmr/year2002/vol11/gmr0008_full_text.html. [fecha de consulta: 16/10/2016].
- Martínez P., O. R. 2014. Determinación de producción de fruto fresco de diez poblaciones de chile (*Capsicum annum* L.) tipo Mirasol . Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coah. México. 22 p

Mcmurchie J. 2010. The effect of nematodes on peppers. eHow Scientology Organization. [en línea].

http://www.ehow.com/facts_7167749_effect-nematodes-peppers.html

[fecha de consulta: 12/10/2016].

Mendoza Z. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas. Editorial Trillas. México. pp. 36-40.

Nabhan G. 1985. For the Bird: the Red-hot Mother of Chiles, en *Gathering the Desert*. Tucson, Arizona, The University of Arizona Press, pp. 123–133.

Nabhan, G., M. Slater y L. Yarger, (1990) "New Crops Small Farmers in Marginal Lands? Wild Chiles as a Case Study" en M. Altieri M. y S. Hecht, S. (eds.) *Agroecology and Small Farm Development*, EUA, pp. 19–34.

Nel, A., M. Krause y N. Khelawanlall. 2007. A guide for the control of plant pests. 40th Edition. Department of Agriculture, Republic of South Africa. Pretoria: Government Printer. 275 p.

Noling, J. W. 2009. Nematode management in cucurbits (cucumber, melons, squash. *Entomology and nematology*. Departament. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. ENY – 025. [en línea].

<http://edis.ifas.ufl.edu/ng02>[fecha de consulta: 13/10/2016].

Paulitz, T. C. y R. R. Belanger. 2001. Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathology* 39: 103-133.

Peña A., M. Ramírez y S. Alvarado. 2009. Analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in peppers and pepper sauces by solid phase microextraction –gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1216: 843-847.

- Pickersgill, B. The domestication of plants in the Americas. Insight's from Mendelian and Molecular Genetics". *Annals of Botany*. Num 100, 2007, pp 925-940.
- Ploeg A., U. C. Koderá y B. B. Westerdahl. 2009. Peppers Nematodes. IPM. Online. University of California. UC ANR Public. 3460. [en línea]. <http://ipm.ucdavis.edu/PMG7r604200111.html> [fecha de consulta: 12/10/2016].
- Giles F. Productores de hortalizas. 2014. Estrategias de agricultura de conservación. La edición Verde. México. 44 p.
- Reddick, B. B. 2003. Tobacco etch virus. *Compendium of pepper diseases*. APS Press. pp. 38.
- Sikora, R. A., A. Felde., B. Niere. y A. A. Dababat. 2008. Mutualistic endophytic fungi and in planta suppressiveness to plant parasitic nematodes. *Biological Control* 46 (1): 15-23.
- Singh S. y N. Mathur. 2010. In vitro studies of antagonistic fungi against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Biocontrol Science and Technology* 20 (3). 275- 282.
- Syngenta. 2016. Know more, grow more. Seed treatment stands up to nematodes. [en línea]. www.knowmoregrowmore.com [fecha de consulta: 18/10/2016].
- Taylor, A. R., y J. N. Sasser. 2006. Efficacy of Abamectin as a seed treatment for control of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on cotton. A Dissertation of Doctor in Philosophy. Texas A&M University. 87 p.
- Taylor J y J. Sasser. 1983. Biología e identificación y control de los nematodos del nudo de a raíz (especies de *Meloidogyne*). Raleigh. Universidad Carolina del Norte. 111 p.

- Triviño G., C y V. A. Quimi. 1984. Los nematodos agalladores de raíces del género *Meloidogyne*. INIAP. Quito, Ecuador. pp. 6-8. [en línea] https://books.google.com.mx/books?id=csYzAQAAMAAJ&pg=PA7&dq=CONTROL+CULTURAL+DE+NEMATODOS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjKn_2V8dDQAhXq7oMKHfZSA7QQ6AEISjAl#v=onepage&q=CONTROL%20CULTURAL%20DE%20NEMATODOS&f=false [fecha de consulta: 15/11/2016].
- Tucker S. 1996. Capsaicin and Dihydrocapsaicin. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Method 5041. Fourth Edition. 5/15/96.
- Urias M., C. y T. Alexandre. 1999. Los virus y su impacto en la producción agrícola. Editorial Trillas. México. pp. 92-120.
- Valadéz L., A. 1997. Producción de hortalizas. Ed. Limusa, México. pp. 78-91.
- Velázquez V., R., A. M. Medina M. y J. Mena. 2002. Guía para identificar y Manejar las Principales Enfermedades Parasitarias del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto técnico No. 20. INIFAP. 240 p.
- Walia, R. K. y R. Vats. 2000. Fungal antagonist of Phytonematodes. In: Biocontrol Potential and its Exploitation in Sustainable Agriculture: Crop Diseases, Weeds, and nematodes, Vol 1. Upadhyay, R. R., Mukerji, K. G., Chamola, B. P. (Eds). Kluwer Academic Plenum. New York. USA. pp. 155-172.
- Ware, G. W., y D. M. Whitacre. June 2004. Radcliffe IPM World Textbook. An Introduction to Insecticides. [en línea]. 4th Edition. University of Minnesota. <http://ipmworld.umn.edu/Cancelado/spchapters/w&winseetSP.htm>. [fecha de consulta: 14/11/2016].
- Wright, D. J. 1983. Efficacy of avarmectins against a plant parasitic nematode. *Annals of Applied Biology* 103: 465-470.