

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



“EVALUACION DE ABAMECTINA EN EL TRATAMIENTO A SEMILLA DE CHILE JALAPEÑO *Capsicum annuum* var. PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DE LOS NÓDULOS RADICULARES *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood,”

POR:

IGNACIO VELÁZQUEZ DÍAZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

"EVALUACION DE ABAMECTINA EN EL TRATAMIENTO A SEMILLA DE CHILE JALAPEÑO

Capsicum annum var. PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DE LOS NÓDULOS

RADICULARES *Meloidogyne incognita* (Kofoid White) Chitwood,"

POR:

IGNACIO VELÁZQUEZ DÍAZ.

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. COMITÉ DE ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

ASESOR PRINCIPAL:


ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO


ASESOR:


DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

ASESOR:


M.C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

ASESOR SUPLENTE:


M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO.


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. IGNACIO VELÁZQUEZ DÍAZ
QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

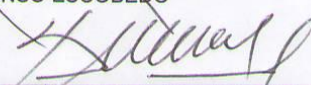
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:


PRESIDENTE:


ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL:


DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL:


M.C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE:


M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO.


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

FEBRERO 2014

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS:

Por haberme regalado toda la dicha y felicidad de tener una familia maravillosa y por culminar mi carrera tomándome de su mano en los momentos difíciles de mi vida.

A MIS PADRES:

Armenio Velázquez Pérez y Olga Ema Díaz Roblero.

Por estar conmigo siempre apoyándome y confiar en mí. Son los mejores padres del mundo. ¡Los quiero mucho! ¡Gracias por todo!

A MIS HERMANOS:

A mis hermanas, Gladis, Juani Elizabeth, Ninfa, Evila, Meraría Mirna, Ángela, Ebodiay a mis hermanos Ovilio, Ángel, Edilser, Dogabier, Isaías, Huber, que siempre han estado en mis problemas y dificultades y han sido unos excelentes hermanos. ¡Gracias por estar conmigo!

A MIS MAESTROS:

A todo el grupo de maestros que forman el Dpto. de Parasitología al Ing. José Alonso Escobedo, Dr. Javier Sánchez Ramos, Dr. Javier López Hernández, Dr. Florencio Jiménez Díaz, Dr. Vicente Hernández, M.C. Claudio Ibarra Rubio, Ing. Bertha Cisneros Flores y al Dr. Teodoro Herrera Pérez. A todos ustedes gracias por enseñarme mucho de sus experiencias y conocimientos, por preocuparse por mi formación profesional. También a Gaby y a Chelis, por ayudarme y apoyarme en todo este tiempo.

A MIS AMIGOS:

A aquellos con los que compartí muchas alegrías y tristezas gracias por su amistad, a Francisco Sánchez Rivera, Leopoldo Pérez de la Cruz, Raúl Asael Galicia Soriano, Ángel Avilés Morales, Carmen Pérez Gutiérrez, Norberto Morales Cortero y Lilia del Ángel Morales entre otros. ¡Gracias por su amistad en todo este tiempo!

¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!

**DEDICATORIAS
A DIOS:**

Por regalarme día a día la alegría de vivir y nunca me abandono en los momentos difíciles de mi vida de ser feliz con el cariño de mis padres y de mis hermanos por regalarme la vida y hacerme un espacio en su corazón porque a cada paso que doy siempre tomas de la mano y me ayudas a salir adelante. ¡Dame fuerzas para seguir triunfando!.

A MI ALMA MATER:

A mi Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna y al Departamento de Parasitología por recibirme y albergarme todo este tiempo en sus brazos, alimentándome con su sabiduría, brindándome su apoyo, su cariño y por darme la oportunidad de crecer como ser humano y especial mente por formarme en mi Carrera Profesional que es el sueño de mi vida.

A MIS PADRES:

Armenio Velázquez Pérez y Olga Ema Díaz Roblero.

Dedicó este trabajo de investigación a mis padres por confiar siempre en mí a un que con el esfuerzo de ellos puedo salir adelante y lograr mis objetivos que un día me propuse y por todo el tiempo que les robe pensando en mí sacrificando gran parte de su vida pensando en mi futuro por cual viviré eternamente agradecido. Con mucho amor y respeto. Que Dios los bendiga.

A MIS SINODALES:

El Ing. José Alonso Escobedo, Dr. Florencio Jiménez, M.C. Javier López Hernández y M.C. Claudio Ibarra Rubio.

A ustedes gracias por su valiosa cooperación en la revisión de este trabajo, por ser una valiosa persona digna de admirar sus talentos y experiencias laborales, satisfecho, por haber adquirido parte de sus sabios consejos y conocimientos y por ser unos buenos profesores enseñando su amplia experiencia en la vida y por ser grandes amigos .

¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!

RESUMEN.

El presente estudio se realizó en el mes septiembre bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL, situada en el municipio de Torreón, Coahuila. Evaluando la eficiencia de 3 dosis de Abamectina correspondiente a 0.40 ml, 0.60 ml, 1.00 ml en semillas de chile jalapeño para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*.

Los tratamientos a evaluar se ubicaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar: T1 0.40 ml, T2 0.60 ml, T3 1.00ml T4, Testigo absoluto con 4 repeticiones; cada unidad experimental incluía 6 macetas con capacidad de 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.

Se realizó la evaluación de los diferentes parámetros obteniendo los siguientes resultados: Respecto al diámetro de la base del tallo. El tratamiento 1 (0.40ml/1000 semillas) fue significativamente diferente a los otros tratamientos, con una media de 0.425 cm presentó el mayor diámetro de tallo de plantas, seguido por el tratamiento 3 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.354 cm y 2 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.312 cm; se obtuvieron medidas de tallos que resultaron estadísticamente iguales y el testigo sin aplicación con una media de 0.304 cm mostró los menores valores del diámetro del tallo, de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey.

En lo que respecta a longitud de las raíces, el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 30.2 cm mostró tener plantas ligeramente más vigorosas que el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 29.4 cm seguidos del tratamiento 4 correspondiente al testigo y el tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una longitud radicular media de 28.8 cm.

En el caso de la evaluación del peso radicular el tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) obtuvo una media de 0.86 g, siendo el tratamiento que mostró mayor peso radicular, seguido del tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media 0.65 g, y posteriormente el testigo con un media de 0.60 g.; en último lugar estuvo el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media 0.32 g.

En lo que se refiere a altura de plantas de chile jalapeño, los tratamientos 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas), 4 que corresponde al testigo y 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) y tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) resultaron estadísticamente iguales. Sin embargo, el tratamiento 3 exhibió una diferencia mínima de altura con la menor altura con una media 28.8 cm, por otra parte el tratamiento 1 registró una altura significativa con una media de 30.2 cm seguido por el tratamiento 2 con una media de 29.4 cm y el tratamiento 4 que corresponde al testigo con una media de 29.0 cm.

En cuanto al peso del follaje de las plantas del chile jalapeño el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor peso obteniendo una media

de 6.6708 g, mostrando una diferencia mínima en peso con respecto al tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo un peso con una media 6.6583 g, seguido del tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo un peso con una media 5.9083, y en último lugar se ubica el tratamiento 4 correspondiente al testigo quien fue el que menor peso del follaje obtuvo con una media de 5.1792 g.

Índice de agallamiento de acuerdo a la prueba de Tukey, se muestra que existe una diferencia significativa en el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.2500 agallas radiculares seguido, por el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.1667 agallas radiculares con respecto a los tratamientos 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.6250 agallas radiculares y el tratamiento 4 (testigo absoluto) con una media de 0.4583 agallas radiculares que fueron iguales estadísticamente hablando.

Palabras claves: *Capsicum annuum* var, *Meloidogyne incognita*, Abamectina, nódulos radiculares.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| AGRADECIMIENTOS. | i |
| DEDICATORIAS | ii |
| RESUMEN. | iii |
| INDICE | vii |
| INDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE GRAFICAS | ix |
| I.INTRODUCCIÓN. | 1 |
| 1.1. Objetivo: | 4 |
| 1.2. Hipótesis: | 4 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA. | 5 |
| 2.1. Características generales del chile jalapeño. | 5 |
| 2.1.1. Origen. | 5 |
| 2.1.2. Clasificación taxonómica del chile jalapeño Perry, <i>et al.</i> (2009). | 5 |
| 2.1.3. Distribución geográfica. | 6 |
| 2.1.4. Especies cultivadas. | 6 |
| 2.1.5. Importancia de su cultivo. | 6 |
| 2.1.6. Características morfológicas del chile jalapeño. | 7 |
| 2.2. Importancia del chile jalapeño en México. | 8 |
| 2.2.1. Superficie sembrada. | 8 |
| 2.2.2. Producción. | 11 |
| 2.2.3. Consumo. | 12 |
| 2.2.4. Comercialización. | 13 |
| 2.2.5. Exportación de chile jalapeño. | 13 |
| 2.3. Importancia del chile jalapeño en la Comarca Lagunera. | 15 |
| 2.4. Problemas fitosanitarios del chile jalapeño. | 16 |
| 2.4.1. Principales plagas del chile. | 16 |
| 2.4.2. Enfermedades causadas por hongos. | 16 |
| 2.4.3. Enfermedades causadas por virus. | 17 |
| 2.4.4. Enfermedades causadas por nematodos e historia. | 17 |
| 2.5. Taxonomía, morfología, biología, hábitos y daño de <i>Meloidogyne</i> spp. | 19 |
| 2.5.1. Ubicación taxonómica. | 19 |
| | vi |

| | |
|--|----|
| 2.5.2. Características morfológicas. | 20 |
| 2.5.3. Hospedantes. | 21 |
| 2.5.4. Ciclo de vida. | 22 |
| 2.5.5. Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp y su relación con daño. | 24 |
| 2.6. Síntomas causados por <i>Meloidogyne</i> . | 26 |
| 2.6.1. Efectos de la infección de <i>Meloidogyne</i> sobre el desarrollo de la planta. | 28 |
| 2.6.2. Interacción hospedero – parásito. | 30 |
| 2.7. Manejo integrado de nematodos. | 32 |
| 2.7.1. Control cultural. | 33 |
| 2.7.1.1 Barbecho. | 34 |
| 2.7.1.2. Inundación. | 35 |
| 2.7.1.3. Solarización. | 35 |
| 2.7.2. Rotación de cultivos. | 35 |
| 2.7.3. Variedades resistentes. | 37 |
| 2.7.4. Control biológico. | 38 |
| 2.7.5. Control químico. | 39 |
| 2.8. Información técnica del producto evaluado. | 46 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS. | 47 |
| 3.1. Lugar de realización del estudio. | 47 |
| 3.2. Diseño experimental utilizado. | 47 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. | 52 |
| V. CONCLUSIONES. | 63 |
| VI. RECOMENDACIONES. | 64 |
| VII. LITERATURA CITADA. | 65 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Cuadro 1. Superficie sembrada con chile jalapeño en México de 2004 a 2012 | 10 |
| Cuadro 2. Producción anual en toneladas de chile jalapeño en México de 2003 a 2008 | 12 |
| Cuadro 3. Relación de exportaciones – producción de chile jalapeño de 2004 a 2012 | 15 |
| Cuadro 4. Resumen de la producción de chile jalapeño en la Comarca Lagunera 2009-2012 (SAGARPA, 2011). | 15 |
| Cuadro 5. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar Abamectina (Avicta 400 FS) aplicado en el tratamiento a semilla de chile jalapeño para el control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en Torreón, Coah., México. 2011 | 47 |
| Cuadro 6. Tratamientos y dosis a evaluar en tratamiento de semilla para el control del nematodo agallador del chile jalapeño (<i>Meloidogyne incognita</i>) en Torreón, Coah., México. 2013. | 48 |
| Cuadro 7. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. | 52 |
| Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. | 54 |
| Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación de altura de plantas con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2008. | 55 |
| Cuadro 10. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. | 57 |
| Cuadro 11. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. | 58 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

- Gráfica 1.** Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. **53**
- Gráfica 2.** Gráfica de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. **54**
- Gráfica 3.** Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2008. **56**
- Gráfica 4.** Gráfica de medias en la evaluación de la altura de plantas con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2008. **57**
- Gráfica 5.** Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. **59**
- Gráfica 6.** Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2011. **60**

I. INTRODUCCIÓN.

La superficie sembrada de chile jalapeño en la Comarca Lagunera ha presentado poca fluctuación a través de los últimos años, registrando una superficie de 642 has en el ciclo agrícola otoño– invierno en 2009, disminuye a 576 has en el ciclo de 2010, incrementándose en 2011 a 698 has en primavera – verano observándose una disminución a 483 has en 2012 (Mendoza, 2010).

Las plagas y enfermedades en los cultivos hortícolas constituyen uno de los factores de mayor riesgo de pérdida en la producción. En general existen dos tipos de agentes causales de enfermedades en los cultivos: los bióticos (enfermedades parasitarias o infecciosas) donde se encuentran los hongos, virus, bacterias y los nematodos. Estos últimos son los causantes de las enfermedades más importantes en las hortalizas y otros cultivos(Lujan, 2010).

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo desde la siembra, desarrollo vegetativo, fructificación y cosecha, el chile es atacado por diferentes enfermedades ocasionadas por una gran diversidad de organismos entre los cuales se encuentran: Ahogamiento o *Damping off* *pythium*spp, Marchites del chile (*Phytophthora capsici* L.), Cenicilla *Podosphaera xanthii*, Marchitez vascular causado por *Fusarium*spp y *Verticillium dahliae* (Kleb). Otros agentes causales de enfermedades son los virus Jaspeado del Tabaco (TEV), Virus Mosaico del Pepino (CMV), Virus mosaico del Tabaco (TMV), un begomovirus denominado Virus Huasteco del Chile (transmitido por mosquita blanca) y la presencia de un nuevo virus, el del Mosaico Clorótico del Chile dulce, detectado en Sinaloa y Sonora y que ha causado fuertes daños en los chiles (Lujan, 2010).

Dentro de las plagas se encuentran: *Paratriozabactericeracockerelli*, Mosquita blanca *Bemisiatabaci* y *B. argentifolii* (Genn), pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer), además de otras plagas importantes como el picudo del chile *Anthonomuseugenii* (Cano), los trips *Thripstabaci* y *Frankliniella occidentales* (Pergande), minador de la hoja *Lyriomyza sativa* y *L. trifolii* (Burgees), gusano del fruto *Heliothiszea*, gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner), pulga saltona *Epitrixcucumeris* (Harris). De las cuales las más sobresalientes son Paratrioza y picudo del chile(SIAP, 2010).

El nematodo agallador o de los nódulos radiculares es el de mayor importancia económica por los daños que produce. También, se reporta atacando a chile jalapeño al nematodo reniforme *Rotylenchulusreniformis*, el nematodo lesionado *Pratylenchus* spp, el nematodo lanza *Hoplolaimus* spp, y el nematodo de los falsos nódulos radiculares *Naccobus* spp, (INIFAP, 2011).

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 14 %(Stirling *et al.*, 2005).

Los nematodos parásitos de plantas causan, cada año, una pérdida estimada de 17 % en cultivos de hortalizas y frutales económicamente importantes en los Estados Unidos de América (Appleman y Hanmer, 2006).

De los nematodos fitoparásitos el género *Meloidogyne*, nematodo agallador o nodulador, es el que más daño causa en hortalizas y se encuentra ampliamente distribuido en las regiones hortícolas de México y en el mundo (Cepeda, 2004). Actualmente se reportan en el mundo 75 especies del nematodo agallador *Meloidogyne* (UCDb, 2006). La mayoría de las plantas son extremadamente susceptibles a los nematodos agalladores (Noling, 2005).

En la comarca lagunera las pérdidas en *Capsicum* por causa del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* se presentan temprano en temporada. *Meloidogyne incognita* es la especie de nematodo agallador que se encuentra distribuido e infestando todas las áreas hortícolas de la Comarca Lagunera y México (Guzmán, 2010).

1.1. Objetivo:

Evaluar la eficacia biológica de 3 dosis de Abamectina, en tratamiento a semillas de chile jalapeño cultivado en macetas, para el control del nematodo de los nódulos radiculares (*Meloidogyne incognita* **Chitwood**).

1.2. Hipótesis:

La semilla del chile jalapeño tratada con Abamectina, evita en el estado susceptible de la plántula la penetración a la raíz de formas infectivas J2 de *Meloidogyne incognita* en un período de 30 días después de la siembra, dando lugar a plantas más vigorosas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Características generales del chile jalapeño.

2.1.1. Origen.

El nombre viene del náhuatl, *chilli* tiene su centro de origen en Méxicopertenece al género *Capsicum* y la especie *annuum* de la familia de las solanáceas es considerada como la más conocida y difundida en el mundo (Canales, 2007). México reporta una área sembrada de 158,446 hectáreas de chiles, donde el tipo jalapeño ocupa el primer lugar con 34, 831 hectáreas, es decir el 22% del total (SIAP, 2010). El 55% de la producción de chiles se destina al consumo en verde o fresco; 40% para la industria y el 5% restante para deshidratado o secado (Ramírez *et al.*, 2010).

2.1.2. Clasificación taxonómica del chile jalapeño (Salvador, 2010).

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanáceas*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Capsiceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Subespecie: *C. annum var. Annuum*

2.1.3. Distribución geográfica.

Esta especie originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América esta difundida como cultivo en todo el mundo (Tamaro, 2006). En México se tiene registrado áreas de cultivo de esta especie para los estados de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Zacatecas Veracruz y Yucatán (Fernández, 2009).

2.1.4. Especies cultivadas.

La familia de las solanáceas es de las más importantes para el hombre debido que dentro de ellas se encuentran muchas especies que le son de utilidad, ya que representan una fuente de alimento principalmente. Existen cinco especies cultivadas, *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. y *C. pubescens* Ruiz & Pav. En México, también se registran variantes cultivadas de las especies *C. chinense* Jacq., y *C. pubescens* y la presencia reducida de *C. frutescens*. Las variedades: Jalapeño, Bell-peper, Poblano y Serrano integran el 78% de la producción Nacional de chile fresco 1,537.9 miles ton (Lujan, 2010).

2.1.5. Importancia de cultivo.

En la República Mexicana las principales *Solanáceas* son: tomate (*Solanum lycopersicum*), pimiento (*C. annuum*), chile habanero, (*Capsicum chinense*) el de mayor importancia, chile jalapeño, (*Capsicum annuum*) tanto por la superficie dedicada a su cultivo, el cultivo de chile jalapeño (INFOAGRO, 2010).

En 2011 las ventas internacionales del chile mexicano rebasaron las 720 mil toneladas, con un crecimiento de 8.5 por ciento en comparación con 2010. Tan sólo, el chile verde, representa 16.8 % de las exportaciones totales de hortalizas en fresco que realiza el país. Donde el tipo Jalapeño ocupa el primer lugar con 34, 831 hectáreas, es decir el 22% del total (SIAP, 2010).

2.1.6. Características morfológicas del chile jalapeño.

El chile jalapeño es un cultivo que requiere para su desarrollo temperaturas templadas y calientes. En general alcanza de 30 a 80 cm de altura. El tallo es erguido, ramoso y liso. Las hojas son simples, alternas, generalmente ovadas, enteras, lisas, lustrosas, breve o largamente pecioladas, de 5 a 12 cm de largo. Las flores son hermafroditas, axilares, solitarias, pedunculadas, actinomorfas, gamopétalas rotadas o subrotadas, blancas, verdosas o purpúreas; el cáliz es corto, generalmente pentalobulado; la corola está constituida por cinco pétalos soldados que pueden distinguirse por los cinco lóbulos periféricos; el androceo consta de cinco estambres cortos insertos en la garganta de la corola; el ovario es súpero, bilocular o tetralocular, con los lóculos pluviovulados, y está superpuesto por un estilo simple. El fruto, también llamado chile, es una planta indehiscente erguida o péndula, incompletamente bilocular o trilocular, de forma y tamaño variable, dulce o picante, rojo o anaranjado cuando maduro y verde, blanco o purpúreo cuando inmaduro; contiene numerosas semillas reniformes pequeñas, las cuales, junto con las placentas (venas) que las unen a la pared del fruto, contienen en mayor proporción la oleoresina o sustancia picante llamada capscina (COVECA, 2011).

El chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero se desarrolla mejor a profundidades de 30 a 60 centímetros y en suelos franco arenosos, franco limosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica(INIFAP, 2010).

2.2. Importancia del chile jalapeño en México.

La producción de chile jalapeño de Chihuahua representó el 42% del total de la producción nacional, con un área de cerca de 27,000 hectáreas sembradas, quedando en primer lugar en producción, el chile jalapeño ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad. Además de la derrama económica que representa en las zonas de cultivo, resultado de la mano de obra requerida para su manejo, el chile jalapeño se comercializa enlatado, seco, verde y en polvo.(Valadez, 1994)Una de las ventajas competitivas adicionales de nuestro país, la cosecha se lleva a cabo en épocas en la que otros países competidores están fuera del mercado. México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de chile seco; nuestros principales clientes Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo originario de nuestro país y por el cual es parte simbólica de México(Sandoval, 2009).

2.2.1. Superficie sembrada.

Anualmente en el país, se siembran alrededor de 40 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 12 toneladas por hectárea y un volumen de producción de 600 mil toneladas. De esta producción se exportan a los Estados Unidos cerca de

30 mil toneladas (6 %), principalmente en la época que comprende de enero a abril. Los principales estados exportadores de chile jalapeño son: Sinaloa con una participación del 44 por ciento del total exportable, Chihuahua con el 22.5 por ciento, Sonora con el 14.1 por ciento, Veracruz con el 8.6 % y Tamaulipas con el 2.5 %. En el estado de Chihuahua, el chile jalapeño es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica, bajo el régimen de riego (Canales, 2007).

En materia de comercio exterior, en los últimos nueve años, las ventas de chile verde a Estados Unidos aumentaron dos veces y media: en 2003 se exportaron 167 mil toneladas y 421 mil en 2011, lo cual significa que una de cada tres toneladas son exportadas. Las exportaciones de chile jalapeño a Estados Unidos (país que capta 90 por ciento de la oferta mexicana) se incrementaron más de cuatro veces al pasar de 167 mil toneladas en 2003 a 421 millones en 2011., es necesario generar y dar a conocer técnicas de producción que ayuden a solucionar los problemas más apremiantes e incrementen su productividad (SAGARPA, 2010).

En el cuadro 1, se puede observar que en el Estado de Coahuila el cultivo de chile jalapeño durante el período 2004 primavera-verano ocupó una superficie de 1,232 has, para el período 2012 primavera-verano disminuye a 588, has (SAGARPA, 2010).

Cuadro 1. Superficie sembrada con chile jalapeño en México de 2004 a 2012

| Estado | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Chihuahua | 20,588 | 30,792 | 29,448 | 27,519 | 25,845 | 26,948 | 25,462 | 27,682 | 23,901 |
| Sinaloa | 15,335 | 16,159 | 17,045 | 17,333 | 15,139 | 16,523 | 17,172 | 12,505 | 15,219 |
| Zacatecas | 39,526 | 37,543 | 39,420 | 37,195 | 34,906 | 37,854 | 42,316 | 42,316 | 31,812 |
| Coahuila | 1,232 | 2,384 | 1,384 | 1,074 | 1,013 | 1,325 | 1,089 | 1,164 | 588 |
| Colima | 337 | 491 | 561 | 406 | 406 | 545 | 636 | 586 | 447 |
| Riego % | 15,335 | 16,159 | 17,045 | 17,333 | 15,139 | 16,523 | 17,172 | 12,505 | 15,219 |

(SAGARPA, 2010)

En forma general, la reducción en la producción del cultivo del chile jalapeño se ha dado por enfermedades virósas, hongos, bacterias y los nematodos en algunas regiones productoras, en otras por los bajos precios que genera la sobre oferta, y como resultado de ambos casos, por la conversión de cultivos, una de las regiones productora de chile jalapeño más importantes del estado y del país, es la de Delicias, Chih., ya que la superficie sembrada promedio, en los últimos tres años, ha sido de 25,462 hectáreas, con una producción de 15,043 mil toneladas, le sigue Zacatecas 3,181 has con una producción de 8,001 toneladas, Coahuila 588 has con una producción de 87 toneladas, Colima 447 has sembradas, con una producción de 586 ton (USDA, 2002).

2.2.2. Producción.

Las principales regiones productoras de chile jalapeño en México, se concentran, en el caso de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas y Coahuila (SIAP,2010).

La producción de chile en México al año exporta más de 416 mil 800 toneladas de chiles en sus diferentes variedades a los Estados Unidos, Canadá y países de la Unión Europea, con lo que se ubica como el segundo país exportador de esta hortaliza a nivel mundial. (SAGARPA, 2010).

Observando el cuadro 2, se puede notar que los principales estados productores de chile, son Sinaloa (27%), Chihuahua (23%) y Zacatecas (12%). En los últimos cinco años (2006-2010), la producción de chile verde creció 3% en promedio anual, equivalente a 2.1 millones de toneladas por año.

Cuadro 2. Producción anual en toneladas de chile jalapeño en México de 2003 a 2008

| Estados | Años | | | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| CHIHUAHUA | 2,050 | 600 | | | 47,969 | 96,086 |
| COLIMA | 69 | 17,587 | 24,034 | 19,672 | 17,078 | 14,718 |
| CHIAPAS | | | | 9,212 | 11,539 | 14,156 |
| MICHOACÁN | 3,599 | 2,377 | 4,405 | 2,583 | 10,083 | 13,856 |
| TAMAULIPAS | 1,196 | 6676 | 4,190 | 5,549 | 3,575 | 11,009 |
| OAXACA | | | | | | 5,676 |
| QUINTANA ROO | 17,701 | 15,222 | 17,158 | 4,700 | 5,900 | 5,106 |
| CAMPECHE | 34,185 | 98,813 | 48,237 | 46,625 | 46,166 | 4,459 |
| TABASCO | | 2,278 | 2,744 | 720 | 3,321 | 2,524 |
| NUEVO LEÓN | | | | 12,886 | 7,908 | 2,175 |
| MÉXICO | | | | | 132 | 1,856 |
| COAHUILA | | | 249.6 | | 341 | 486 |
| VERACRUZ | 9,625 | 5,941 | 2,672 | 257 | | 382 |
| Total Nacional | 100,990 | 192,591 | 108,210 | 162,556 | 164,784 | 173,100 |

Fuente(SIAP-SAGARPA,2010).

2.2.3. Consumo.

El chile jalapeño por lo general se consume los frutos procesados, aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento en comidas típicas, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas, se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de oleoresinas para fines industriales, e incluso para fines medicinales(Espinoza, 2006).

2.2.4. Comercialización.

La demanda nacional de productos, como Chile fresco y chipotle, se comercializan a granel, en arpillas de plástico o huacales de madera de diferentes capacidades, sin que hayan pasado por algún proceso de selección, empaque o industrialización formal. En 2011 las ventas internacionales del chile mexicano rebasaron 720 mil toneladas, con un crecimiento de 8.5%, en comparación con 2010. Tan sólo ese producto representa 16.8% de las exportaciones totales de hortalizas en fresco que realiza el país (INIFAP, 2011).

En el mercado internacional, la chile cultura es una tendencia creciente, en los últimos 10 años en diversos países del mundo tuvo un crecimiento promedio anual de 6.21 % o una tasa del 72 % en 2004 al 2011. Entre los principales países se menciona a China, México, Turquía, España, Nigeria y Estados Unidos, donde la producción mundial de chile fresco para el año 2010 fue de 19'495,034 toneladas encabezando el grupo China con una producción de 8'238,000 toneladas, seguida de México con 1, 670,000 toneladas, cabe señalar que aunque México cuenta con una superficie de siembra mayor, se encuentra en segundo lugar por el bajo rendimiento que presenta (SIAP, 2010).

2.2.5. Exportación de chile jalapeño.

La producción de frutas y hortalizas mexicanas para exportación, tiene sus orígenes en 1905, cuando se registran los primeros envíos por ferrocarril a Estados Unidos. Sin embargo, es a partir de la Segunda Guerra Mundial cuando las

exportaciones crecen en forma notable de la producción. En 2011 las ventas internacionales del chile mexicano rebasaron 720 mil toneladas, con un crecimiento de 8.5%, en comparación con 2010. Tan sólo ese producto representa 16.8% de las exportaciones totales de hortalizas en fresco que realiza el país (SAGARPA, 2010).

Culturalmente es bien conocido en el mundo que una de las costumbres que caracteriza la nacionalidad mexicana, es el alto consumo de productos picantes. A Yucatán se le caracteriza con el chile habanero y en general a esta región del Sureste de México como una de las de mayor consumo de alimentos picantes (Miguel, 2011).

México exporta más de 416 mil 800 toneladas de chiles en sus diferentes variedades a los Estados Unidos, Canadá y países de la Unión Europea, al año, con lo que se ubica como el segundo país exportador de esta hortaliza a nivel mundial, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2010).

El mercado internacional cada vez tiene mayor demanda en la preferencia de este producto y su consumo per cápita a nivel mundial aumentó en 3.6 kilogramos, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su último reporte de agosto del 2005 (Ramírez, 2002).

Cuadro 3. Relación de exportaciones – producción de chile jalapeño 2004 a 2012

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| PRODUCCIÓN (ton) | 15,073 | 24,972 | 14,817 | 16,644 | 13,564 | 21,214 | 14,199 | 19,541 | |
| EXPORTACIONES (ton) | 206,34 | 276,79 | 170,48 | 19,337 | 16,320 | 18,849 | 207,543 | 223,333 | 211,36 |
| EXPORTACIONES/ PRODUCCIÓN (%) | 39.44 | 42.89 | 34.39 | 30.28 | 23.80 | 32.75 | 43.97 | 37.84 | 38.15 |

Fuente(SAGARPA, 2010).

2.3. Importancia del chile jalapeño en la Comarca Lagunera.

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 2011 se establecieron 445 has con una producción 10,484 ton y un valor de \$15,726,000 (El Siglo de Torreón, 2011).

Cuadro 4. Resumen de la producción de chile jalapeño en la Comarca Lagunera 2009-2012 (SIAP, 2011).

| AÑO | TOTAL (Ton) | | PRODUCCIÓN (Ton) |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| | Sembradas | Cosechadas | |
| 2009 | 660 | 642 | 14,630 |
| 2010 | 576536 | | 10.012 |
| 2011 | 698 | 645 | 15,268 |
| 2012 | 485483 | | 10,821 |

2.4. Problemas fitosanitarios del chile jalapeño.

2.4.1. Principales plagas delchile.

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo del chile jalapeño desde la siembra, desarrollo vegetativo, amarre de fruto y cosecha, el chile jalapeño es atacado por diferentes organismos entre los cuales se encuentran las plagas como: Mosquita blanca (*Bemisiatabaci*),(GENNADIUS, 1889)*B. argentifolii*,*Paratrioza* (*Bactericeracockerelli*), pulgón verde (*Myzus persicae*),(SULZER, 1776)barrenillo del chile (*Anthonomuseugenii*),(Cano, 1894) minador de la hoja (*Lyriomyzaspp*), ácaro blanco (*Polyphagotarsonemuslatus*),(Banks, 1904)araña roja (*Tetranychus urticae*),(C.L. KOCH, 1836)gusano soldado (*Spodoptera exigua*),(HUBNER, 1808)gusano del fruto (*HelicoverpaZea*),(BODDIE, 1850)*Heliothisvirescens*(Fabricius, 1777)y gusano del cuerno (*Manduca sexta*)(LINNAEUS, 1763)Gusano quemador (*Estigmene acrea*)(Drury,1773) Nematodo agallador (*Meloidogyne spp.*)(Root-knot)(CESAVEG, 2011).

2.4.2. Enfermedades causadas por hongos.

Los hongos son los principales organismos que le causan enfermedades al cultivo chile jalapeño, estos fitoparásitos son tantos que los encontramos dañando a toda la planta y durante todo el ciclo del cultivo. A continuación se mencionan algunas de las principales enfermedades: Ahogamiento o *Damping off Pythium*spp, Secadera del chile (*Phytophthoracapsici*, *Rhizoctoniasp*, *Fusarium sp*) Tizón o mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*sp. *vesicatoria*)Cenicilla polvorienta (*Oidiopsis*spp.) Permanente del chile *Alternaria* (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*) (CESAVEG, 2011).

2.4.3. Enfermedades causadas por virus.

A nivel mundial existen más de 50 virus capaces de infectar en forma natural o experimental a una o más entre estos se encuentra el *Capsicum*; sin embargo, al menos 25 virus se detectan en forma natural, Virus del mosaico del tabaco (TMV) El cual se transmite en forma mecánica y se encuentra distribuido en todo el país, está asociado con otros virus como el Virus de la Papa (PVY) y Virus del Mosaico del Pepino (CMV) (Berzoza, 2008).

Los agentes que causan enfermedades en las plantas se caracterizan por ser infecciosos (bióticos o vivos) y no infecciosos (abióticos o no vivos). Los agentes infecciosos incluyen las bacterias, hongos, micoplasmas, nematodos y virus. Los agentes no infecciosos incluyen, desbalances nutricionales, estrés ambiental y toxicidad química causada por plaguicidas y contaminantes del aire, dentro de estos agentes causales de enfermedades se encuentran: *Rhizoctonia spp*, *Fusarium spp*, *Verticillium spp* y *Phytophthora spp*. Virus del Mosaico del tabaco (TMV) Virus del Mosaico del Pepino (CMV) Virus del Tabaco Etch (TEV) (INIFAP, 2011).

2.4.4. Enfermedades causadas por nematodos e historia.

Nathan Cobb, nematólogo que describió mil especies de nematodos, los clasificó en 1919 como el filo *Nemata*; luego se los consideró una clase, Nematoda, dentro del filo *Aschelminthes*, pero actualmente se ha vuelto a restablecer su rango de filo. *Aschelminthes* incluía —además de Nematoda— a Rotifera, Priapulida, *Gastrotricha*, *Kinorhyncha*, y *Nematomorpha* e inclusive para algunos a *Entoprocta*.

Los nematodos incluyen especies tanto de vida libre (monoxenos, metabólicamente independientes de un hospedador) como parásitos (metabólicamente dependientes de un hospedador para continuar su ciclo de vida). Son dioicos, es decir, los dos sexos en organismos separados. Existe una gran diversidad de especies. Miden desde menos de 1 mm a 50 cm de largo e incluso más. La hembra de la especie *Placentonemagigantisima* llega a alcanzar los 8 metros y 2,5 centímetros de diámetro, siendo el nematodo más grande conocido. Ésta parasita la placenta de los cachalotes y posee 32 ovarios que producen una enorme cantidad de huevos. También se encontraron huevecillos elípticos encerrados en las membranas hialinas y contenían pequeños gusanos nematoides los gusanos emergen de los huevos(CESAVEG, 2011).

Todas las especies fitoparásitas de nematodos poseen estilete, lo que ayuda a diferenciarlas de las especies que pueden resultar benéficas. Existen, sin embargo, especies que poseen estilete y no son fitoparásitas, como el caso del género *Tylenchus*, el cual es fungívoro. Dentro de los géneros fitoparásitos se encuentran *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Criconemella* (*Mesocriconema*), *Helicotylenchus*, *Longidorus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus*, *Belonolaimus*, *Radopholus*(CESAVEG, 2011). Los nematodos del suelo son gusanos diminutos que provocan la hipertrofia de las raíces, formando tumores que dan la apariencia de morcilla. Causan la necrosis y más tarde la podredumbre de los tejidos y de las 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 marchitez y se debilitan. En general las plantas atacadas por nematodos no demuestran tantas diferencias en sus síntomas como los que ocurren en plantas atacadas por hongos y bacterias. Aparte de los síntomas propios del ataque de nematodos, las lesiones que les ocasionan pueden favorecer la entrada de enfermedades fungosas, bacterianas y virales (CESAVEG, 2011).

2.5. Taxonomía, morfología, biología, hábitos y daño de *Meloidogyne* spp.

Según Taylor (1983), *Meloidogyne* es un género de nematodos inductores de agallas o nódulos radiculares que habitan en casi todas las regiones templadas y cálidas del mundo; son parásitos internos de las raíces de cientos de especies vegetales, incluyendo muchas plantas de importancia agrícola.

2.5.1. Ubicación taxonómica.

Ubicación taxonómica del nematodo agallador o nodulador: (Taylor 1983).

Phylum: *Nemata*

Clase: *Secernentea*

Subclase: *Diplogasteria*

Orden: *Tylenchida*

Suborden: *Tylenchina*

Superfamilia: *Tylenchoidea*

Familia: *Meloidogynidae*

Subfamilia: *Meloidogyninae*

Género: *Meloidogyne*

Especie: *M. incognita* (Kofoid y White)

2.5.2. Características morfológicas.

Los estados juveniles del nematodo de los nódulos radiculares son descritos como vermiformes y migratorios; con región cefálica y estilete delicados; presentan el área labial sin constricción y el segundo estado avanzado es sedentario, hinchado y con cola aguda; el tercer y cuarto estado se presentan en el interior de la cutícula del segundo estado, con estilete libre (Chacón, 2010). Las larvas de *Meloidogyne incognita* miden 0.376 mm de longitud, con un rango de 0.360 – 0.393 mm. Al montar las larvas, presentan una curva que se aproxima 1/6 de un círculo. La longitud verdadera de esta larva es aproximadamente la distancia en línea recta de la cabeza a la punta de la cola más un 5 % (Chacón, 2010).

Los estados juveniles J2 pueden medir de 0.3 – 0.95 mm de longitud, su estilete presenta pequeños nódulos basales arriba de 20 milimicras de largo y su región cefálica es frágil. El bulbo medio del esófago está bien desarrollado y las glándulas esofágicas son extensivas, traslapando principalmente al intestino ventralmente, por varias veces el ancho de su cuerpo. La cola es conoide y a menudo su terminus es angosto y redondo, su longitud es variable de 1.5 – 7.0 milimicras de lo ancho en la parte anal del cuerpo (Chacón, 2010).

Las larvas infectivas de segundo instar tienen una región labial bien definida, con 2 a 3 anillos o plana, anfibios con abertura a manera de ranuras. La región labial porta una estructura a manera de gorra. Los 6 labios marcadamente más grandes que los submedianos. Estilete delgado con bien definidos nódulos basales (Mai y Lyon, 2006).

Las larvas migratorias de 2º instar son vermiformes, fluctúan de 280 – 500 micras (μ) en longitud. Los estiletes miden cerca de 10 micras de largo, portan nódulos basales redondos. El esófago consiste de un pro corpus, metacorpus con válvula, istmo y un bulbo basal traslapado. La cola tiene una área hialina, es generalmente conoide con un terminus redondo agudo. A menudo se encuentran arrugas en la cutícula a la altura de la cola (Jenkins y Taylor, 1967).

Los nematodos adultos parásitos de plantas son gusanos alargados cuya longitud suelen ser de 0.30 mm a más de 5.0 mm. La extremidad anterior de un típico nematodo parásito de las plantas es ahusada y termina en una región labial redondeada o truncada, siendo el cuerpo más o menos cilíndrico, con la extremidad posterior algo cónica y terminada en punta o en forma de hemisferio. Las proporciones del cuerpo varían grandemente, siendo en algunas especies la longitud (desarrollada) cincuenta veces mayor que el grosor, y en otras sólo unas diez veces mayor. Las hembras de otras especies tienen el cuerpo muy ensanchado, a veces casi esférico, pero siempre con un cuello ahusado. Los machos adultos son sin excepción gusanos delgados. Los nematodos parásitos de las plantas carecen de apéndices (Taylor, 2003).

2.5.3. Hospedantes.

La mayoría de los cereales y especies afines son afectados por los nematodos enquistados. Se les encuentra en la mayor parte de las regiones del mundo donde se cultivan cereales, especialmente en zonas de cultivo reciente que antes se destinaban al pasto, frijol, chile, calabaza, girasol, durazno, alfalfa, cebolla, Amaranthus (Reche, 2003).

2.5.4. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne* comienza con el huevo (unicelular), depositado por la hembra que está parcialmente o totalmente embebida en la raíz de una planta hospedera y estas depositan masas con más de 1,000 huevos. El desarrollo del huevo comienza a las cuantas horas de su deposición, resultando 2 células, 4, 8, y así sucesivamente, hasta que una larva completamente formada con un estilete visible, yace enrollada en la membrana del huevo. (Chacón, 2010).

Este es el primer instar larvario, capaz de moverse en el huevo pero no es muy activo. La primera muda se presenta dentro del huevo y puede observarse sin dificultad la cutícula separada del primer instar, que se encuentra más allá de la cabeza de la larva de segundo instar. Poco después, la larva emerge a través de un orificio que realiza con su estilete al final del cascarón flexible del huevo. Esta larva de 2º instar puede o no salir inmediatamente de la masa de huevos. Usualmente pueden encontrarse larvas de 2º instar dentro de la masa de huevos, junto con huevos en varios estados de desarrollo. Después de dejar la masa de huevos, la larva se mueve a través del suelo en busca de una raíz para alimentarse (Gowen, 2008).

La duración del ciclo de vida en nematodos de los nódulos radiculares se ve grandemente influenciado por la temperatura. Las temperaturas óptimas varían de 15º a 25ºC para *M. hapla* y especies relacionadas y de 25º a 30ºC para *M. javanicay* especies relacionadas. Se presenta muy poca actividad en cualquiera de las especies de *Meloidogynea* temperaturas arriba de 40ºC o por debajo de 5ºC.(Chacón, 2010).

En Sudáfrica, se requieren 56 días para completar el ciclo de vida de *M. javanica* a una temperatura promedio de 14°C, comparado con solo 21 días a 26°C (Taylor y Sasser, 2003). En California (EUA), el ciclo de vida de huevo a huevo se completa en cerca de 25 días con temperaturas del suelo de 26.9° – 29.1°C y con un hospedante apropiado (Brust *et al.*, 2007). En mismo California se reporta que el ciclo de vida de *M.incognita* se completa en 20 – 25 días a 21.3°C (Chacón, 2010).

Para describir los estados de desarrollo del ciclo de vida de *Meloidogyne incognita*, se utiliza una modificación del sistema de Christie. Este sistema modificado divide el ciclo de vida del nematodo de los nódulos radiculares en siete grupos de desarrollo, basados principalmente en las formas del cuerpo del nematodo. La extensión del desarrollo de las gónadas, la presencia de glándulas esofágicas y estilete y el número de cutículas alrededor del cuerpo de los juveniles.(Tang *et al.*, 2003).

Los diversos estados de desarrollo son los siguientes: Estado **A**: Los juveniles son vermiformes y delgados (J2 inicial). Estado **B**: Los juveniles comienzan a ensancharse y poseen una cola más o menos cónica (J2). Estado **C**: Los juveniles están hinchados y en su parte posterior tiene una terminación adelgazada (del anterior J2 a J3). Estado **D**: Los juveniles están hinchados y no presentan la terminación posterior adelgazada (J4 y adulto temprano): Estado **E**: Hembras completamente desarrolladas pero que todavía no depositan huevos. Estado **F**: Hembras grávidas depositantes de huevos: Estado **G**: Machos filiformes (Tang *et al.*, 2003).

2.5.5. Poblaciones de *Meloidogyne* spp y su relación con daño.

La investigación ha demostrado que los nematodos de los nódulos radiculares no están distribuidos uniformemente a través de los lotes cultivados y están restringidos a áreas de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ hectárea. En muchos casos, solo el 10 % de un predio puede estar infestado por nematodos de los nódulos radiculares (Robinson, 2007). Tan pocos como 100 juveniles de *Meloidogyne* por 500 g de suelo, son suficientes para causar síntomas en tomate (Santiago, 2006).

La proporción de pérdidas debido a nematodos varía con el tipo de cultivo, cultivares, textura de suelo, clima y manejo del cultivo. El índice de daño en Solanáceas por 200 ml de suelo es bajo al tener menos de 5 nematodos, moderado al encontrar de 5 – 10 nematodos y alto al tener arriba de 100 nematodos por 100 ml de suelo (Stirling *et al.*, 2005).

Las larvas de segundo estado (J2) de *Meloidogyne* entran a la raíz, modifican las células de la raíz cerca de sus cabezas y empiezan a alimentarse. Se forman agallas en respuesta a la presencia del nematodo. Los nematodos juveniles se desarrollan en hembras periformes que están parcial o completamente enterradas en el tejido radicular (Stirling *et al.*, 2005).

Una de las plagas más destructivas de las Solanáceas(patatas, pimiento, tomates, berenjena,chile, entre otros) son dos especies de nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogynehapla* y *M. incognita*, nematodos fitoparásitos microscópicos que se encuentran en el suelo y raíces de plantas. Estos nematodos

se alimentan perforando las raíces de las células y succionando los contenidos líquidos. La penetración a la raíz y alimentación usualmente empieza detrás del ápice de la raíz donde los nematodos de los nódulos radiculares se establecen permanentemente. El ataque de esta plaga causa reducción o pérdida total en rendimiento. Cuando las plantas son infectadas en el estado de plántula, las pérdidas son extremadamente fuertes y pueden dar como resultado una muerte temprana de la planta (Santiago, 2007).

Meloidogyne spp causa serios daños al chile, ya sea por las lesiones causadas el ataque de estos o por el complejo de nematodo–hongo. Varios hongos, pero particularmente *Fusarium* spp, causa mayor daño a las plantas cuando se presenta asociado con nematodos. De este modo, los nematodos resultan activos en capas de agua, si bien algunos resisten los ciclos de sequía, formando quistes, o bien atraviesan un período de reposo (UCDb, 2006)

Las poblaciones de nematodos son mayores en ambientes orgánicos con un pH neutro, aunque su presencia no se restringe a estos ambientes. Asimismo, dichas poblaciones son más numerosas cerca de las raíces de las plantas que en otros lugares fisiológicamente predispone a la planta a la infección de hongos. Algunas especies de nematodos parasitan raíces vivas, mientras que otras se alimentan de la rica población microbiana que habita cerca de estas raíces (población de la rizosfera). Estas poblaciones elevadas reflejan el alto contenido de materia orgánica que hay cerca de las raíces (Santiago, 2007).

Los nematodos no participan directamente en la descomposición de la materia orgánica. Por el contrario, son saprófitos o depredadores. Los nematodos de vida libre consumen microorganismos, mientras que los otros se alimentan de rotíferos y protozoos. En vista de que los nematodos pueden consumir hasta 5,000 células por minuto, ayudan a regular las poblaciones microbianas del suelo. Los nematodos son parasitados, a su vez, por otros organismos del suelo y son consumidos como parte de la cadena alimenticia del suelo (Stirling *et al.*, 2005).

2.6. Síntomas causados por *Meloidogyne*.

Uno de los mayores retos en la identificación de los nematodos como los agentes causales de daño a los cultivos es el hecho de que la mayoría de ellos no producen síntomas de diagnóstico específico y por tanto de identificar. El daño causado por los nematodos es generalmente inespecífico y se confunde fácilmente con otros síntomas atribuibles a estrés de origen biótico o abiótico. Por ejemplo, la clorosis puede deberse a una deficiencia en nitrógeno o puede ser debida a los nematodos; el crecimiento pobre puede deberse a la baja fertilidad del suelo, a estrés hídrico o puede deberse a los nematodos (Garzón, 2006).

Una de las primeras indicaciones de una infección por nematodos agalladores en un área de un lote, es cuando las plantas se marchitan a mediodía aunque parezca que hay suficiente humedad para prevenir esto, lo cual es más común en suelos arenosos. Los síntomas en la parte aérea se clasifican en dos categorías: aquellos causados por nematodos parásitos de la parte aérea de las

plantas que atacan al follaje y aquellos causados por nematodos parásitos de las raíces que atacan las raíces de las plantas (Garzón, 2006).

Los síntomas más característicos del ataque de *Meloidogyne* spp son los que se presentan en las partes subterráneas de la planta. Las raíces infectadas se hinchan en el punto de invasión y se transforman en las típicas agallas radiculares, que son 2 – 3 veces de mayor diámetro comparadas con las raíces sanas. Se pueden presentar múltiples infecciones en el sistema radicular y la raíz puede quedar completamente agallada. También, se inhibe la conducción de agua por las raíces, de manera que el movimiento de agua y nutrientes hacia la parte superior de las plantas es lenta o se detiene. Al avanzar la temporada suele presentarse pudrición de raíces (Bañuelos, 2008).

La formación de agallas, o hinchamiento anormal de las semillas y de las hojas, estrías en las hojas, decoloración de las hojas sucede (especialmente en climas templados hinchamiento, crecimiento arrugado o desorganizado del tejido, necrosis interna del tallo se observa por un anillo rojo, necrosis de las inflorescencias clorosis/pardeándose de las hojas y muerte eventual de los árboles (Becker *et al.*, 2008).

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.

Así mismo, 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.*, 2008).

2.6.1. Efectos de la infección de *Meloidogyne* sobre el desarrollo de la planta.

- **Efectos físicos.**

A. Reducción y deformación del sistema radicular.- Además de la formación de agallas y células gigantes, las especies de *Meloidogyne* provocan que las raíces fuertemente infectadas sean más cortas que las raíces sanas, poseen menos ramificaciones y menor número de pelos radiculares. El sistema radicular no utiliza

agua y nutrientes en la proporción que usa un sistema radicular no infectado. Los elementos vasculares se rompen y se deforman en agallas o nódulos radiculares y el movimiento normal de agua y nutrientes mecánicamente se impide.

B. Disminución de la eficiencia de la raíz.- La deformación de la raíz y su ineficiencia causa detención del desarrollo, marchitamiento en clima caliente y otros síntomas de escasez de agua y nutrientes, aunque estos estén a plenitud en el suelo. El desarrollo de las plantas se reduce (Gowen, 2008).

- **Efectos fisiológicos.**

La pérdida de la eficiencia de la raíz y parte de la consecuente reducción en el desarrollo y rendimiento se le atribuye a la reducción y deformación del sistema radicular. Asimismo, los cambios en la fisiología de las plantas cuando se forman células gigantes y agallas contribuyen a la reducción en el crecimiento.

- **Predisposición.**

En los campos cultivados, la infección de plantas solo por *Meloidogyne* es improbable; bacterias, hongos y virus están siempre presentes y a menudo interactúan con los nematodos. La interacción entre *Meloidogyne* y otros nematodos fitoparásitos y otros agentes causantes de enfermedades, provocan cambios fisiológicos en los tejidos de la planta que se le conoce como predisposición (Taylor y Sasser, 2003).

2.6.2. Interacción hospedero – parásito.

Atracción hacia las raíces.- Las formas juveniles J2 son atraídos hacia el ápice de la raíz en la zona de alargamiento y también son atraídos hacia áreas donde hay emergencia de raíces secundarias. Son atraídas por el dióxido de carbono y aparentemente por pequeñas moléculas de aminoácidos.(Taylor y Sasser, 1967).

Penetración a la raíz y migración al sitio de alimentación.- Las larvas de 2º instar penetran las células de la raíz próximas a la zona de elongación por medios mecánicos a través de repetidos y rápidos embates de sus estiletos y probablemente por medios químicos (celulosa y pectinasa). Esta penetración es seguida de un breve descanso después del cual los contenidos de la célula son succionados por el nematodo mediante la acción de una porción muscular de su esófago. La penetración de la larva toma más de 6 horas, dependiendo de la especie de nematodo, hospedante y factores ambientales. A medida que la larva invade la raíz se alimenta de las células internas y células de la lamela media. Se mueven entre las células corticales hacia el ápice de la raíz, prosiguen al meristemo y regresan migrando hacia el cilindro vascular en la zona de diferenciación celular. Finalmente reposan con sus cabezas y estilete en desarrollo cerca de la región de alargamiento de células y cuerpos en la corteza. Después de que la larva alcanza lo que será su sitio permanente, en sus estados subsecuentes se alimenta solamente sobre células que rodean su parte anterior (Jenkins y Taylor, 1967).

Inicio en el sitio de alimentación.- Los J2 penetran en las células cortando con su estilete las paredes celulares e inyectan secreciones de la glándula dorsal esofágica. Estas secreciones causan el engrandecimiento de las células en el

cilindro vascular y se incrementan los grados de división celular en el periciclo. Esto lleva a la formación de células gigantes (sincitia) formada por el engrandecimiento de las células (hipertrofia), disolución de las paredes celulares, agrandamiento de los núcleos y cambios en la composición de los contenidos de la célula. Al mismo tiempo se presenta una intensa multiplicación celular (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva. Estos cambios pueden ir acompañados por un alargamiento de la raíz para formar las agallas características. Sobre raíces pequeñas, las agallas que contienen solo una hembra son redondas a fusiformes y pueden tener de 1 – 3 mm de diámetro (Taylor y Sasser, 1967).

Los J2 de *M. incognita* entran en el ápice de la raíz y avanzan entre y a través de las células en los tejidos de la corteza en la zona de elongación hasta que sitúan su cabeza en los tejidos vasculares. El daño a las células ocurre como resultado de la migración y si varios J2 entran en la parte apical de la raíz, la división celular se detiene y no se presenta el alargamiento de la raíz. A medida que la alimentación continúa, varias células cercanas a la cabeza del nematodo comienzan a agrandarse y se vuelven multinucleadas. Estas son denominadas células gigantes y usualmente hay de 3 – 6 asociadas con cada nematodo. Estos cambios son inducidos por sustancias (secreciones salivales) introducidas en las células y tejidos que los rodean durante la alimentación del nematodo. Durante este proceso los vasos del xilema se distorsionan y las raíces no pueden funcionar normalmente con respecto a agua y nutrientes. Durante el proceso de formación de agallas los nematodos pasan por la 2^a, 3^a y 4^a muda para alcanzar el estado adulto (Chacón, 2010).

2.7. Manejo integrado de nematodos.

Las opciones disponibles para el control de nematodos dependen en gran medida de la intensidad y rentabilidad del cultivo. En cultivos hortícolas y ornamentales de alta rentabilidad se usan rutinariamente des infestación del suelo con fumigantes, mientras que en otros cultivos de menor rendimiento económico se usan programas de manejo integrado, incluyendo rotaciones y/o variedades resistentes. No obstante, la preocupación entre consumidores y organizaciones por los riesgos ambientales de los nematicidas, así como el énfasis puesto en una agricultura sostenible por organismos europeos e internacionales ha cambiado drásticamente la situación y de una excesiva confianza en los nematicidas, se debe pasar urgentemente a otros sistemas que integren métodos alternativos de control compatibles con el respeto al medio ambiente (Pablo, 2011).

Existen diversos métodos de control nematológico alternativos al control químico, tanto culturales (barbecho, rotaciones, biofumigación) como físicos (solarización) o biológicos. Todos ellos tienen ventajas e inconvenientes y ninguna estrategia por sí sola, parece ser satisfactoriamente efectiva, por lo que el acercamiento más productivo al control nematológico debería involucrar la integración de varios métodos. Se debe reconocer que utilizar únicamente las prácticas culturales el manejo del suelo, no es igualmente eficaz para el control de nematodos parásitos de plantas en comparación con la integración de métodos químicos, que tienden a reducir gradualmente las poblaciones de nematodos a través del tiempo. Para el manejo integrado de nematodos se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones específicas, tales como el tipo de suelo, la temperatura, la humedad,

pueden ser muy importantes para determinar si las diferentes prácticas pueden ser utilizados eficazmente para el manejo de nematodos (UF/IFAS, 2008).

En general, control nematológico es esencialmente prevención, porque una vez que la planta es parasitada, es imposible eliminar el nematodo sin destruir también el hospedador. No obstante, se entienden como medidas preventivas aquellas encaminadas a impedir la extensión de un problema nematológico en una zona o área. Debido a que la mayoría de los nematodos entran o se extiende en nuevas áreas por movimiento de tierras o plantas infectadas, el control fronterizo es fundamental para evitar la introducción en el país de nuevos organismos patógenos procedentes de otros países. Una vez que la plaga es detectada en el campo las medidas de cuarentena e higienización del material de labranza permiten controlar su expansión (Brust *et al.*, 2007).

2.7.1. Control cultural.

Existen métodos de control dirigidos a reducir las poblaciones del patógeno en un área, en una planta, o en partes de esta. Muchos de estos se basan en la implantación de una o varias prácticas agronómicas para lograr tal objetivo. A estas prácticas se le conocen como métodos de control cultural y difieren del control químico en el período que toman para surtir su efecto. Generalmente la acción de los compuestos químicos es rápida, mientras que los efectos del control cultural son relativamente lentos. Entre las prácticas culturales más utilizadas para el control de nematodos fitoparásitos se encuentran la rotación de cultivos, el uso de plantas

antagónicas, la aplicación de sustratos orgánicos, entre otros (Santiago, 2006; UF/IFAS, 2008).

Las prácticas culturales como barbechos, inundaciones, aplicaciones de abonos orgánicos, cultivo de plantas de cobertera y rotación de cultivos, entre otras, reducen lo suficiente las poblaciones de nematodos parásitos de plantas cultivadas. Generalmente estas prácticas culturales causan condiciones adversas para los nematodos, por lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedad se afecta notablemente. Mediante la realización de estas prácticas no se puede tener un suelo agrícola libre de nematodos, porque muchas especies pueden soportar los cambios frecuentes que provocan tales métodos agrícolas; por otro lado, si se suspende la siembra del cultivo de plantas susceptibles, no se garantiza que el nematodo vuelva a aparecer. En contraste con el control químico, el control cultural reduce gradualmente la cantidad de nematodos, pero es relativo, porque un equilibrio económico conveniente no puede lograrse con el uso de una práctica, pero sí con una combinación de ellas (Cepeda, 2004).

2.7.1.1 Barbecho.

Un barbecho estricto por 1-2 años normalmente reducirá las poblaciones de nematodos en un 80-90 por ciento. Este efecto puede lograrse en tan sólo una estación introduciendo otras medidas culturales. Sin embargo, barbechar puede ser inaceptable para el agricultor debido a la potencial pérdida de materia orgánica, peligro de erosión y reducción del periodo productivo. Además si se permite el

crecimiento de malezas durante el barbecho, algunos nematodos pueden sobrevivir y reproducirse en ellas, haciendo esta práctica ineficaz (Lujan, 2010).

2.7.1.2. Inundación.

Las inundaciones han demostrado suprimir las poblaciones de nematodos. En ciclos de inundación de 2 a 3 semanas favorecen la disminución de nematodos del suelo en la producción agrícola (UF/IFAS, 2008).

2.7.1.3. Solarización.

Solarización del suelo es una técnica no química que se establece con láminas delgadas de polietileno transparente sobre el suelo húmedo, en un período de 6 a 12 semanas exponiendo el suelo al calor solar a temperaturas letales a los nematodos del suelo y otros patógenos. La temperatura del suelo se magnifica debido a la captura de la radiación solar entrante en los paneles de polietileno. Para ser eficaz, el suelo debe mantener un alto contenido de humedad para aumentar la susceptibilidad (sensibilidad térmica) a cargo de las plagas del suelo y la conductividad térmica del suelo (Luján, 2010).

2.7.2. Rotación de cultivos.

La rotación con cultivos no hospedadores es a menudo adecuada por sí misma para impedir que las poblaciones nematológicas alcancen niveles perjudiciales económicamente. Sin embargo es necesario disponer de una amplia base de datos incluyendo variabilidad entre cultivares y razas de nematodos. La rotación se puede

llevar a cabo utilizando plantas de baja susceptibilidad al ataque de *Meloidogyne* spp(Brust *et al.*, 2007).

En lo referente a cultivos trampa, la lechuga se siembra de trasplante, con posturas sanas y se cosecha entre 17 y 22 días para eliminar parte de la población de adultos de *Meloidogyne* y de huevecillos, de esta manera evitar una infestación fuerte al cultivo deseado. Las plantas se extraen cuidadosamente con un rastrillo para que no queden raíces en el suelo. Si se hacen dos siembras seguidas la población disminuye grandemente. También se utiliza la siembra de cempasúchil o flor de muerto *Tagetes erecta*. A este tipo de plantas los nematodos las atacan pero no se desarrollan en sus tejidos internos, es recomendable sembrarlas y después que florezcan arrancarlas o dejarlas e incorporarlas al suelo al final del ciclo (Barham, 2006).

Existen plantas que liberan productos nematicidas al suelo, bien durante su crecimiento o bien como resultado de la descomposición de sus residuos. Estos productos se conocen como alelo químicos, por ejemplo las raíces de sorgo contienen un compuesto químico, dhurrin, que se degrada en cianuro de hidrógeno que es un nematicida poderoso. Otro ejemplo son los glucosinatos e isothiocianatos, resultado de la descomposición de las Brasicas. No obstante, existe una tremenda variabilidad dentro las especies de plantas antagonistas respecto a la supresión a las diversas razas de nematodos, por lo que su uso debe estar siempre supervisado por personal técnico especializado(INFOAGRO, 2010).

Hay evidencias sustanciales de que la adición de materia orgánica o materiales quitinosos en forma de abono o estiércol disminuyen las poblaciones de nematodos y el daño asociado a ellas, lo que parece ser debido a un incremento en las poblaciones de microorganismos antagonistas de los nematodos y a los gases que se liberan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, que tienen efecto nematicida (Peña, 1985).

La rotación de cultivos es un medio muy eficaz si se efectúa de forma apropiada, recalco que para combatir a *Meloidogyne* era necesario evitar la rotación con cultivos susceptibles a ese nematodo, como la mayoría de las hortalizas (INFOAGRO, 2010).

2.7.3. Variedades resistentes.

La obtención de variedades resistentes se lleva a cabo por la hibridación de plantas susceptibles con plantas resistentes, mediante cruzamiento de individuos, uno es una variedad comercial que es necesario introducirle la resistencia del otro individuo. La primera generación que es donde se obtienen los híbridos, los cuales se van a cruzar con el progenitor para solo fijar las características deseadas, que en este caso es resistencia (Cepeda, 2004).

Las variedades resistentes son un método de control más eficaz contra las especies de endoparásitos sedentarias como *Meloidogyne* o los nematodos quísticos (*Globodera*, *Heterodera*) que pasan la mayor parte de su ciclo de vida dentro de las raíces. Tomates y sojas, en particular, han sido intensivamente seleccionados para

resistencia a los nematodos no obstante, las fuentes de resistencia natural están limitadas a unas pocas especies de nematodos y en ocasiones sólo son eficaces frente a una raza del patógeno. Cuando una variedad resistente se planta, las poblaciones de nematodos generalmente disminuyen, pero en la estación siguiente, los pocos nematodos en una población capaces de superar la resistencia empiezan a aumentar, con lo que al cabo de unas generaciones la resistencia puede ser rota por poblaciones virulentas. Por otro lado, la resistencia proporcionada por el gen en tomate frente a *Meloidogyne spp.* No se expresa a temperaturas del suelo superiores a 28-34°C (CESAVEG, 2011).

2.7.4. Control biológico.

Los nematodos, comúnmente son controlados con la aplicación de plaguicidas, muchos de los cuales son tóxicos a mamíferos, algunos de ellos son biosidas (Villand, 1998). Microorganismos antagonistas establecidos en el lugar de siembra antes o durante el cultivo, pueden ser usados para prevenir la infección. Varios microorganismos han sido identificados como enemigos naturales de los nematodos. Éstos incluyen las bacterias *Pasteuria penetrans* y *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamydosporium*, *Hirsutiella rhossiliensis*, *Catenaria spp.* etc. Sin embargo, para la mayoría de ellos las formulaciones comerciales no están todavía disponibles (Sabori, 1994), citado por (Rivera, 2010), define el control biológico como las restricciones hechas a un organismo perjudicial o a sus efectos, sean aquellas naturales o inducidas, directas o indirectas, causadas por otro organismo o grupo de organismos (Villand, 1998).

Más completa aún, es la definición dada por Jenkins *et al.*, (1967): control biológico es cualquier condición bajo la cual se reduce la actividad del nematodo debido a la acción de otros organismos vivos (a excepción del hombre), lo que da como resultado una disminución en la importancia del daño causado por el patógeno. Dentro de los hongos, existen diferentes géneros que afectan de manera natural a nematodos fitoparásitos, entre los que se encuentran: *Hirsutella*, *Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Fusarium*, *Paecilomyces* y *Pochonia*. Otros hongos también pueden afectar nematodos fitoparásitos, entre ellos *Trichoderma spp.* Los hongos micorrízicos arbusculares. También se les atribuye propiedades para el control de nematodos formadores de agallas a las rizobacterias promotoras del crecimiento, que colonizan las raíces y se convierten en "envolturas biológicas" que retrasan la invasión por los nematodos (21; 22). Además, producen toxinas o alteran los exudados de las raíces, haciéndolas menos atractivas a los nematodos y su antagonismo ha sido asociado con la producción de quitinasas y colagenasas entre estas bacterias se destacan especies de los géneros *Rhizobium Frank* y *Bradyrhizobium*. También ha sido probada la efectividad en el control de *Meloidogyne spp.* Por las rizobacterias *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Azotobacter chroococcum Beijerinck* y *Azospirillum brasilense* (SAGARPA, 2010).

2.7.5. Control químico.

La aplicación de nematicidas es casi la única forma práctica para chile y tomate. Entre los nematicidas recomendados para el control del nematodo de los nódulos radiculares se encuentran el Bromuro de metilo, Metam sodio

(Vapam) y Oxamyl (Vydate). Desafortunadamente muchos nematicidas han sido retirados debido a su naturaleza tóxica y habilidad para lixiviarse hacia las aguas subterráneas. También, los nematicidas no volátiles presentan extensivas propiedades residuales que restringen su aplicación, porque pueden ser tóxicos a mamíferos y al humano. Aunque estos materiales han sido efectivos presentan riesgos de seguridad y daños al medio ambiente (Brust *et al.*, 2007; Appleman y Hanmer, 2006). Por lo anterior, se vuelve muy importante el desarrollar métodos de control no selectivos y más económicos como los métodos de biocontrol (Noling, 2005).

Los nematicidas no fumigantes suelen ser menos efectivos que los fumigantes, ya que solo eliminan estados activos de nematodos pero no a los huevos. Se sugiere utilizarlos cuando la densidad de población de nematodos en el predio son bajas o medias. El Aldicarb (Temik), es un producto carbónico con actividad sistémica y se usa para combatir a una amplia gama de nematodos. Además de ser extremadamente tóxico puede producir toxicidad en algunos cultivos, aún a las dosis recomendadas. El Carbofuran (Furadan), es un Metilcarbamato que tiene actividad nematicida de corta duración y puede causar fitotoxicidad en algunos cultivos. El Oxamyl (Vydate), es un carbamato de buena actividad sistémica en suelos ácidos, pero no en suelos con pH menor de 7. Se degrada en pocos días en compuestos sin acción nematicida. Usualmente, la acumulación de sus residuos en los tejidos de las plantas son bajos, cuando es aplicado apropiadamente (Greco, 2007).

Todos los nematicidas no fumigantes registrados son utilizados para aplicación al suelo, con la excepción del Vydate que también puede ser aplicado por la vía foliar. Estos materiales deberán ser incorporados con el suelo o acarreados con agua en el suelo para ser efectivos. Estos compuestos deberán ser aplicados uniformemente en el suelo para que alcancen la futura zona radicular de las plantas, donde tendrán contacto con los nematodos o, en el caso de sistémicos, en áreas donde estos puedan ser fácilmente absorbidos por las plantas. Proporcionan una protección para la germinación de la semilla, establecimiento de trasplantes y protegen el desarrollo inicial de las raíces de las plantas, ya sea por semilla o trasplante (Noling, 2005).

Nematem es un formulado que contiene diversas cepas de microorganismos extraídos del suelo y elementos nutritivos. Los microorganismos presentes son una combinación de hongos y bacterias con propiedades nematicidas. El producto es especialmente eficaz contra los principales nematodos que se desarrollan en nuestros cultivos (*Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus spp.*, *Ditylenchus spp.*, *Globodera spp.*, etc.)(Gowen et al., 2008).

En agricultura comercial intensiva, lo que se hace para luchar contra los Nematodos es desinfectar el suelo con agroquímicos tóxicos antes de sembrar o plantar. En agricultura orgánica se recomienda entre otros controles la solarización. Consiste en desinfectar el suelo mediante el calor del sol. Se trata de cubrirlo con un plástico y "cocerlo" para así matar hongos, insectos, nematodos, bacterias y semillas de malas hierbas (Anderson, 2010).

A medida que los nematocidas han estado siendo retirados del mercado por los riesgos en su manejo y daños al medio ambiente, se vuelve muy importante el desarrollar métodos de combates más económicos y no selectivos, como son los métodos con biocontrol. Las Avermectinas, son agentes insecticidas, acaricidas y nematocidas que han sido aislados de la fermentación de *Streptomyces avermitilis*, un miembro de la familia de los actinomicetos. Abamectina es el nombre común asignado a las Avermectinas, una mezcla que contiene 80 % de los homólogos de Avermectina B1a y 20 % de B1b que tienen casi igual actividad biológica. La forma de actuar de las Avermectinas es bloqueando el neurotransmisor ácido Gama – amino butírico (GABA) en la unión neuromuscular de insectos y ácaros (Bruton, 2006).

La actividad visible, tal como alimentarse o poner huevos, se detiene pronto después de la exposición, aunque la muerte puede no sobrevenir durante varios días (Ware y Whitacre, 2004). Estos metabolitos de lactones macrocíclicos provocan una parálisis irreversible (Chen *et al.*, 2010). Las Avermectinas provienen de moléculas que se obtienen de la fermentación del actinomiceto del suelo (bacteria gram positiva) llamado *Streptomyces avermitilis*. Fueron descubiertas desde 1979, pero se comercializaron en 1981 (en medicina veterinaria) (FIAV.2008).

Las Avermectinas pertenecen al grupo de las lactonasmacrocíclicas, estas se dividen en dos grandes familias dependiendo del actinomiceto de cuya fermentación

proviene. Si es del *S. Avermitilis* o *S. Cyaneogriseus*. Dentro de las Avermectinas existe la Abamectina y la Ivermectina, compuestos muy similares y solos difieren por su estructura química (por la doble unión no saturada entre los carbonos 22 y 23) (Rajedran, 2011).

Las Avermectinas, incluyendo Abamectina, son comúnmente utilizadas para tratar parásitos intestinales en animales domésticos y como acaricidas. Estos materiales también han demostrado la capacidad para suprimir a los nematodos parásitos de plantas en ciertos cultivos agrícolas. Sin embargo, en los últimos años, la Abamectina ha recibido interés como nematicida agrícola en tratamiento a la semilla, uno mucho más conveniente método para aplicar nematicidas (Barhamet *al.*, 2006).

La Abamectina en tratamiento a la semilla de varios cultivos, proporciona una excelente protección temprana contra el nematodo de los nódulos radiculares y además, el tratamiento a la semilla, indirectamente reduce infestaciones secundarias (Chen *et al.*, 2010).

La Abamectina se utiliza en control de insectos y ácaros que pueden ser plagas en vegetales y animales. En cultivos de frutas, hortalizas y plantas ornamentales, también se usa en los hogares en el control de hormigas. En veterinaria se utiliza como antihelmíntico. La resistencia a los productos de Abamectina utilizados como antihelmínticos aunque va en aumento no es tan importante como la resistencia a otros antihelmínticos veterinarios (Rajedran, 2011).

La Avermectina contiene el principio activo Abamectina que es un ingrediente de origen natural (derivado del microorganismo de suelo *Streptomyces avermitilis*), perteneciente al grupo de las Avermectinas. Una vez en el interior del tejido vegetal, la Abamectinase moviliza en forma translaminar, paralizando rápidamente a los nematodos debido a la inhibición en la transmisión de señales nerviosas en las conexiones neuromusculares de los parásitos (Chenet *et al.*, 2010).

La Avermectina B (2a) es activa contra el nematodo *Meloidogyne incognita* y se reporta que es de 10 – 30 veces más potente que los nematicidas de contacto al incorporarlos al suelo de 0.16 – 0.25 kg/ha. No es tóxico a tomates o pepinos en dosis superiores a 10 kg/ha (Kim *et al.*, 2002).

Estudios bajo condiciones de invernadero en la India para el manejo de *M. incognita* en tomate con Avermectina al 75 % mediante la inmersión de plántulas, presentaron el máximo de longitud de ramas 38.5 cm, peso fresco de ramas de 23.0 g y rendimiento de fruto con 312.0 g. De igual manera se obtuvo un incremento significativo en longitud de raíz (24.5 cm) y peso fresco de raíces (6.95 g) (Rajedran *et al.*, 2011).

Pentaciclona con actividad insecticida y acaricida producida por *Streptomyces avermitilis*, de acción translaminar y sistema localizada, de amplio espectro. Actúa estimulando la liberación pre sináptica del inhibidor neurotransmisor, ácido írico, desde las terminales nerviosas y potenciando su fijación a los receptores postsinápticos entre ellos el receptor glutamato. En los

artrópodos impide la transmisión de señales en las conexiones neuromusculares por el mismo mecanismo de amplificación de la acción del ácido amino butírico, a través de un aumento de la permeabilidad de la membrana al calcio. Los insectos sensibles quedan paralizados irreversiblemente y mueren. A diferencia de la mayoría de los insecticidas no afecta al sistema colinérgico. En los ensayos ha controlado cepas de ácaros fitófagos resistentes a los insecticidas y acaricidas en uso. Por su composición química y modo de acción no se prevén resistencias cruzadas con otros plaguicidas (Chen *et al.*, 2010).

El retrasar la penetración de nematodos durante el altamente sensitivo estado de plántula es a menudo suficiente para el establecimiento de un vigoroso sistema radicular. Tratamiento a la semilla con el nematicida microbiano Abamectina en dosis de siete a 20 g de i.a. /ha otorga buena protección a plántulas de pepino desarrolladas en suelos infestados con *Meloidogyne incognita*. La longitud de raíz y altura de plantas tres semanas después de la siembra se incrementaron considerablemente comparadas con el testigo no tratado. Resultaron incrementos en producción arriba del 50 %, y esta ganancia se le atribuye al incremento en número de frutos por planta. La protección de la semilla con Abamectina es una herramienta efectiva para retrasar el daño de *Meloidogyne incognita* y mejorar el desarrollo de plantas en suelos infestados (Becker *et al.*, 2008).

Los investigadores creen que las pérdidas en rendimiento por el nematodo agallador *M. incognita*, ocurre muy temprano en la temporada. Es concebible que la protección de plántulas con Abamectina, podría ser suficiente para evitar pérdidas

económicas por nematodos en la producción de chile jalapeño. En experimentos llevados a cabo en California (EUA), se obtuvo una dramática reducción en agallamiento de raíces y masas de huevos con dosis de 0.1 y 0.3 mg de Abamectina por semilla (Ayoub, 2004).

En Carolina del Norte (EUA), al tratar semillas de chile jalapeño con Avicta en el 2004 se redujo la severidad del nematodo de los nódulos radiculares por 65 días y su comportamiento fue similar a suelos tratados con Telone II y en el 2005, Avicta redujo la severidad por 27 – 46 días, resultando similar a Telone II. Asimismo, se observó que a los 21 días después de la siembra, el vigor de las plantas y desarrollo del cultivo fue excelente (Driver y Louws, 2006).

2.8. Información técnica del producto evaluado.

El producto Avicta 400 FS, es un nematicida que tiene como ingrediente activo a la Abamectina al 40%, equivalente a 400 g/lit, en una formulación de solución floable. 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 Amino butírico 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 neurona, lo que produce la interrupción de los impulsos nerviosos del parásito y en consecuencia su muerte por

parálisis flácida y eliminación del parásito. Este modo de acción original es propio de las Avermectinas, entre ellas la Abamectina y la distingue de las otras familias de sustancias antiparasitarias (Barham *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Lugar de realización del estudio.

El presente estudio se realizó en el interior de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizado en la colonia Valle Verde en Periférico y carretera a Santa Fé en Torreón, Coahuila. De acuerdo al GPS StreetPilot™ Garmin, se encuentra ubicado geográficamente a los 25° 33' 367" de latitud norte, 103° 22' 498" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1107 msnm.

3.2 Diseño experimental utilizado.

Para este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas con capacidad de 3 kg de suelo, para hacer un total de 24 macetas por tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos con sus 4 repeticiones. Dichas macetas de los tratamientos y sus repeticiones fueron colocadas en un invernadero de Horticultura en la misma institución. La distribución de los tratamientos y sus repeticiones se presenten en el cuadro 5

Cuadro 5. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar Abamectina (Avicta 400 FS) aplicado en el tratamiento a semilla de chile jalapeño para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en Torreón, Coah., México. 2013.

| | | | |
|---|----|-----|----|
| 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

Los tratamientos evaluados fueron tres dosis de Abamectina y un testigo sin aplicación y se presentan en el Cuadro 6. La aplicación del producto Avicta 400 FS se efectuó directamente a la semilla de chile jalapeño por el método de slurry, el cual consistió en vaciar en un vaso de precipitado la dosis recomendada de Abamectina (Avicta 400 FS) de cada uno de los tratamientos por separado, más 1.5 ml de agua y mezclar con 1000 semillas de chile jalapeño, excepto el testigo absoluto sin aplicación.

Cuadro 6. Tratamientos y dosis a evaluar en tratamiento de semilla para el control del nematodo agallador del chile jalapeño (*Meloidogyne incognita*) en Torreón, Coah., México. 2013.

| Tratamientos | Dosis mg i.a./1000 semillas | Dosis ml PF/1000 semillas |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Abamectina (Avicta 400 FS) | 160.0 | 0.40 ml |
| 2. Abamectina (Avicta 400 FS) | 240.0 | 0.60 ml |
| 3. Abamectina (Avicta 400 FS) | 400.0 | 1.00 ml |
| 4. Testigo absoluto (Sin aplicación) | - | - |

i.a.: ingrediente activo; PF: Producto Formulado
Fuente: Empresa Syngenta.

Para iniciar el trabajo de campo el día 02/09/11, se colectó suelo y raíces de arbustos de arrallán o clavo pequeño *Phytosporumtabira* de los jardines en la zona residencialde Torreón Jardín de Torreón, Coahuila infestados con nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, ya que elarrallán o clavo pequeño*Phytosporumtabiraes* uno de los hospederos importantes para la supervivencia de este nematodo fitoparásito.

Se extrajeron 10 submuestras de suelo y raíces, para luego realizar la homogenización de una muestra compuesta. Después de obtener la muestra compuesta de suelo y raíces dearrallán o clavo pequeño, se tomaron trozos de raíces, las cuales fueron disectadas en el Laboratorio de Parasitología y con la ayuda de un microscopio estereoscópico se determinó la presencia de hembras y huevecillos de *Meloidogyne incognita*, con la finalidad de verificar la viabilidad de los nódulos radiculares. Al observar las raíces dearrallán o clavo pequeño *Phytosporumtabiraextraídas*, se detectó una gran cantidad de nódulos radiculares, lo que nos demostró una severa infestación de este nematodo y por ende altas

infestaciones de este patógeno en el suelo utilizado para desarrollar las plantas de chile jalapeño.

Las bolsas de polietileno utilizadas de una capacidad de 3.5 kg se llenaron con 3.0 kg del suelo, actividad que se realizó poco después de coleccionar las submuestras y obtener la muestra compuesta, para evitar la inanición de los nematodos expuestos al sol y al viento. De los 288 kg de suelo coleccionado se utilizaron $\frac{3}{4}$ partes para llenar las macetas de los tratamientos de 0.40, 0.60 y 1 ml i.a. de Avicta 400 FS en 1000 semillas (Cuadro 6), mismas que fueron colocadas directamente sobre la tierra en macetas y etiquetadas con sus datos correspondientes y para el testigo se utilizó la otra $\frac{1}{4}$ parte del suelo restante, mismo que fue esterilizado con pastillas de fosforo de aluminio durante 48 horas para eliminar la presencia de nematodos y posteriormente se expuso al sol con una cubierta de polietileno con el mismo fin.

Las macetas del testigo absoluto fueron colocadas sobre una tarima para evitar la contaminación de nematodos provenientes del suelo. La siembra se llevó a cabo el día 07/09/11 y está se efectuó con un riego de presiembra a tierra venida, se colocaron 2 semillas de chile jalapeño por maceta para garantizar la germinación; a partir de la siembra se aplicó un riego constante a diario para mantener el suelo húmedo.

Se sembraron dos semillas de chile jalapeño por maceta en 3.0 kg de suelo en bolsas de polietileno de 3.5 litros de capacidad. El suelo fue tratado e inoculado de la siguiente manera.

La emergencia de las plántulas ocurrió el día 16/09/11 a 8 días después de la siembra (dds) en un 70 % de las macetas, el otro 30 % se llevó a cabo 4 después. A los 3 días después de la emergencia se realizó el aclareo para dejar solamente una plántula por maceta. Las labores culturales se realizaron una vez por semana como el aporque y deshierbes. La fertilización de plantas se efectuó el día 21/09/2011. En un lapso de 15 días a partir de la emergencia tuvo efecto el desarrollo vegetativo y el día 30/09/2011 el comienzo de la floración.

A los 49 días posteriores a la siembra tomando en cuenta los días a partir de la emergencia, el día 01/11/2011 se realizó la toma de datos de los parámetros para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Las plantas fueron extraídas de las bolsas de plástico y fueron lavadas con un chorro de agua de la llave a presión, para descubrir completamente el sistema radicular; esta maniobra se realizó con mucho cuidado para no dañar las raicillas más delgadas.

Al terminar de remover el suelo de la raíz de las plantas de chile jalapeño, las plantas se colocaron en papel periódico humedecido e introducidas en bolsas de polietileno etiquetadas para ser trasladadas al Laboratorio de Parasitología de la UAAAN UL, para llevar a cabo la medición individual de cada planta, tomando los datos de la longitud de raíz y diámetro de la base del tallo mediante el uso de un vernier, además se tomó el peso de la raíz y el peso del follaje con una báscula electrónica SanTorius Modelo QT6100 y visualmente se realizó el conteo de agallas radiculares de acuerdo con la escala propuesta por (Barker,1985).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Considerando que las plantas de chile jalapeño en el presente estudio se desarrollaron en un ambiente con suelo uniformemente infestado con altas densidades del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en comparación con plantas de lotes comerciales donde la distribución de este nematodo no es uniforme y que de acuerdo a lo señalado por (Robinson 2007) los lotes solo pueden sufrir en muchas ocasiones solo un 10 % de infestación, se obtuvieron los resultados siguientes:

Vigor de las plantas.

Para evaluar y determinar el vigor de las plantas, diámetro de la base del tallo, longitud de la raíz, peso radicular, peso del follaje, e índice de agallamiento en los diversos tratamientos, se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey con un $\alpha = 0.05$ utilizando el paquete de análisis estadístico SAS[®], como también la escala propuesta por (Barker, 1985) para determinar únicamente el índice de agallamiento en el sistema radicular.

Diámetro de la base del tallo.

El diámetro de la base del tallo de las plantas de chile jalapeño después de 49 días a la siembra se presenta en el cuadro 7. El tratamiento 1 (0.40ml/1000 semillas) fue significativamente diferente a los otros tratamientos, con una media de

0.425 cm presentó el mayor diámetro de tallo de plantas, seguido por el tratamiento 3 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.354 cm y 2 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.312 cm, se obtuvieron medidas de tallos estadísticamente iguales, el testigo sin aplicación con una media de 0.304 cm mostró los menores valores de diámetro de tallo, de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey.

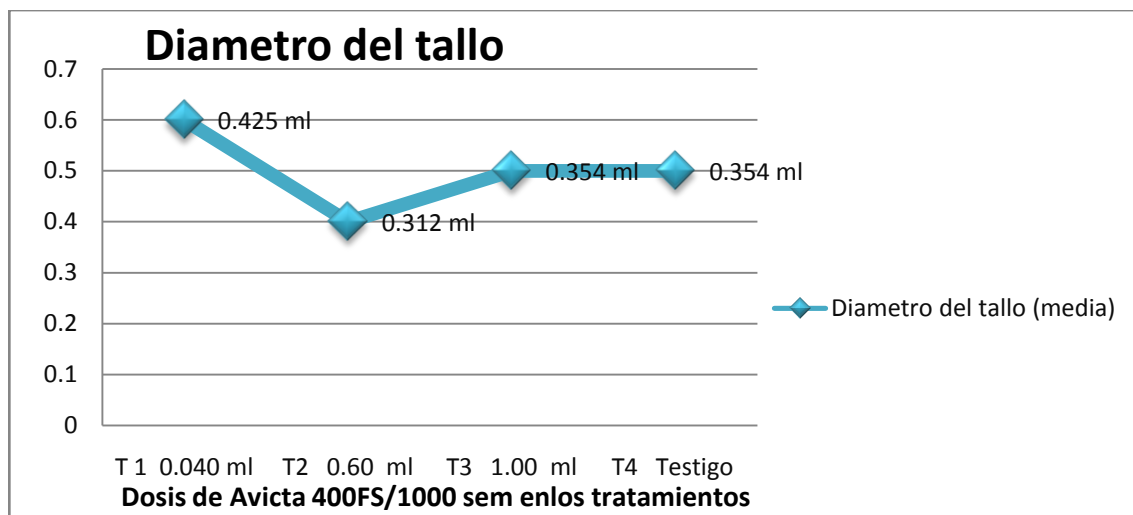
De acuerdo a lo anterior, las dosis de 0.40, 0.60 y 1.00 ml de Abamectina /1000 de semilla (Avicta 400 FS) concuerdan con los resultados obtenidos por Driver y Louis (2006) en chile jalapeño a los 21 días después de la siembra, y por Becker *et al.*, 2008, así como los obtenidos por Morales en 2007 a los 30 días después de la siembra en el cultivo de melón en Bermejillo, Dgo.

Cuadro 7. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Diámetro del tallo (Media) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.40 ml | 0.425 | A |
| 3 | 0.60 ml | 0.354 | A |
| 2 | 1.00 ml | 0.312 | A B |
| 4 | Testigo | 0.301 | B |

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 0.05 % C.V.:4.53



Gráfica 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

Longitud de la raíz.

La comparación de medias de la longitud de la raíz de las plantas del chile jalapeño de acuerdo a la prueba de Tukey, demostró que los resultados de los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa como lo podemos observar en el cuadro 8 y gráfica 2. Sin embargo, se observa una tendencia a ser mayor la longitud de la raíz al ser mayor la dosis de Abamectina con que se trataron las semillas, el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 30.2 cm mostró tener plantas ligeramente más vigorosas que el tratamiento 2 (0.60 ml de dosis de PF/1000 semillas) con una media de 29.4 cm seguidos del tratamiento 4 correspondiente al testigo y el tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una longitud radicular media de 28.8 cm.

Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

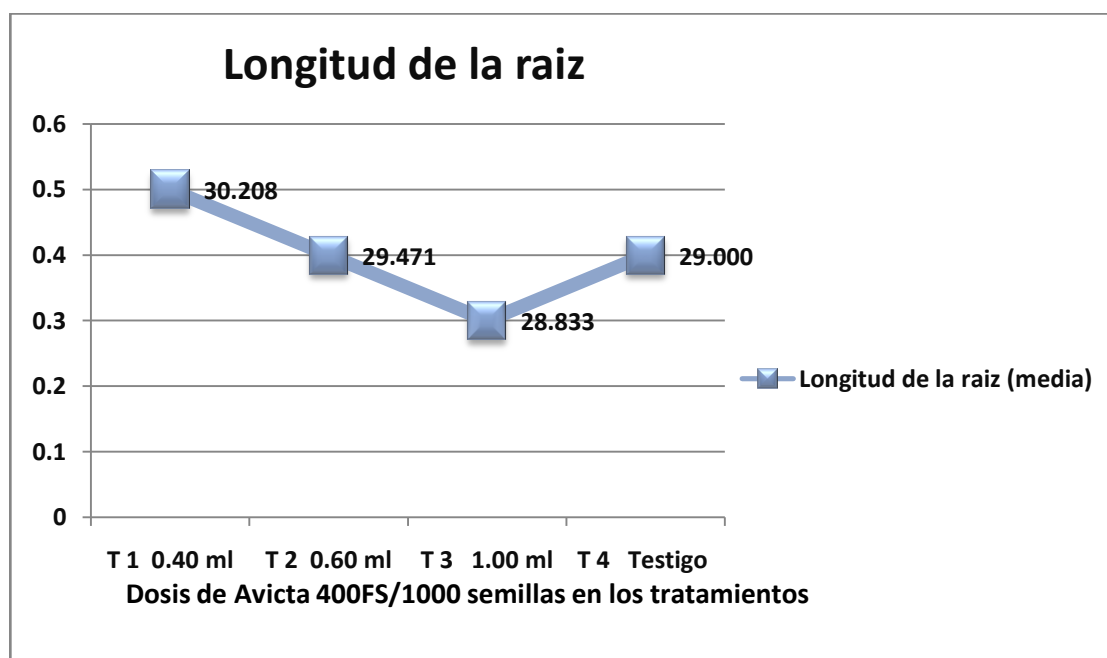
| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Longitud de la raíz (Media) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.40 ml | 30.208 | A* |
| 2 | 0.60 ml | 29.471 | A |
| 3 | 1.00 lm | 28.833 | A |
| 4 | Testigo | 29.000 | A |

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la

Prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.: 8.4542



Gráfica 2. Gráfica de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

Peso radicular.

Con respecto a la evaluación del peso radicular, la comparación de medias en la prueba de Tukey (ver cuadro 9 y gráfica 3), nos muestra una diferencia significativa en los tratamientos 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) obteniendo una media de 0.86 g siendo el tratamiento que mostró más peso radicular y el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media 0.65 g seguido por el testigo con un media de 0.60 g por último el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media 0.32 g.

De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml de Abamectina /1000 de semilla mostraron resultados similares a los obtenidos por Driver y Louis (2006) en chile jalapeño a los 21 días después de la siembra, y por Becker *et al.*, 2008, así como los obtenidos por Morales en 2007 a los 30 días después de la siembra en el cultivo de melón en Bermejillo, Dgo.

Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

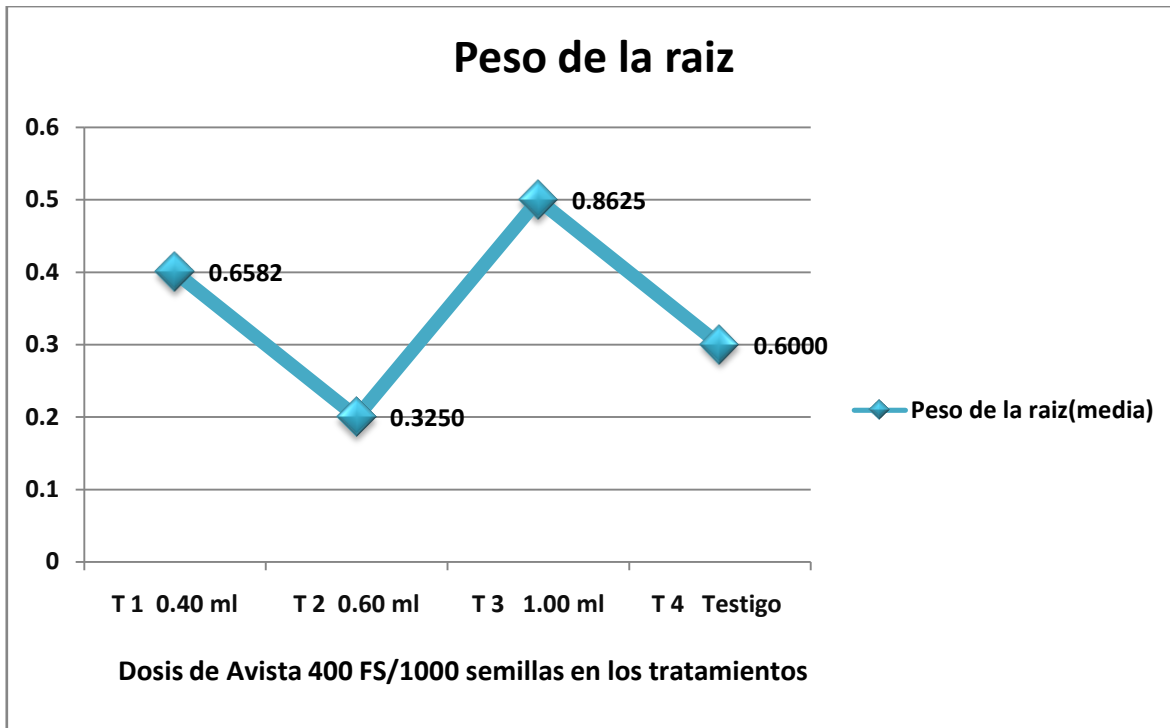
| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Peso de la raíz (Media) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| 1 | 0.40 ml | 0.8628 | A |
| 2 | 0.60 ml | 0.3250 | D |
| 3 | 1.00 ml | 0.8625 | A |
| 4 | Testigo | 0.6000 | B |

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la

Prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.: 16.169



Gráfica 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

Altura de la planta.

Al evaluar la altura de las plantas de chile jalapeño, de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey, los tratamientos 2(0.60 ml de PF/1000 semillas), 4 que corresponde al testigo y 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) 1(0.40ml de PF/1000 semillas) resultaron estadísticamente iguales (ver cuadro 10 y gráfica 4) y superiores al testigo sin aplicación. Sin embargo, el tratamiento 3 exhibió una diferencia mínima de altura con la menor altura con una media 28.8 cm por otra parte el tratamiento 1 registro una altura significativa con una media de 30.2cm seguido por el tratamiento 2 con una media de 29.4 cm y el tratamiento 4 que corresponde al testigo con una media de 29.0 cm.

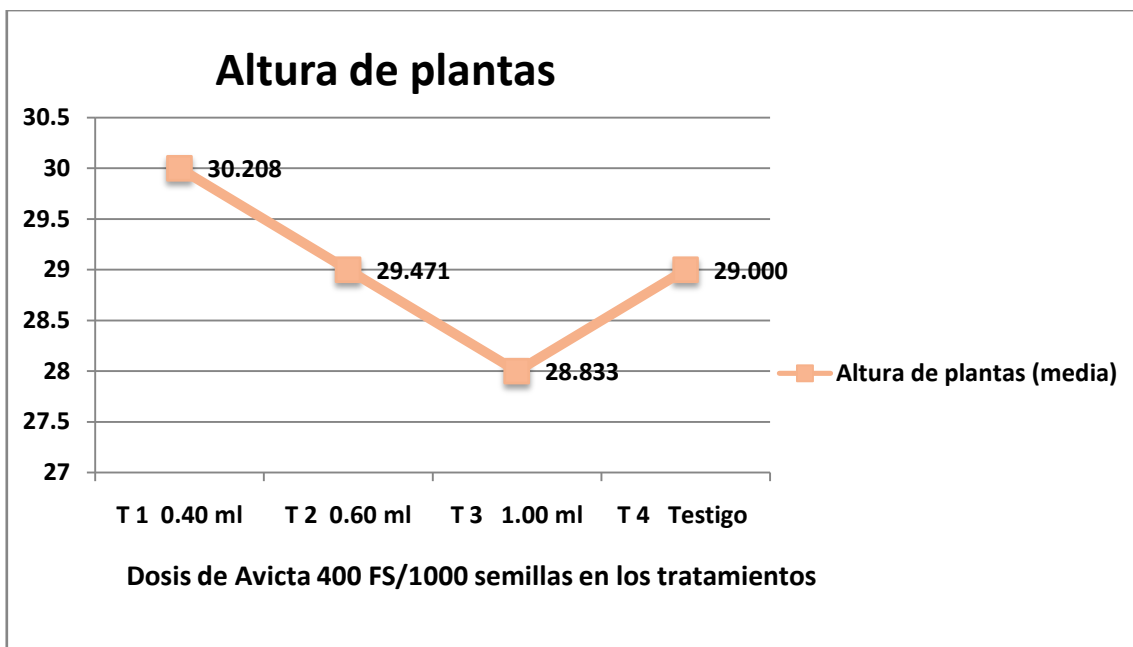
De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml de Abamectina /1000 de semilla concuerdan con los resultados obtenidos por (Driver y Louis 2006) en chile jalapeño a los 21 días después de la siembra, y por Becker *et al.*, 2008, así como los obtenidos por Morales en 2007 a los 30 días después de la siembra en el cultivo de melón en Bermejillo, Dgo.

Cuadro 10. Comparación de medias en la evaluación de altura de plantas con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Altura de plantas (Media) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 0.40 ml | 30.208 | A* |
| 2 | 0.60 ml | 29.471 | A |
| 3 | 1.00 ml | 28.833 | B |
| 4 | Testigo | 29.000 | A |

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Tukey al 0.05 C.V.: 7.9464



Gráfica 4. Gráfica de medias en la evaluación de la altura de plantas con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

Peso del follaje.

De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso del follaje de las plantas del chile jalapeño son iguales estadísticamente hablando y no existe una diferencia significativa entre tratamientos (ver cuadro 11 y gráfica 5). Sin embargo, es prudente señalar que el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor peso obteniendo una media de 6.6708 g. mostrando una diferencia mínima en peso con respecto al tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo un peso con una media 6.6583 g. seguido del tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo un peso con una media 5.9083, y en último lugar se ubica el tratamiento 4 correspondiente al testigo quien fue el que menor peso del follaje obtuvo con una media de 5.1792 g.

Cuadro 11. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

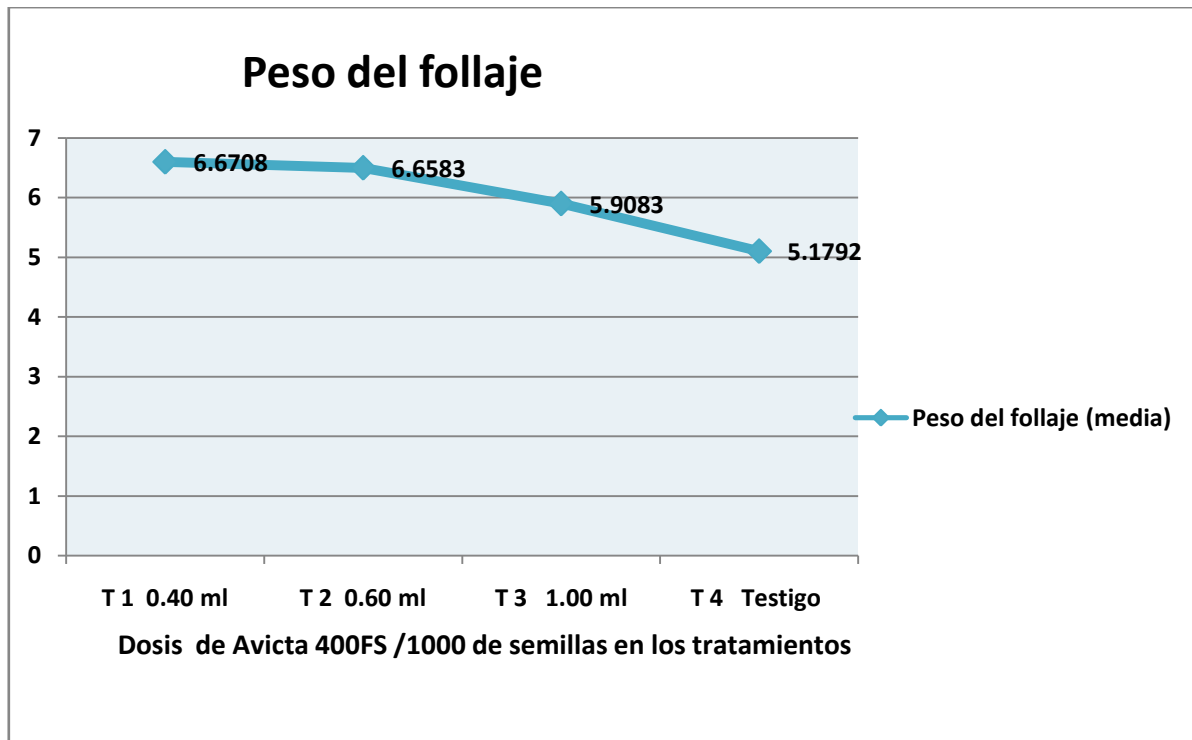
| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Peso del follaje (Media) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|--------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.40 ml | 6.6708 | A* |
| 2 | 0.60 ml | 6.6583 | A |
| 3 | 1.00 ml | 5.9083 | B |
| 4 | Testigo | 5.1792 | C |

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la

Prueba de Tukey al 0.05 %

C.V.: 17.6889



Gráfica 5. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

Índice de agallamiento radicular.

Al evaluar el índice de agallamiento de acuerdo a la prueba de Tukey, se muestra que existe una diferencia significativa en el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.2500 agallas radiculares seguido por el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 1.1667 agallas radiculares (ver cuadro 12 y gráfica 6), con respecto a los tratamientos 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 0.6250 agallas radiculares y el tratamiento 4 (testigo absoluto) con una media de 0.4583 agallas radiculares que fueron iguales estadísticamente hablando.

De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml de Abamectina /1000 de semillas de chile jalapeño, presentan mayor índice de agallamiento, concordando con los resultados obtenidos por Appleman y Hanmer (2006) en trabajos realizados en lechuga a los 45 días después de la siembra y con el agallamiento similar al testigo sin aplicación en pepino obtenidos por (Chen *et al.*, 2010).

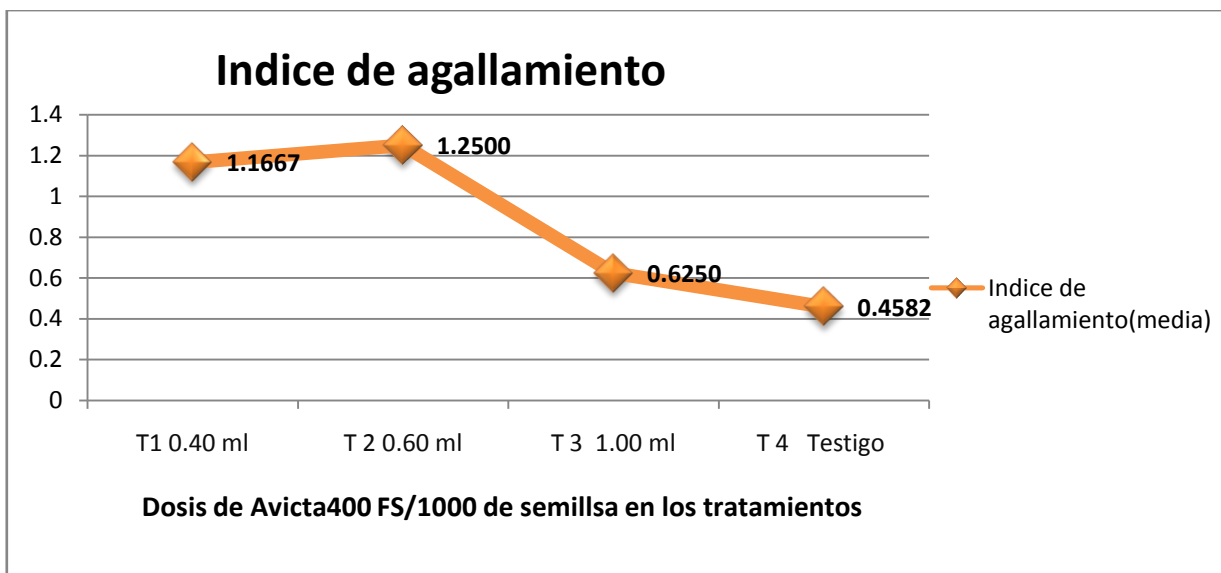
Cuadro 12. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jalapeño en Torreón, Coah., México. 2013.

| Tratamientos | Dosis PF en 1000 semillas | Índice de agallamiento (Medias) | Comparación ($\alpha=0.05$) |
|--------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.40 ml | 1.1667 | A |
| 2 | 0.60 ml | 1.2500 | A |
| 3 | 1.00 ml | 0.6250 | B |
| 4 | Testigo | 0.4583 | B |

PF: Producto formulado

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

C.V.: 63.4442



Gráfica 6. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de chile jala peño en Torreón, Coah., México. 2013.

El sistema utilizado para obtener el índice de agallamiento de acuerdo a la escala propuesta por (Barker, 2008), está basada en el índice 0 – 10.

De acuerdo con lo citado por Barker el índice de agallamiento de los distintos tratamientos quedó de la siguiente manera: el tratamiento 4 correspondiente al testigo absoluto con una media de 0.45 % obtuvo un índice de agallamiento de 0 (sin agallas), el tratamiento 2 con una dosis de 0.60 ml de Abamectina (Avicta 400 FS/1000 semillas) con una media de 1.25 % otorgó un índice de agallamiento de 1 (4 – 8 agallas), el tratamiento 3 con una dosis de 1.00 ml de Abamectina (Avicta 400FS/1000 semillas) con una media de 0.62 % otorgo un índice de agallamiento de 0 sin agallas.

V. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 en semillas de chile jalapeño, ofrecieron el mayor desarrollo de diámetro de la base del tallo en plantas a los 30 días después de la siembra.
2. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60mly 0.40 ml/1000 semillas de chile jalapeño otorgaron el mayor peso de raíz, a los 30 días después de la siembra.
3. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60mly 0.40 ml/1000 semillas de chile jalapeño resultaron con valores estadísticos similares en los tratamientos, para el peso del follaje y para la longitud de la raíz.
4. Las 3 dosis evaluadas de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas presentaron mayor índice de agallamiento en el sistema radicular que el testigo sin aplicación, a los 30 días después de la siembra.
5. Se sugiere el uso de Abamectina (Avicta 400 FS) a una dosis de 1.00mly 0.60 ml/1000 semillas de chile jalapeño, para el control de *Meloidogyne incognita* en el suelo con altas infestaciones, a los 30 días después de la siembra.

VI. RECOMENDACIONES.

*El tratamiento a semilla con Abamectina (Avicta 400 FS) presenta los siguientes beneficios: 1) Se utilizan pequeñas cantidades de i.a por ha. 2) La aplicación se dirige al patógeno. 3) Reducción en costos al incrementar la eficiencia operacional. 4) Se reducen los efectos sobre organismos benéficos. 5) Se reducen los riesgos de resistencia y 6) Es compatible con otras estrategias de manejo integrado de plagas, debido a;

*Retraza la penetración del nematodo durante el sensitivo estado de plántula, con tratamiento a semilla de Abamectina (Avicta 400 FS), es a menudo suficiente para el establecimiento de un vigoroso sistema radicular.

*Dado que el cultivo de chile jalapeño las 2/3 partes de la reducción final en desarrollo de plantas resulta del ataque del nematodo de los nódulos radiculares durante las primeras dos semanas después de la siembra, es recomendable la utilización del tratamiento a semilla con Abamectina (Avicta 400 FS).

VII LITERATURA CITADA.

Anderson L., G. 2010. Manejo de plagas en el cultivo de chile y su impacto ambiental en la zona agrícola de Jiménez-Villa López, Chihuahua, México. [en línea]. Revista tecnología UACH. <http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v1n2/data/plagas.pdf>. [fecha de consulta: 27/10/2013].

Appleman, L., and D. Hanmer. 2006 Screening for Root-knot nematode *Meloidogyne hapla* using lettuce UW-L Journal of Undergraduate Research VI.3.p.

Ayoub, S.M. 2004. Plant Nematology. Agricultural Training Aid. Department of food and Agriculture. Div. of Plant industry Laboratory Services Nematology Sacramento, California. 39-71. pp.

Bañuelos N., G. 2008. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. [en línea]. Oficina Regional de la FAO. Etnobotánica del Chile Investigación en Alimentación y Desarrollo, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018845572008000200006. [fecha de consulta: 08/10/2013].

Barham, J. D., T.L. Kirkpatrick and R. Bateman. 2006. Field evaluations of Avicta a new seed-treatment nematicide. Summaries of Arkansas cotton Research 2006. Arkansas Agricultural Experiment Station. Research series 543: 128-134.pp.

Becker, J.O., B. Slaats and D. Hofer. 2008. Cucumber seed coating with abamectin guards against early root damage by Root-knot nematodes. [en línea]. Dept. Plant Pathology, Univ. of California <http://apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp>. [fecha de consulta: 13/10/2013].

Berzoza M., M. 2008. El clima y las enfermedades en las hortalizas. Control integrado de enfermedades en Chile y tomate con relevancia en virosis. Congreso Cd. Delicias, Chihuahua. México. p. 74.

Brust, E. G., W. D. Scout and J.M. Ferris. 2007. Root-knot Nematode control in chili. Department of Entomology. (en línea) Purdue University. E-212.W.3.p. <http://www.jstor.org/discover/10.2307/4046789?uid=3738664&uid=2&uid=4&sid=21102945454641> [fecha de consulta: 27/10/2013].

Barker, K.R. (1985). Nematode extraction and bioassays. In 'Advanced Treatise on *Meloidogyne* Volume II' (Eds. K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser). North Carolina State University Graphics, USA, pp. 3-17.

Bruton, B., J. Amador and E.M. Miller. 2006. Atlas of Soilborne disease of melons. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A&M University System. College Station, Texas. 12.p.

Canales R.C. 2007. Panorama actual del cultivo del chile en nuestro país. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP.FUPROCAP. Campeche, Campeche. pp. 1-89.

Cepeda S. M. 2004. Nematología Agrícola. Editorial Trillas. S.A. de C.V. México, D.F. pp. 132-188.

Chacón M. G. 2010. Características Generales de los Nematodos. Biblioteca Agronómica (en línea). <http://fitopatologiamanuelchacon.bligoo.es/media/users/19/961833/files/218999/Nematodos.pdf>. [fecha de consulta: 26/10/2013].

Chen, X., S. Muller and J. O. Becker. 2010. Improved Plant Protection Against Root-Knot Nematodes by Combining Biological Control and Biorationals Approaches. (en línea). University of California. Riverside, Ca. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://mbao.org/2006/06Proceedings/050BeckerOAltMBrRKNbiorational.pdf>. [fecha de consulta: 27/10/2013].

Comisión Veracruzana de Comercio Agropecuario (COVECA). 2011. Monografía del chile [en línea]. (COVECA). <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/MONOGRAFIA%20CHILE2011.PDF>. [fecha de consulta: 26/10/2013].

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. (CESAVEG). 2011. Plagas y enfermedades del chile en Guanajuato. (en línea) (CESAVEG). http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_11/poster_chile_plagas.pdf. [fecha de consulta: 28/10/2013].

Driver, J. G. and 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: 08/11/2013].

Espinoza A., J. J. 2006. Competencia entre México y países de América central en los mercados Estadunidenses de chile jalapeño y pimiento. Revista informática Técnica Económica Agraria (ITEA), vol.96. Zaragoza España. pp. 173-184.

El siglo de torreón. 2011. Resumen agrícola de la región Lagunera (SAGARPA). p.24.

Fernández J. H., 2009. Distribución Espacio Temporal de la Marchitez del Chile (*Capsicum annuum* L) Revista mexicana de fitopatología.(en línea).http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018533092009000200006&script=sci_arttext. [fecha de consulta: 27/10/2013].

Fundación para la investigación agrícola (FIAV), 2008. Enfermedades causadas por nematodos. DANAC- Venezuela. (FIAV). (en línea). <http://www.sovefit.com.ve/boletines/22-2/Resumen.pdf>. [fecha de consulta: 28/10/2013].

Garzón J., A. 2006. Virus que afectan al cultivo de chile en el sur de Sinaloa, en Memoria del curso manejo de insectos vectores de virus en el cultivo de chile. SAGARPA, INIFAP, UAS, Fundación Produce Sinaloa, pp. 25-29.

Gowen, S., R. Rabbet and J.G. Wright. 2008. Root-knot nematodes. Plant Protection Service.Secretariat of the pacific community Pest Advisory Leaflet. Faculty of Science and Technology the University of the South Pacific, pp. 1-14.

Greco, N. 2007. Alternatives to Methyl Bromide to control plant parasitic nematodes in greenhouses.(en línea). Instituto di Nematología Agraria. Bari, Italia. <http://books.google.com.mx/books?id=ZY9IOBJq2LgC&pg=PA26&lpg=PA26&dq=Alternatives+to+Methyl+Bromide+to+control+plant+parasitic+nematodes+in+greenhouses.&source=bl&ots=3tqySrHgc6&sig=TykBdZwARWwsTdjEPL3Cw8U3J0&hl=es&sa=X&ei> .[fecha de consulta: 26/10/2013].

Guzmán G., B. 2010. Identificación de las especies de *Meloidogyne spp* que infectan melón, chile y tomate en La Comarca Lagunera mediante observación de las características morfológicas. Tesis Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. UAAAN-UL. Torreón, Coah. pp.1-37.

Información Agropecuaria (INFOAGRO). 2010. El cultivo del chile jalapeño *Capsicum annuum* var.[en línea].(INFOAGRO) <http://www.infoagro.com/hortalizas/hortalizas.htm>. [fecha de consulta: 20/10/2013].

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Pecuarias (INIFAP). 2011. Plagas y enfermedades en los cultivos Hortícolas en la Comarca Lagunera. [en línea].(INIFAP).<https://www.google.com.mx/#psj=1&q=inifap+control+de+nematos+en+chile>. [fecha de consulta: 08/10/2013].

Jenkins, W. R., and D.P. Taylor.1967.Plant Nematology Reinhold Publishing Comparison. New York- Amsterdam-London. pp.102-105.

Kim, L. J., S. Feitelson, J. Harvey, and P.S. Zorner. 2002. Materials and methods for controlling nematodes. [en línea]. Department of Microbiology, Immunology and Pathology.<http://materials&methodscontrolnemasAvermectin.htm>. [Fecha de consulta: 30/10/2013].

Lujan F.G., 2010. El chile jalapeño en el campo Mexicano. [en línea]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,(INIFAP). <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?id902669&fuseaction=browse&pageid=45>. [fecha de consulta: 20/10/2013).

Mai, W. f., and H. H. Lyon. 2006. Pictorial key to general of plant-parasitic nematodes.Fourth Edition Cornell University press. Ithaca, New York .pp.64-65.

Maluf, W.R., S. M. Acevedo., L.A. Gómez y A.C. Barneche. 2008. Inheritance of resistance to the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce.(en línea). Genet. Mol. Res. www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v14n2/artigo09.pdf. [fecha de consulta: 28/10/2013].

Mendoza H, G., 2010. Superficie sembrada de chile jalapeño en la Comarca Lagunera. [en línea]. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas (UACH).

https://www.google.com.mx/search?q=UACH+PRODUCCION+DE+CHILE&rlz=1C1KMZB_enMX511MX513&oq=UACH+PRODUCCION+DE+CHILE&aqs=chrome..69i57.8175j0j8&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=9. [fecha de consulta: 24/10/2013].

Miguel A., C. 2011. Principales hortalizas de exportación en México. [en línea]. Fitoprotección. [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/\\$file/MANEJO%20DE%20NEMATODOS%20EN%20SISTEMAS%20PROTEGIDOS.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/$file/MANEJO%20DE%20NEMATODOS%20EN%20SISTEMAS%20PROTEGIDOS.pdf). [fecha de consulta: 27/10/2013].

Noling, J. W., 2005. Nematode Management Nematode management in cucurbits (cucumber, melons. Squash). Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extensions Service Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. ENY-029.p. 104.

Pablo I., G. 2011. Manejo integrado de *Meloidogyne* en tomate. [en línea] Laboratorio de Nematología. Estación Experimental Agropecuaria. <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-integrado-de-meloidogyne-en-tomate>. [fecha de consulta: 24/10/2013].

Peña E., M. A. 1985. Biología y control de *Lyriomyza trifolii* (Burguess, (Díptera: Agromyzidae). Cuadernos de fitopatología, Revista técnica de fitopatología y terapéutica. Ed. y Prom. L.A.V., S.L NIF: Valencia, España. pp. 91-129.

Rajedran, G., S. Ramakrishna and J. Jayakuman. 2011. Avermectin, a novel nematicide for Root-knot nematode in control in tomato. Proceedings of National Symposium of Biodiversity and management of Nematodes. Cropping System of Sustainable Agriculture. Jaipur. India. pp. 65-68.

Ramirez D., M., U. Nava, C, y Acosta A. 2002. Manejo integrado de plagas en el cultivo del chile. En: Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. Matamoros, Coah. pp. 129-159.

Ramírez J., H. 2010. Orígenes del Chile. [en línea]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <http://www.maph49.galeon.com/biodiv2/chile.html>. [fecha de consulta: 26/10/2013].

Reche, M. J. 2003. Cultivo de Chile. Editorial Mundi-prensa y ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de extensión Agraria. Madrid España. p. 227.

Rivera P., A. 2010. Metodologías Tradicionales usadas en el mejoramiento del chile. [en línea] INIFAP-SAGARPA. Campo experimental de Toluca. <https://www.google.com.mx/#psj=1&q=inifap+control+de+nematodos+en+chile>. [fecha de consulta: 19/10/2013].

Robinson, Elton. February. 2007. GallmappingRoot-knotNematode Variation (en línea). Delta FarmPress. <http://deltafarmpress.com/gall-mapping-root-knot-nematode-variation>. [fecha de consulta: 16/11/2013].

Salvador M, H. 2010. Recopilación y análisis de la Información Existente de las especies del Género Capsicum que crecen y se Cultivan en México. (INIFAP). (en línea).http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe_Final/Informe%20final%20Capsicum.pdf. (fecha de consulta: 24/11/2013).

Sabori P., R. 1994. El Cultivo del Pepino en la Costa de Hermosillo. En: Ciclo de Seminarios Técnicos CECH 1993. Campo Experimental Costa de Hermosillo de INIFAP. Hermosillo, Son., México. Publicación Especial No 12. pp. 47-62.

Sandoval G. A., 2009. El chile jalapeño, Su cultivo de temporal en Quintana Roo. Centro de Investigación Regional Sureste Campo Experimental Chetumal.(en línea).<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3126/ChileJalapeno.pdf?sequence=1>. [fecha de consulta: 12/11/2013].

Santiago G., J. C. 2006. Manejo Integrado de Nematodos Fitoparásitos cosmopolitas (Gemmar) En el cultivo de plátano [en línea]. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. <http://grad.uprm.edu/tesis/santiagogonzalez.pdf> [fecha de consulta: 14/11/2013].

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Plan Rector del Sistema Producto Chile (en línea). (SAGARPA).<http://www.amsda.com.mx/PREEstatales/Estatales/TAMAULIPAS/PREchile.pdf>. [fecha de consulta: 29/10/2013].

Servicio de Información Agroalimentaria yPesquera (SIAP). 2008.Estadísticas en delchile

México(enlínea) (SIAP).http://www.inforural.com.mx/IMG/pdf/Estadistica_del_chile_en_Mexico.pdf[fecha de consulta: 13/11/2013].

Salvador M, H. 2010. Recopilación y análisis de la Información Existente de las especies del Género Capsicum que crecen y se Cultivan en México. (INIFAP). (en línea).http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe_Final/Informe%20final%20Capsicum.pdf. [fecha de consulta: 24/11/2013].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Producción de chile verde en México [en línea]. (SIAP).http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=310:mexico-primer-lugar-mundial-en-produccion-de-chile-verde-y-sexto-en-la-de-chile-seco&catid=6:boletines&Itemid=335. [fecha de consulta: 26/10/2013].

Stirling, G., J. Nicol and F. Reay. 2005. Advisory Services for Nematode pests. Operational Guidelines.Rural Industries Research & Development Corporation. Protection Pty. Ltd. RIRDC. California Publication N° 99/41. pp. 1 – 103.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera(SIAP) 2011.Avanse de siembras y cosechas en Coahuila. (en línea)(SIAP).http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/FichaPorEstado.do. [fecha de consulta:24/11/2013/].

Tamaro, D. 2006. Manual de Horticultura 7 Edición. Ed. Gili. Barcelona, España. pp. 56-70.

Tang, B., G.W. Lawrence., R. G. Creech., J. N. Jenkins and J. C. McCarty, Jr. 2003. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* in cotton roots. Mississippi Agricultural & Forestry Station. Mississippi State University. Technical Bulletin 195. pp. 1-13.

Taylor, A. R., and J. N. Sasser. 2003. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne spp.*). International *Meloidogyne*Project. Department of Plant pathology. North Carolina State University. United States Agency for International Development.p.111.

United States Department of Agriculture.2002 (USDA) (AMS) Agricultural Marketing Service. Fresh Fruit and Vegetables Shipments by Commodities, State, and Months. Washington, DC. pp. 35-39.

University of California Davis (UCDb), 2006 *Meloidogyne incognita* Taxonomy common Name, Disease (UCDb) (en línea).<http://faculty.entomology.ucdavis.edu/westerdahl/nemas/meloidogyneincognita.htm>. [fecha de consulta: 28/10/2013].

University of Florida and Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS) 2008. Management Integrated of Nematode. (UF/IFAS).(en línea).http://www2.ctahr.hawaii.edu/adap/ASCC_LandGrant/Dr_Brooks/BrochureNo9.pdf. [fecha de consulta: 28/10/2013].

Valadez L., A. 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa, México D.F. pp. 78-91.

Villand, J. M. 1998. Molecular marker based characterization of *Capsicum germplasm*. Thesis of Doctor of Philosophy (Plant breeding and plant genetics). At the University of Wisconsin-Madison. U.S.A. pp. 43-48.

Ware, G., W. and D.M. Whitacre. 2004. Radcliffe's IPM World Textbook. An Introduction to Insecticides. [en línea]. 4th Edition. University of Minnesota.http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072002000300002&script=sci_arttext [Fecha de consulta: 21/10/2013].