

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de macrotúnel.**

**POR**

**Martha Susana Morales Santiago**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO**

**DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA**

**FEBRERO DE 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de macrotúnel.

POR

MARTHA SUSANA MORALES SANTIAGO

TESIS

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

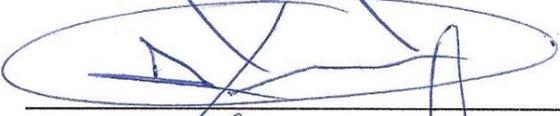
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

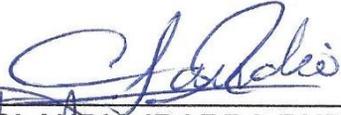
VOCAL:

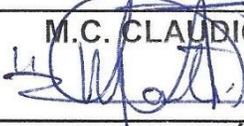
  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

  
FEBRERO DEL 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de macrotúnel.**

POR

MARTHA SUSANA MORALES SANTIAGO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO  
APROBADA POR

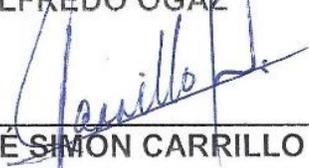
ASESOR PRINCIPAL:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, Gracias a ti señor por darme la dicha de vivir y permitirme llegar hasta este momento de mi vida, por haberme guiado en los buenos y malos momentos para terminar mi carrera y así ser un profesional porque me iluminas y estas siempre a mi lado, para seguir adelante., gracias por darme una familia tan maravillosa a la cual quiero y amo mucho, por guiarme por el camino correcto.

**A mis abuelos**, Epigmenio Morales Salas y Herlinda Ramírez Morales por estar en cada momento y siempre apoyándome. Gracias por su amor y apoyo que me han dado durante toda mi preparación profesional, también por confiar y creer en mí.

**A mis padres**, Tereso Morales Ramírez y María Elena Santiago Rivera por estar siempre en cada momento de mi vida, porque gracias a su apoyo y consejo he logrado terminar mi carrera Profesional. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

**A mis hermanos**, Citlally Beatriz Morales Santiago, Ángel Gabriela Morales Santiago, Sandra Isabel Morales Santiago y José Alejandro Morales Santiago agradezco mucho por la motivación y positivismo que me brindaron.

**A mis tíos**, Feliciano Morales Ramírez, Alicia Berenice García Álvarez, Elia Morales Ramírez, Magnolia Morales Ramírez, Dalmacia Morales Ramírez, Epigmenio Morales Ramírez, Iván Salas Ramírez, Juanita, Guillermo Morales Sánchez, el más sincero reconocimiento al esfuerzo, orientación y apoyo que me brindaron para alcanzar una de las metas trazadas con admiración y respeto.

**A toda mi familia**, gracias a todos por sus consejos, todo su apoyo, a todos los que están siempre conmigo y lo siguen estando.

**A mis amigos (as)**, Mauricio Isaí Ramírez Lara, Ricardo Gadiel Bravo Bravo, María Gabriela Villa Galindo, Aníbal de Jesús Castañeda González, Marco

Antonio Martínez Pérez, Karina Anaheli Morales Del Ángel, Ernesto López Sierra, Yuridia Gálvez Bravo, Bacilia Guadalupe López Chirino, Dory Roblero, Nayeli González Ortiz por ser siempre mis mejores amigos, gracias por su amistad y compartir lindos momentos conmigo, los quiero mucho.

**A mi Novio** Mauricio Isaí Ramírez Lara, por brindarme el apoyo incondicional en este proyecto ha sido fundamental no fue fácil pero estuviste motivándome a pesar de la distancia. Gracias mi amor **TE AMO**.

**A mi Alma Mater** La “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” por permitirme forma parte de esta maravillosa experiencia y abrirme las puertas para así cumplir uno de mis grandes sueños y metas en la vida y culminarla. Estoy plenamente agradecido con mi **Alma Terra Mater** por ser mi segunda casa y me siento feliz por ser un egresado de esta gran institución.

A mi asesor de tesis el **Ing. José Alonso Escobedo**, quiero agradecer infinitamente todo su apoyo brindado durante gran parte de mi carrera, por el apoyo, motivación y disposición para realizar este proyecto de investigación llamado tesis y sobre todo gracias por brindarme su confianza y amistad de una manera incondicional. También quiero agradecer a mis demás asesores, al **Dr. Alfredo Ogaz**, **M.C. José Simón Carrillo Amaya** y al **M.C. Claudio Ibarra Rubio** por la asesoría, revisión y colaboración del presente estudio

A mi tutor de carrera el **Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos**, le quiero agradecer toda la confianza y amistad que me ha brindado durante todo mi proceso de formación académica en esta universidad. Por los regaños y consejos que me dio, así como por la disposición que mostró siempre a la hora de pedirle un consejo.

**A los maestros del Departamento de Parasitología**, quienes me impartieron clases y transmitieron conocimientos: Ing. José Alonso Escobedo, Dr. Florencio Jiménez Díaz, Dr. Vicente Hernández Hernández, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, M.C. Sergio Hernández Rodríguez, Dr. Teodoro Herrera Pérez, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos. A todos ellos muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

### **Especialmente a mis padres:**

Sr. Tereso Morales Ramírez y Sra. María Elena Rivera Santiago

### **A mis abuelos:**

Epigmenio Morales Salas y Herlinda Ramírez Morales

### **A mis tíos:**

Feliciano Morales Ramírez, Alicia García Álvarez, Elia Morales Ramírez

### **A mis hermanos:**

Citlally Beatriz Morales Santiago, Ángel Gabriela Morales Santiago, Sandra Isabel Morales Santiago y José Alejandro Morales Santiago

### **A las familias:**

Morales Ramírez, Pérez Morales, Roblero Morales, Hernández Morales, Morales García, Salas Ramírez.

### **A mis maestros:**

Quienes aportaron conocimiento en mi preparación y formación profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en macrotúnel en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN – UL), en el ciclo primavera – verano, donde se evaluaron los nematicidas Furadan 350 L (2ml/1L agua), Abaneem 180 CE. (5ml/1L agua), Chimal 6.53 PH (5gr/1L agua) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L), en comparación con un testigo sin aplicación, evaluándose vigor de las plantas en base a diámetro de tallo, peso raíz, peso de follaje, altura de follaje e índice de agallamiento por ataques de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood a los 40 días de la emergencia. El objetivo fue Evaluar la eficacia de estos nematicidas aplicados antes de la siembra del cultivo de melón para el control del nematodo de los nódulos radiculares bajo condiciones de macrotúnel. Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar conformado por 4 tratamientos y 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas con una capacidad de 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por cada tratamiento y completando un total de 96 macetas. Estadísticamente a los 40 días después de la emergencia indican que para diámetro de tallo, peso de raíz y peso de follaje todos los tratamientos resultaron iguales estadísticamente. En lo que se refiere a la evaluación de altura de follaje no hubo diferencia entre tratamientos, donde el tratamiento con Abaneem 180 CE, obtuvo la mayor altura de follaje con 18.10 cm y los tres tratamientos restantes de Furadan 350 L, Chimal 6.53 PH y el testigo sin aplicación resultaron iguales estadísticamente hablando con menor altura de plantas con 15.07, 15.77 y 13.35 cm respectivamente. Por lo que toca al índice de agallamiento radicular, entre tratamientos resultó diferencia estadística siendo el mejor tratamiento Chimal 6.53 PH, que obtuvo 12.47 el cual supero a Furadan 350 L con 15.65, Abaneem 180 CE con 27.80 y el testigo con 47.80.

**Palabras clave:** Nematicidas, *Meloidogyne incognita*, Mission, nódulos radiculares, Furadan 350 L.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen .....	4
2.2 Generalidades del cultivo.....	4
2.3 Clasificación taxonómica .....	5
2.4 Descripción botánica.....	5
2.5 Ciclo vegetativo.....	6
2.6 Raíz .....	6
2.7 Tallo .....	6
2.8 Hoja.....	7
2.9 Flor .....	7
2.10 Fruto.....	8
2.11 Semilla .....	8
2.12 Importancia del melón .....	8
2.13 Distribución geográfica.....	9
2.14 Importancia mundial .....	9
2.15 Importancia nacional .....	9
2.16 Importancia regional.....	10
2.17 Importancia del melón de la Comarca Lagunera .....	10
2.18 Problemas fitosanitarios del melón .....	11
2.18.1 Artrópodos plaga del melón .....	11
2.18.2 Mosca blanca de la hoja plateada <i>Bemisia argentifolii</i> (Bellows & Perring) .....	11
2.18.3 Pulgón del melón, <i>Aphis gossypii</i> glover.....	12
2.18.4 Minador de la hoja <i>Liriomyza sativa</i> .....	12
2.19 Enfermedades causadas por hongos.....	12

2.20 Enfermedades causadas por virus .....	13
2.21 Enfermedades causadas por nematodos e historia.....	13
2.22 Nematodos agalladores.....	15
2.23 Ubicación taxonómica .....	15
2.24 <i>Meloidogyne spp.</i> .....	16
2.25 Especies de <i>Meloidogyne</i> .....	16
2.26 Características morfológicas.....	17
2.27 Ciclo de vida .....	18
2.28 Anatomía .....	20
2.29 Alimentación .....	21
2.30 Daños y síntomas.....	22
2.31 Índice de agallamiento.....	23
2.32 Hospederos.....	24
2.33 Métodos de control.....	25
2.33.1 Control cultural.....	25
2.33.2 Barbecho .....	26
2.33.3 Inundación .....	26
2.33.4 Solarización .....	26
2.33.5 Rotación de cultivos.....	27
2.33.6 Variedades resistentes.....	28
2.33.7 Control biológico.....	28
2.33.8 La biofumigación.....	28
2.33.9 Plantas con propiedades nematicidas. ....	29
2.34 Control químico .....	30
1.35 Características de nematicidas utilizados .....	32
2.35.1 Furadan 350 L .....	32
2.35.2 Chimal 6.53 PH .....	33
1.35.3 Abaneem 180 CE: .....	34
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS:</b> .....	36
3.1 Características del clima .....	36
3.2 Localización del experimento.....	36
3.3 Variedad utilizada.....	37
3.4 Diseño experimental.....	37

3.5 Muestreo de suelo.....	38
3.6 Siembra.....	39
3.7 Emergencia .....	39
3.8 Riegos.....	40
3.9 Labores culturales .....	40
3.10 Control de plagas y enfermedades.....	40
3.11 Registro de datos.....	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Vigor de las plantas .....	42
4.2 Diámetro de la base del tallo.....	42
4.3 Peso radicular.....	44
4.4 Peso del follaje .....	45
4.5 Altura del follaje.....	47
4.6 Índice de agallamiento radicular .....	48
<b>V. CONCLUSIONES:.....</b>	<b>50</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Productos y dosis recomendadas a aplicarse en diferentes cultivos.....	32
Cuadro 2.- Cultivo, plagas y dosis recomendadas de Abaneem 180 CE .....	35
Cuadro 3.- Distribución de tratamientos en un diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar TI (Testigo), TIV (Abaneem180 CE), TIII (Furadan 350 L.), TII (Chimal 6.53PH aplicados para control del nematodo agallador ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) en la UAAAN-UL, Torreón, Coahuila., México 2017.....	37
Cuadro 4.- Tratamientos y dosis a evaluar en plantas de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) para el control del nematodo agallador del raíz ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México 2017.....	38
Cuadro 5. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.....	43
Cuadro 6. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.....	44
Cuadro 7. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.....	46
Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación de la altura de follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo)	

en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah. México.  
2017.....47

Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento  
radicular con la aplicación de (Abaneem180 CE), (Furadan 350 L.), (Chima 6.53  
PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón,  
Coah.,México.2017.....49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017.....	43
Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah.,México.2017.....	45
Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de de (Abaneem), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017 .....	46
Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación de la altura de follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah. México. 2017.....	48
Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento radicular con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón coahMéxico.2017.....	49

## I. INTRODUCCIÓN:

El melón (*Cucumis melo* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia, tanto por la superficie dedicada a su cultivo, así como por generar divisas (alrededor de 9 millones de dólares) y empleos en el área rural. El melón es uno de los cultivos más remunerativos que más mano de obra ocupa en el ciclo agrícola de primavera – verano en la Comarca Lagunera, es por consiguiente la hortaliza de la mayor importancia social y económica, en esta área agrícola. La producción del melón en la Comarca Lagunera ciclo agrícola primavera-verano ocupó el primer lugar en producción de melón al contabilizar 4,120 hectáreas, con una producción de 145,972 toneladas que representa el 13.26% de la producción nacional y un valor de producción de 695.577 millones de pesos (El Siglo de Torreón, 2018).

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

Los nematodos son depredadores invisibles del rendimiento que pueden afectar a la mayoría de los cultivos de hortalizas. Las reducciones de rendimiento pueden ser cuantiosas pero varían dependiendo del cultivo y de la especie de nematodos. Los síntomas típicos del daño por nematodos pueden aparecer a nivel superficial o en el subsuelo, en el follaje y en las raíces. Los síntomas foliares generalmente se presentan en forma de achaparramiento de

las plantas, marchitez prematura y clorosis foliar (amarillamiento). Bajo infestaciones graves de nematodos, las plántulas o los trasplantes pueden dejar de desarrollarse, se quedan enanas o mueren. Los síntomas de raíz ocasionados por nematodos agalladores pueden ser muy notorios. Los nematodos agalladores de raíz se caracterizan por formar áreas hinchadas en las raíces llamadas agallas. Las agallas pueden variar desde unas cuantas zonas hinchadas, hasta abarcar grandes áreas, como en los casos en las que las raíces han estado expuestas a infecciones múltiples y repetidas (Productores de Hortalizas, 2014).

Dado a lo anterior se procedió a realizar el siguiente trabajo de investigación con la aplicación de nematicidas para el control de este importante nematodo.

## **1.1 Objetivo**

Evaluar la eficacia de nematicidas aplicados antes de la siembra del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel.

## **1.2 Hipótesis**

La aplicación de nematicidas en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) antes de la siembra evita el daño a raíces por la penetración de formas infectivas J2 del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, bajo condiciones de macrotúnel.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen

Se considera África como centro de origen del melón, India como centro de domesticación y como centros secundarios de diversificación: Afganistán y China. Se sabe que hay más de 40 especies de *Cucumis* nativas en los trópicos y sub trópicos de África. Se consideran centros de origen secundarios de gran desarrollo la India, Rusia y China (Silvia, 2005).

### 2.2 Generalidades del cultivo

El nombre del melón es (*Cucumis melo* L) y es la hortaliza más requerida de la familia cucurbitáceas junto con la sandía, calabaza y pepino. El nombre vulgar en la comarca Lagunera se le conoce como melón chino (Turchi, 1999).

La importancia del melón procedente de México en el mercado estadounidense está relacionado con la cercanía geográfica. Su compatibilidad precio y calidad, y con la coyuntura de descenso en producción en los Estados Unidos en invernadero. En 2002 el melón y la sandía aportaron el 4.4% del valor de las exportaciones de fruto y de hortalizas frescas de México que fue 178.5 millones de dólares (Hernández y Martínez, 2006).

El melón nativo del continente africano se puede encontrar en el este de África tropical y en el sur del desierto de Sahara plantas silvestres de (*Cucumis melo* L.) por lo antes expuesto se considera a África como el centro genético primario de esta especie, además la diversificación de esta especie ocurrió en el sureste y centro de Asia, extendiéndose hacia Turquía, Irán, Iraq, Arabia Saudita, Afganistán, así como Pakistán y el norte y centro de la India. Todas estas regiones son consideradas centros primarios de diversificación como

centro diversificación secundaria se hace especial referencia a las Antillas (Lemus *et al.*, 2003).

### 2.3 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del melón es de la siguiente manera: (López, 2008).

Dominio..... Eucaria

Phyllum..... Tracheophyta

Clase..... Angiosperma

Orden..... Campanulales

Familia..... Cucurbitáceas

Genero..... *Cucumis*

Especie..... *melo* L.

### 2.4 Descripción botánica

El melón pertenece a la familia de cucurbitáceas, la cual comprende unas 750 especies distribuidas en 90 géneros, la mayoría de ellas de zonas cálidas, sobre todo de regiones tropicales y subtropicales. De esas 750 especies hay aproximadamente unas 30 cultivadas, entre ellas la sandía (género *Citrullus*), el pepino (género *Cucumis*), la calabaza y el calabacín, (género *Cucúrbita*) (Morelos y Germán, 2005).

## **2.5 Ciclo vegetativo**

Es una planta anual, herbácea de porte rastrero o trepador cuyo ciclo vegetativo se ve afectado principalmente por las temperaturas y por el cultivar que se trate. El ciclo fenológico desde la siembra hasta la fructificación varía de 90 a 110 días (Tiscornia, 1998).

Se necesitan 1178 unidades calor (punto crítico inferior a 10°C y superior de 32°C) para inicio de cosecha y un total de 1421 unidades calor para completar el ciclo (Cano y González, 2002).

## **2.6 Raíz**

El sistema radicular es moderadamente extensivo, constituido por una raíz principal profunda; algunas raíces secundarias producen raíces laterales más superficiales que se desarrollan rápidamente, pudiendo ocupar en radio aproximado de 30 a 40 cm en el suelo. Son abundantes, rastreras, fibrosas, superficiales muy ramificadas, con gran cantidad de pelos absorbentes (Gutiérrez, 2008).

## **2.7 Tallo**

Es herbáceo, flexible, pubescentes, áspero y rastrero o trepador con zarcillos, pueden ser más o menos vellosos, que se extiende sobre el suelo hasta alcanzar tres metros de longitud; además es duro, sarmentoso y anguloso, son semirectos, el número de ramificaciones laterales más cortas, las cuales varían entre los tres y ocho cm. Donde se forman las flores y posteriormente los frutos (Reyes, 1993).

## 2.8 Hoja

Las hojas se exhiben en tamaños y en formas muy variables. Tanto los tallos como las hojas pueden ser más vellosos, su tamaño varía de acuerdo a la variedad. Tiene un diámetro de 8 a 15 cm. Son ásperas y cubiertas de vellos blancos, alternas, rediformes o cordiformes, anchas, y con un largo peciolo; pueden mostrar formas tales como redondeadas, reniformes, acorazonadas, trianguladas y pentagonales (Marco 1969; Guentov, 1974; Zapata 1989).

## 2.9 Flor

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas (Crawford, 2017)

En primer lugar aparecen las flores masculinas que se encuentran agrupadas en inflorescencias que reúne en cada nudo, de tres a cinco flores, salvo en aquellos casos en donde se encuentran flores femeninas. Tanto como las flores femeninas y hermafroditas se presentan solitarias, en el extremo de unos pedúnculos cortos y vigorosos que brotan en el primer o segundo nudo de las ramas fructíferas, las cuales pueden alargarse y originar por lo tanto numerosas flores masculinas y una o dos flores femeninas. La fecundación es principalmente entomófila (Pérez, 2003).

Las flores masculinas se encuentran en un número mucho mayor que las flores femeninas. La proporción de flores masculinas o hermafroditas varían especialmente con las condiciones climáticas (luz, temperatura, humedad relativa). Las flores masculinas tienen cinco sépalos y cinco pétalos amarillos; los estambres en masculina como en las hermafroditas son tres, dos de los cuales están soltadas hacia la base. El polen de los estambres de las flores hermafroditas, según sus cualidades fisiológicas, no se diferencia con el de las masculinas (Cano y Reyes, 2000).

## **2.10 Fruto**

Científicamente se dice que el melón es una baya, provista de abundante semilla, su forma puede ser redonda, agrandada, y ovalada por los polos y con dimensiones muy variables (Salvat, 1979).

Según Tiscornia (1989) los frutos pueden ser redondos u oblongos, de cáscara lisa, rugosa o reticulada; por lo general de color amarilla, anaranjado verde. La pulpa o punto en su madurez es blanda, perfumada o casi inodora, dulce y acuosa.

La placenta contiene las semillas y pueden ser secas, gelatinosas o acuosa, en función de su consistencia, resulta importante que sea pequeña para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte (Infoagro, 2007).

## **2.11 Semilla**

Son planas y lisas, comestibles y están unidas al pericarpio mediante gruesas placentas. Son ovaladas, blancas o amarillentas, de 5 a 15 mm de longitud y su peso depende de la variedad. El número de semillas contenidas en un gramo varían según la especie (Esparza, 1988).

## **2.12 Importancia del melón**

Es una de las hortalizas de mayor importancia tanto por la superficie dedicada a su cultivo, así como por generar divisas (alrededor de 9 millones de dólares anuales) y empleos rurales, la Comarca Lagunera que comprende parte del estado de Coahuila y Durango es la región melonera más importante del país en términos de superficies y producción (Ortiz, 2011).

### **2.13 Distribución geográfica**

El melón es una planta hortícola muy antigua. Actualmente se siembra en muchos países de todos los continentes. Principalmente su producción está centralizada en las regiones de clima más caluroso (Infoagro, 2003).

En los últimos años la superficie del melón ha ido disminuyendo, aunque la producción se ha ido manteniendo prácticamente igual. Esto indica la utilización de variedades híbridas de mayor rendimiento y una mejora y especialización del cultivo (Espinoza, 1990).

### **2.14 Importancia mundial**

La producción del melón a nivel mundial es de aproximadamente de 28 millones de toneladas anuales teniendo a China como el primer país productor con el 51% de producción total. Estados Unidos produce 1.15 millones de toneladas anuales y ocupa el tercer lugar en importación. México se ubica en el octavo lugar mundial con una producción de 575,000 toneladas anuales participando con el 22% de total (Espinoza, 2010).

En el 2004 la producción mundial fue aproximadamente de 27, 000,000 millones toneladas y con un área cultivada de 1, 300,3000 hectáreas proviniendo la mayor parte de producción de Asia y Europa. El mayor productor mundial fue China con  $17 \times 10^5$  t. España es el mayor productor europeo con 110,000 t (Cardine y Barroso, 2006).

### **2.15 Importancia nacional**

La producción de melón en México pasó de 543 mil a 564 mil toneladas entre 2015 y 2016, con lo que aumentó la disponibilidad de este producto para consumo interno y exportaciones, reportó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2017).

Con base en estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la SAGARPA informó que el aumento en la generación de este fruto representa un incremento a tasa anual de cuatro por ciento (SAGARPA, 2017).

Este producto se cultiva en una superficie de 20 mil hectáreas en 22 entidades del país, con un promedio de producción en los últimos cuatro años de 546.7 mil toneladas a nivel nacional (SAGARPA, 2017).

Los principales estados productores de este fruto son Coahuila, Sonora, Michoacán, Guerrero y Durango, que representan el 82.4 por ciento del total generado en el país (SAGARPA, 2017).

## **2.16 Importancia regional**

La región lagunera destaca como la zona melonera más importante del país con una superficie anual promedio de más de 5,300 hectáreas y una producción de 115,000 toneladas. En México del total de superficie cultivada anualmente, alrededor de cinco de 5 millones de hectáreas son de riego y poco menos de 15 millones de hectáreas corresponde a cultivos de temporal (Espinoza, 2011).

## **2.17 Importancia del melón de la Comarca Lagunera**

La Delegación de SAGARPA en la Región Lagunera informó que durante 2017 en la Región Lagunera ocupó el primer lugar en producción de melón al contabilizar 4,120 hectáreas, con una producción de 145,972 toneladas que representa el 13.26% de la producción nacional y un valor de producción de 695.577 millones de pesos (El Siglo de Torreón,2018)

## **2.18 Problemas fitosanitarios del melón**

### **2.18.1 Artrópodos plaga del melón**

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo del melón desde la siembra, desarrollo vegetativo, amarre de fruto y cosecha, el melón es atacado por diferentes organismos entre los cuales se encuentran las plagas como: mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), minador de la hoja *Liriomyza sativa* (Blanchard) y *L. trifoli* (Burges), chicharrita *Empoasca fabae* (Harris), gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner), gusano falso medidor *Trichoplusia ni* (Hubner), gusano barrenador de la guía *Diaphania nitidalis* y *D. hyalinata* (Stoll), grillos *Gryllus* (=Acheta) spp, pulga saltona *Epitrix cucumeris* (Harris), *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) y *D. balteata* (Le Conte), pulgón del melón *Aphis gossypii* (Glover) y araña roja *Tetranychus* spp. (Ramírez *et al.*, 2002).

### **2.18.2 Mosca blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring)**

La mosquita de la hoja plateada (MBHP) es una plaga polífaga que afecta un rango amplio de cultivos hospedantes, como melón, algodón, chile, y cultivos de invierno, primera – verano en el Sur de los Estados Unidos y México. En la Comarca Lagunera la MBHP se constituyó en un problema fitosanitario a partir de 1995, causando pérdidas en la producción de 40 al 100% en cultivos hortícolas y un incremento en el número de aplicaciones de productos químicos para su combate en melón, calabaza, tomate y algodón (Inifap, 2002).

### **2.18.3 Pulgón del melón, *Aphis gossypii* glover**

El pulgón del melón también llamado del algodón es una especie cosmopolita y polífaga, entre sus plantas hospedantes además del melón, está el algodón, otras cucurbitáceas, leguminosas y algunas especies de maleza (Inifap, 2002).

Daños: Los pulgones se localizan normalmente en el envés de las hojas y tanto como ninfas como adultos pican y succionan la savia de las plantas, además excretan mielecilla en donde se puede desarrollar el hongo *fumagina* lo cual afecta calidad y rendimiento de frutos y, con altas infestaciones, puede llegar a matar a las plantas. Es vector de los siguientes virus: Mosaico del pepino, calabacín y el de la sandía. Afecta también a la sandía, pepino y calabaza (Inifap, 2002).

### **2.18.4 Minador de la hoja *Liriomyza sativa***

Efectúa en las hojas perforaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podría reducir el rendimiento y el tamaño del fruto. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos (Productores de Hortalizas, 2004).

## **2.19 Enfermedades causadas por hongos**

Los hongos son los principales organismos que le causan enfermedades al cultivo de melón, 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: Cenicilla *Erysiphe*

*cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea* (Sf): Ahogamiento o Damping off *Pythium* *sopa*, Tizón tardío *Phytophthora* *spp*, Costra negra o sarna negra *Rhizoctonia solani*, Antracnosis *Colletotrichum orbiculare*, Podredumbre carbonosa *Macrophomina phaseolina* (Tassi), Mancha foliar *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart, Elliot), Cenicilla *Podosphaera xanthii*, Marchitez vascular causado por *Fusarium* *spp* y *Verticillium dahliae* (Kleb) (Bastarrachea, 2007).

## **2.20 Enfermedades causadas por virus**

A nivel mundial existen más de 50 virus capaces de infectar en forma natural o experimental a una o más especies de cucurbitáceas; sin embargo, al menos 25 virus se detectan en forma natural (Bastarrachea, 2007).

Los virus son otros agentes causales de enfermedades en las cucurbitáceas y son responsables de malformaciones, moteado de hojas y frutos; entre más temprana sea la infección mayores son los daños, ya que por lo general producen aborto de flores y las plantas producen poco o ningún fruto (Jiménez, 1996). Dentro de estos agentes causales de enfermedad están: Virus Mosaico del Pepino (CMV), Virus Mosaico de la Sandía variante 2(WMV-2), Virus Mancha Anular del Papayo variante Sandía (PRSV-W), Virus Mosaico de la Calabaza (SqMV), Virus Amarillo del Zucchini (ZYMV), Virus del Amarillamiento y Achaparramiento de las Cucurbitáceas (CYSDV) (Chew y Jiménez, 2002).

## **2.21 Enfermedades causadas por nematodos e historia**

Hace más de 100 años, en agosto de 1877, Jobert (1878) observó árboles de café enfermos en la provincia de Río de Janeiro, Brasil y encontró raíces fibrosas con numerosas agallas, algunas en la parte terminal y otras sobre el eje de la raíz, o más raramente sobre raíces laterales. Las agallas

terminales eran periformes, agudas y frecuentemente curvadas. Las más grandes eran del tamaño de un chícharo pequeño y contenían quistes con paredes hialinas. También se encontraron huevecillos elípticos encerrados en las membranas hialinas y contenían pequeños gusanos nematoides. Observó que los gusanos emergían de los huevos, escapaban de las raíces y se encontraban en grandes números en el suelo. Diez años más tarde, Goldi (1887) investigó el mismo problema en cafeto, comprobó el papel del nematodo como la causa de esta enfermedad y dio el nombre de *Meloidogyne exigua* al nematodo agallador (Taylor y Sasser, 1978).

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 (FIAV, 2007).

*Meloidogyne incognita* afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. El ciclo vital dura menos de 30 días (Productores de Hortaliza, 2004).

## 2.22 Nematodos agalladores

Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas que requieren métodos de laboratorio para su diagnóstico e identificación. Sus efectos a menudo son subestimados por los agricultores, agrónomos y consultores en el manejo de plagas. Se estima que los nematodos fitoparásitos reducen cerca del 12 % de la producción agrícola global (Stirling *et al.*, 2002), mientras que en hortalizas y frutales se estima que las pérdidas anuales por estos organismos es del 14% en hortalizas y frutales en los EUA (Appleman y Hanmer, 2003).

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

## 2.23 Ubicación taxonómica

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

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Subclase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Heteroderoidea

Familia: Heteroderidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *incognita*.

### **2.24 *Meloidogyne* spp.**

Presenta una amplia distribución a nivel mundial. Tiene alrededor de 3,000 especies de plantas hospederas y es económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos (Anaya y Nápoles, 1999).

### **2.25 Especies de *Meloidogyne*.**

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

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

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

que son visibles, y las estrías que se bifurcan, también cerca de las líneas laterales, son los caracteres más importantes de esta especie.

## 2.26 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 (UCDa, 2006). 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 % (Taylor y Sasser, 1978). 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 (UCDa, 2006).

Las larvas infectivas de segundo instar tienen una región labial bien definida, con 2 a 3 anillos o plana, amfidios 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, 1975).

Las larvas migratorias de 2º instar son vermiformes, fluctúan de 280 – 500 micras ( $\mu$ ) en longitud. Los estiletes miden cerca de 10 micras de largo, portan nódulos basales redondos. El esófago consiste de un procorpus,

metacarpus 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).

## 2.27 Ciclo de vida

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

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

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 depositación, resultando 2 células, 4 y 8, y así sucesivamente, hasta que una larva completamente formada con un estilete visible, yace enrollada en la membrana del huevo. 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 (Taylor y Sasser, 1978).

La duración del ciclo de vida en nematodos de los nódulos radiculares se ve grandemente influenciado por la temperatura. Las temperaturas óptimas varían de 15° a 25°C para *M. hapla* y especies relacionadas y de 25° a 30°C para *M. javanica* y especies relacionadas. Se presenta muy poca actividad en cualquiera de las especies de *Meloidogyne* a temperaturas arriba de 40°C o por debajo de 5°C. 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, 1978). 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.*, 2003). En mismo California se reporta que el ciclo de vida de *M. incognita* se completa en 20 – 25 días a 21.3°C (UCDb, 2006).

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.

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.*, 1994).

## **2.28 Anatomía**

Los machos, las hembras y las larvas de las especies de *Meloidogyne* tienen estiletes que consisten en una punta cónica, una columna derecha y tres nódulos. El estilete puede salir al exterior por medio de músculos adheridos a los nódulos. Es usado para perforar las células de las plantas. El estilete tiene una abertura cerca de la punta que conduce al lumen del estilete que es continuado con el lumen del esófago adherido a los nódulos. Cerca de la parte posterior de los nódulos, el lumen tiene una ramificación corta llamada orificio de la glándula dorsal (OGD). El lumen esofágico conduce hacia una válvula en el bulbo esofágico medio. Los músculos adheridos a la válvula la dilatan y contraen alternativamente, de modo que funciona como una bomba, trasladando el alimento al intestino. Posterior al bulbo medio del esófago se muestran tres grandes glándulas dorsales, una dorsal y dos subcentrales. El conducto de la glándula dorsal se dirige hacia el orificio de la glándula dorsal y los conductos de las glándulas subcentrales desembocan dentro del tubo esofágico en el bulbo medio. Para alimentarse el nematodo empuja la punta del

estilete dentro de la célula de la planta. Las secreciones de la glándula dorsal esofágica fluyen a través de la abertura del estilete hacia el interior de la célula de la planta. Esta secreción y posiblemente las secreciones de las dos glándulas subcentrales tienen un gran efecto en la planta (Taylor y Sasser, 1983).

Las larvas y hembras tienen glándulas esofágicas bien desarrolladas y la usan en la alimentación. Los machos aparentemente no se alimentan y carecen de glándulas esofágicas bien desarrolladas. Los machos tienen estiletes bien desarrollados y cuerpos delgados, que son ahusados delante y redondeados atrás. La cutícula del cuerpo del macho tiene numerosos anillos, los que son interrumpidos en los lados del cuerpo por campos laterales con cuatro o más líneas. El cuerpo de la hembra es blanco y los detalles de los ovarios son difíciles de observar, el cuello es más transparente que en el macho, estilete, bulbo esofágico y canal excretor son generalmente visibles (Taylor y Sasser, 1983).

## **2.29 Alimentación**

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

### 2.30 Daños y síntomas

La forma de reconocer la existencia de estos nematodos, es por la formación de agallas en las raíces. Cuando el juvenil de segundo estadio penetra y comienza a alimentarse de las células de las raíces, aparece la formación de agallas por hiperplasia e hipertrofia, lo que provoca la formación de células gigantes (Cepeda, 2001).

El tamaño de las agallas puede variar desde unas cuantas hinchazones esféricas a extensas áreas alargadas, hinchazones tumorosas que resultan de las múltiples y repetidas por el nematodo nodulador (Noling, 2009). El daño puede ser más severo cuando el nematodo interactúa con hongos y bacterias del suelo, formándose verdaderos complejos que disminuyen drásticamente la producción (Taylor y Sasser, 1983).

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

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

Los síntomas aéreos consisten en un retraso del crecimiento, marchitamiento, amarillamiento y achaparramiento. Mientras que los síntomas subterráneos consisten en una ramificación excesiva de la raíz, lesiones en la raíz, nódulos radiculares o agallas y finalmente la pudrición de la raíz (Ayoub, 1997).

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. Estas plantas bajo infestaciones

severas también pueden estar achaparradas y amarillentas. La producción de frutos en las plantas infectadas es muy pobre, y el fruto formado frecuentemente falla al madurarse y es de mala calidad. Sin embargo, esto es a menudo confundido con bajas concentraciones de nutrientes u otras enfermedades radiculares. Cuando las plantas cultivadas son atacadas en el estado de plántula, las pérdidas son extremadamente fuertes y puede presentarse una muerte prematura (Brust *et al.*, 2003).

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 (Brust *et al.*, 2003; Robinson, 2006).

El ensanchamiento de las células radiculares para convertirse en células gigantes suele iniciarse al mismo tiempo en que los segundos estados juveniles (J2) comienzan a ensancharse (Tang *et al.*, 1994).

*Meloidogyne* en melones causa malformación de frutos y la fruta típicamente se madura lentamente o se presenta una maduración no uniforme del fruto (Becker *et al.*, 2004).

### 2.31 Índice de agallamiento

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

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

Asimismo, se trabaja con otro índice de agallamiento en escala de 1 – 5, basado en el número de agallas por sistema radicular y diámetro de agallas y así: 1 = Sin agallas o escasas agallas con un promedio de diámetro de agallas menores de 1 mm, 2 = Escasas agallas, con un promedio de diámetro de agallas entre 1 y 2 mm, 3 = Las agallas en su mayoría no están unidas, con un diámetro promedio entre 2 y 3 mm, 4 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio entre agallas entre 3 y 4 mm, 5 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio de agallas mayores de 4 mm (Maluf *et al.*, 2008).

### 2.32 Hospederos

El nematodo *M. incognita* es extremadamente polífago con un rango de hospedantes mayor de 3,000 especies de plantas. Se en listan 874 cultivos como hospedantes de 7 u 8 especies de *Meloidogyne* en el Oeste de los Estados Unidos de América y actualmente se reportan en el mundo 80 especies del nematodo nodulador *Meloidogyne*. En México los cultivos de mayor importancia económica que han sido atacados por este nematodo son aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuate, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, frijol, garbanzo, guayabo, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, quelite, sandía, tabaco, tomate y vid, entre otros (Cepeda, 1996). *M. incognita* es causante de daños importantes en el cultivo del chile en todo el mundo y puede ser particularmente problema en suelos arenosos y calientes (Goldberg, 2001).

### **2.33 Métodos de control**

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

#### **2.33.1 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, 1996).

### **2.33.2 Barbecho**

El barbecho durante la temporada baja es probablemente la más importante y eficaz medida de control cultural para disminuir la población de nematodos. Cuando las fuentes de alimentos ya no son fácilmente disponibles, la densidad de población de nematodos disminuye gradualmente con la muerte que se produzca como consecuencia de la inanición causada por la acción al secado del suelo por el viento y el sol. Debido a la amplia gama de huéspedes de muchas especies de nematodos, la maleza y cultivos voluntarios deben ser controlados durante el período de barbecho para evitar la reproducción y además el aumento de la población (UCDb, 2006).

### **2.33.3 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).

### **2.33.4 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 (UCDb, 2006).

### **2.33.5 Rotación de cultivos**

La rotación de cultivos es la práctica cultural que mejores resultados ha mostrado en el control de nematodos fitoparásitos. Este método consiste en la siembra de plantas que no sean hospederas de los patógenos que atacan al cultivo de interés por un período determinado (Santiago, 2006).

Tiene como propósito reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, para que luego sea conveniente la producción del cultivo de interés (Barker y Santiago, 2006).

Esta práctica mejora las propiedades físico – químicas del terreno y rompe con el ciclo de plagas y enfermedades que afectan los cultivos. Por consiguiente aumentan tanto los rendimientos del cultivo principal como las ganancias del agricultor (Santiago, 2006).

Uno de los métodos más antiguos y baratos para controlar o reducir el daño del nematodo agallador es la rotación con cultivos no hospederos, ya que este nematodo es un parásito obligado, que podría morir de inanición si no tiene un hospedero disponible presente. Algunos cultivos potencialmente resistentes incluyen al zacate Sudán y algunos granos pequeños. Para reducir los números del nematodo de los nódulos radiculares por abajo del umbral económico, el productor no deberá plantar un cultivo hospedero al menos por dos años. Usualmente este método de control no elimina al parásito, pues rotaciones de cultivo por tantos como 12 años han resultado ineficientes para erradicar al nematodo, posiblemente por la presencia de maleza hospedera (Kim *et al.*, 1997). La rotación se puede llevar a cabo utilizando plantas de baja susceptibilidad al ataque de *Meloidogyne spp.*

### 2.33.6 Variedades resistentes

La obtención de variedad 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).

Actualmente, no se tienen en el mercado variedades resistentes de melón al nematodo de los nódulos radiculares (Brust *et al.*, 2003).

### 2.33.7 Control biológico

El Control biológico con microorganismos antagonistas de nematodos pueden reducir directamente las poblaciones del suelo mediante depredación, parasitismo o antibiosis como la bacteria *Pasteuria penetrans*, los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Catenaria* spp. *Arthrobotrys*, *Monacrosporium* ; así como el uso de microorganismos de protección biológica que dificultan la penetración, desarrollo y reproducción de los nematodos en las raíces como los hongos formadores de micorrizas *arbusculares* o algunas bacterias inductoras de resistencia sistémica como *Bacillus*, *Pseudomonas* (Talavera y Verdejo, 2015).

### 2.33.8 La biofumigación

Es otra alternativa a utilizar y consiste en la incorporación de materiales orgánicos al suelo, los cuales liberan compuestos químicos con acción desinfectante contra patógenos, insectos y nematodos, lo que parece deberse al incremento en las poblaciones de microorganismos antagonistas de y a los

gases 10 que se liberan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica (Kierkegaard *et al.*, 2008; Talavera y Verdejo, 2015).

### **2.33.9 Plantas con propiedades nematocidas.**

El uso de Plantas Alelopáticas, permite que estas liberen productos nematocidas al suelo, bien durante su crecimiento o bien como resultado de la descomposición de sus residuos, productos conocidos como alelo químicos. Algunos ejemplos a citarse son: el sorgo cuyas raíces contienen un compuesto químico llamado dhurrin, que se degrada en cianuro de hidrógeno un nematocida poderoso; las brassicáceas, liberan en su proceso de descomposición los glucosinatos e isotiocianatos que elimina y disminuye la población de nematodos fitoparásitos presentes en suelo (Castro *et al.*, 2011).

Una de las alternativas para el control de nematodos es el uso de extractos vegetales con importantes niveles de efectividad en la reducción de las poblaciones de nematodos fitoparásitos (Montes y Flores, 2011). En la base de datos de (Duke, 2008), se menciona la estructura química de 2,396 especies de plantas con propiedades antimicrobianas, de las cuales 833 actúan contra nematodos que representan un 33% del total de plantas estudiadas. Según este autor, las plantas antagónicas a los nematodos hasta ahora conocidas, se encuentran agrupadas dentro de 25 familias de plantas superiores y también algas marinas (Chitwood, 2002). Por otro lado, varios autores mencionan una gran diversidad de especies vegetales con propiedades nematocidas con excelentes resultados para el control de *Meloidogyne spp.* Como ejemplos mencionaremos las siguientes especies:

Las brassicáceas mencionadas por (Lazzeri *et al.*, 2004). Efectivas por su alto contenido de glucosinolatos los cuales por acción de los microorganismos se transforman en compuestos biocidas, principalmente los isotiocianatos y los nitrilos.

Informan que el árbol de neem es una fuente de plaguicidas naturales, utilizado para reducir poblaciones severas de nematodos de la soya (Vyas, 1993). En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan solanina, meliantról, terpenos como: nimbina, tioneona y azadiractina que es el compuesto que se encuentra en mayor concentración, y se localiza en la corteza, hojas y frutos de este árbol pero la mayor concentración se ubica en la semilla; este compuesto muestra acción anti alimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante para diversos nematodos fitoparásitos; además reduce la movilidad de *M. incognita* (Silva *et al.*, 2002).

### **2.34 Control químico**

Solano (2012). Menciona que en los últimos años se ha utilizado el control Químico con sustancias activas como el Carbofurán (Furadan), Fenamiphos (Nemacur), Oxamyl (Carbamato), Terruños y Ethoprophos (Organofosforados), Dazomet (Basamid), Azadiractina, Bromuro de metilo (BM).

La aplicación de nematicidas es casi la única forma práctica para controlar al nematodo de los nódulos radiculares en cultivos de alto valor como melón, sandía y otros (cuadro 1). 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.*, 2003; Appleman y Hanmer, 2003). 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 carbámico 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 Metil Carbamato 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, 2006).

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).

Cuadro 1. Productos y dosis recomendadas a aplicarse en diferentes cultivos

<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Cultivos</b>
Oxamyl	4.0-6.0 L/ha	Frijol, Papa, Apio, Pimiento, Ajo, Tomate
Bromuro de metilo	12g/h/m <sup>2</sup>	Pimiento, Tomate, Melón, Fresa
Metam sodio	30L/ha	Pimiento, Lechuga, Tomate
Furadan	200cc/100L	Chile, Melón, Sandía, Fresa, Calabacita, Pepino.

### 1.35 Características de nematicidas utilizados

#### 2.35.1 Furadan 350 L

Furadan 350 L. es un insecticida-nematicida Carbamato con acción sistemática que permite a los productores contralar una gran variedad de plagas del suelo y foliares, obteniéndose un control de insectos y nematodos *Meloidogyne incognita*, *Xiphinema sp*, *Aphelenchus sp*, *Pratylenchus sp*, con un solo producto. Con un registro de uso de 90 cultivos y en más de 80 países del mundo, protege a los cultivos contra más de 300 diferentes especies de plaga que los afectan, controla las plagas de dos diferentes maneras, por contacto directo con las mismas, o vía acción sistemático a través de la ingestión por parte del insecto plaga (FMC, 2016)

Se encuentra registrado en el algodón, arroz, alfalfa, cacahuate, cafeto, caña de azúcar, hortalizas (chile, fresa, calabacita, melón, pepino, y sandia), maíz, papa, plátano, sorgo, tabaco, trigo y vid. (FMC, 2016).

Dosis que se tiene que aplicar es de: Furadan 350 L va de 1.5 a 2.0 litros por hectáreas en un programa de tres aplicaciones en promedio. Un total de 3 a 6 L/ha por temporada para el control de los nematodos de la vid hasta 12 L/ha (FMC, 2016).

### 2.35.2 Chimal 6.53 PH

Es un nematocida biológico que parasita los huevos y adultos de nematodos causando deformaciones, destrucciones de ovarios y reducción de la eclosión.

Produce toxinas que afectan además el sistema nervioso de los nematodos agalladores *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* *M. javanica* ambos efectos simultáneamente y reduce sensiblemente los niveles poblacionales. (Agroquímicos Versa, 2016).

El hongo, *Paecilomyces lilacinus* Thom. Samsom. Penetra los huevos del nematodo destruyendo el embrión y también ataca a las hembras en desarrollo y se multiplica dentro de ellos, produciéndoles la muerte. Hasta ahora, el hongo ha sido muy efectivo en el control de *Meloidogyne incognita*, (el nematodo del nudo de la raíz), pero se están realizando pruebas para determinar su posible uso en el control de otros nematodos (Jatala *et al.*1980).

El hongo *Paecilomyces lilacinus* sobrevive por lo menos un año en el suelo. Realizando una investigación adicional se podrá obtener más información sobre los efectos prolongados del tratamiento con el hongo y sobre la supervivencia del mismo en el suelo. Este hongo se desarrolla a temperaturas altas de 20 a 30°C y en una amplia gama de niveles de acidez del suelo, de modo que pudiera ser un factor importante bajo condiciones de climas tropicales, donde los nematodos del nudo de la raíz son comunes (Jatala *et al.* 980).

En dosis de 250 – 500 gr/ha y se utiliza en los cultivos de Jitomate, chile, papa, tabaco y berenjena, realizar tres aplicaciones a la base del tallo de la planta, a intervalos de 5 días (Grupo versa, 2016).

### 1.35.3 Abaneem 180 CE:

Abaneem: mezcla 80% de Avermectin B1a (5,0 desmetilarvermectin A1a) y un máximo de 20% propil – 25 (1- metilito) Avermectina A1a 1.8%. Equivalente a 18 g de I.A/L Aceite neem (Azadiachta indica) 10.0%, emulsificante y condicionadores 88.2% (PROANSA, 2017).

Es un producto a base de abamectina y aceite de neem recomendada para el manejo, para una amplia gama de insectos y ácaros y también es usado en para el control de nematodos *Meloidogyne incognita*, en los cultivos de chile, tomate, melón, sandía y pepino (cuadro 2) (PROANSA, 2017).

Presenta una elevada eficacia para el sinergismo se presenta entre sus ingredientes, posee efecto neurotóxico al estimular la liberación de (GABA) inhibitorio de la neurotransmisión ocasionando parálisis de los insectos y ácaros. Antialimentario y repelente retardado las reinfestaciones (PROANSA, 2017).

Su modo de acción es por contacto e ingestión, posee efecto traslaminar penetrando rápidamente a la cutícula de los tejidos vegetales, evitando el lavado por lluvia y ofreciendo un excelente periodo de control (PROANSA, 2017).

Cuadro 2.-Cultivo, plagas y dosis recomendadas de Abaneem 180 CE.

Cultivo	Plagas	Dosis
Chile	Araña roja y Ácaro	350 a 500ml/ha
Tomate	blanco	500 a 750 ml/ha
Tomatillo	Gusano	750 a 1000ml/ha
Melón	Araña roja y	250 a 500 ml/ha
Sandia	minador de la hoja	500 a 750ml/ha
Pepino		
Cítricos	Arador o negrillo	20 -80 cc/100L de agua
	Ácaro blanco	+ 200 ml de aceite.
	Araña roja	
Papaya	Araña roja	100 – 150 cc/100Lagua
Fresa	Araña roja	500 – 1000 ml/ha.
	Ciclamina	

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS:**

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

#### **3.1 Características del clima**

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

#### **3.2 Localización del experimento**

El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola Primavera – Verano 2017, en un macrotúnel en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN – UL), que de acuerdo al programa informático Google Earth se encuentra ubicado geográficamente a los 25° 33' 24.78" latitud norte, 103° 22' 18.40" de longitud oeste a una altura media sobre el nivel del mar de 1124 m.

### 3.3 Variedad utilizada

En el presente trabajo se utilizó semilla de melón de la variedad Mission, (*Cucumis melo* L.) sembradas en macetas de polietileno con capacidad de 3 kg, bajo condiciones de macrotúnel.

### 3.4 Diseño experimental

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

Cuadro 3.- Distribución de tratamientos en un diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar TI (Testigo), TIV (Abaneem180 CE), TIII (Furadan 350 L.), TII (Chimal 6.53PH.) aplicados para control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coahuila., México. 2017.

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

I, II, III, IV = Tratamientos

1, 2, 3, 4 = n: Repeticiones

n = 4; T = 4

### 3.5 Muestreo de suelo

El día 01 de junio del 2017 se colectó suelo infestado del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en 10 costales con capacidad de 50 kg. 5 de ellos se llenaron con suelo colectado de plantas de trueno (*Ligustrum lucidum*), ya que son hospedantes del nematodo *Meloidogyne incognita* y el restante fue suelo que se colectó en parcelas de Matamoros, Coahuila con antecedentes de cultivos de melón (*Cucumis melo* L.) que es considerado hospedante importante de este nematodo. Una vez colectados ambos suelos, se llevó a cabo la homogenización de los mismos.

Las aplicaciones de Furadan 350 L (2ml/1l agua) Abaneem180 CE (5ml/1l agua), Chimal 6.53 PH (5gr/1l agua) consistió en asperjar la dosis recomendada con una aspersora manual, como se muestra en el cuadro.4

Cuadro 4. Tratamientos y dosis a evaluar en plantas de melón (*Cucumis melo* L.) para el control del nematodo agallador del raíz (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017.

TRATAMIENTO	DOSIS	
	(ml, gr)/l de agua )	(ml,gr)/l de agua)
	Primera aplicación	Segunda aplicación
TESTIGO	-----	-----
FURADAN 350 L.	2.0 ml	
ABANEEM 180 CE	5.0 ml	5.0 ml
CHIMAL 6.53 PH <i>Paecilomyces lilacinus</i>	5.0 gr	5.0 gr

### 3.6 Siembra

Después de haber realizado el muestreo del suelo a utilizar para el desarrollo de las plantas, el día 04 de junio de 2017 se llenaron las 96 bolsas de 3 kg con el suelo colectado, para evitar la muerte de los nematodos expuestos al sol y al viento. Dichas macetas se colocaron encima de plásticos con el fin de que estas no tuvieran un contacto directo con el suelo. Las macetas se etiquetaron con su datos correspondientes, así como también se distribuyeron conforme el diseño experimental utilizado.

El 7 de junio de 2017, en pre siembra se llevaron a cabo aplicaciones de los productos formulados en los tratamientos a evaluar con Furadan 350 L, Abaneem 180 CE, Chimal *Paecilomyces lilacinus* 6.53 PH en las macetas conteniendo suelo debidamente etiquetadas con cada uno de los 4 tratamientos, excepto el testigo sin aplicación, tal y como se expone en el (cuadro 4).

La siembra se realizó el día 09 de junio de 2017 efectuándola después de un riego de pre siembra al suelo hasta alcanzar su capacidad de campo se depositaron tres semillas en cada maceta para hacer eficaz la germinación de las mismas y selección posteriormente mediante un aclareo, dejando la planta más vigorosa para su posterior evaluación a los 40 días después de la emergencia. La profundidad de siembra fue aproximadamente de 3 a 4mm.

### 3.7 Emergencia

Las plántulas emergieron a los 8 días después de la siembra, el día 17 de junio de 2017 en un 95 % de las macetas, el otro 5% se llevó a cabo un día después.

### **3.8 Riegos**

Riegos ligeros se aplicaron cada 2-3 días a partir de la siembra, esto con el objetivo de mantener la humedad del suelo lo más uniforme posible.

### **3.9 Labores culturales**

Las actividades culturales que se realizaron durante el desarrollo de la planta fueron el control de maleza y remoción del suelo, en forma manual con ayuda de herramientas de campo (palita de jardín), para evitar costra. Ambas prácticas culturales se hicieron dos veces por semana, para mantener a la planta libre de plantas no deseadas y para evitar un suelo compactado; ayudando a la entrada de oxígeno, agua y nutrientes. Asimismo, a los 10 días después de la emergencia se realizó el aclareo, dejando una sola plántula por maceta, para ser evaluada respectivamente.

### **3.10 Control de plagas y enfermedades**

Se llevaron a cabo dos aplicaciones del insecticida metamidofos a dosis de 1 ml por litro de agua, ya que a los 20 días de desarrollo y crecimiento vegetativo se observaron en promedio 5 moscas blancas (*Bemisia argentifolii*) por planta.

### **3.11 Registro de datos**

El día 27 de julio de 2017, a los 40 días después de la germinación se llevó a cabo la toma de datos de los parámetros para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Primero, se extrajeron las plantas con cierta humedad manejable de las macetas y con apoyo de una pala pequeña, colocándolas en bolsas de polietileno etiquetadas para evitar la contaminación y deshidratación. Posteriormente, la raíz fue lavada con un chorro de agua a presión, para retirar

completamente el suelo adherido a las raíces. Esta maniobra se realizó cuidadosamente para no dañar el sistema radicular de las plantas de melón.

Al terminar de remover el suelo de la raíz de las plantas de melón, las plantas se colocaron envueltas en papel periódico y se depositaron en el interior de bolsas de polietileno debidamente etiquetadas con el número de cada tratamiento, para posteriormente ser trasladadas al Laboratorio de Parasitología de la UAAAN\_UL para llevar a cabo las mediciones individuales de cada planta. Cabe señalar que se tuvo que cortar el tallo de la raíz a la altura de la superficie del suelo para tomar los datos de diámetro del tallo mediante el uso de un vernier. Posteriormente se determinó el peso de la raíz y el peso del follaje con la ayuda de una báscula electrónica. La altura de plantas se llevó a cabo mediante la utilización de una regla graduada de 30 cm. Por último, la evaluación del índice de agallamiento se realizó mediante observaciones al sistema radicular, para contar nódulos en cada planta de cada uno de los tratamiento y sus repeticiones con apoyo de un microscopio estereoscopio y basados con la metodología de Barker (1985).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que las plantas de melón (*Cucumis melo* L.) se desarrollaron en suelos completamente infestados del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* y bajo las condiciones de macrotúnel, se obtuvieron los siguientes resultados.

### 1.1 Vigor de las plantas

Para realizar la evaluación y determinación del vigor de las plantas, diámetro de la base del tallo, peso radicular, peso del follaje, altura de la planta e índice de agallamiento en los diferentes tratamientos, se les aplicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey con una  $\alpha = 0.05$  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.

### 1.2 Diámetro de la base del tallo

La evaluación del diámetro de la base del tallo de las plantas de melón después de 40 días de la emergencia, según la prueba de Tukey, demostró que los resultados de todos los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa entre estos, como se observa en el cuadro 5 y figura 1.

Cuadro 5. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL Torreón, Coah., México. 2017.

Tratamientos	Dosis(ml,gr)/L	Diametro del tallo (cm)	Comparación (a=0.05)
<b>Furadan 350 L</b>	2 ml/1L agua	1.0125	A
<b>Testigo (S/A)</b>	Testigo	0.4575	A
<b>Abaneem 180 CE.</b>	5ml/1L agua	0.4450	A
<b>Chimal 6.53 PH</b>	5gr/1 L agua	0.2750	A

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

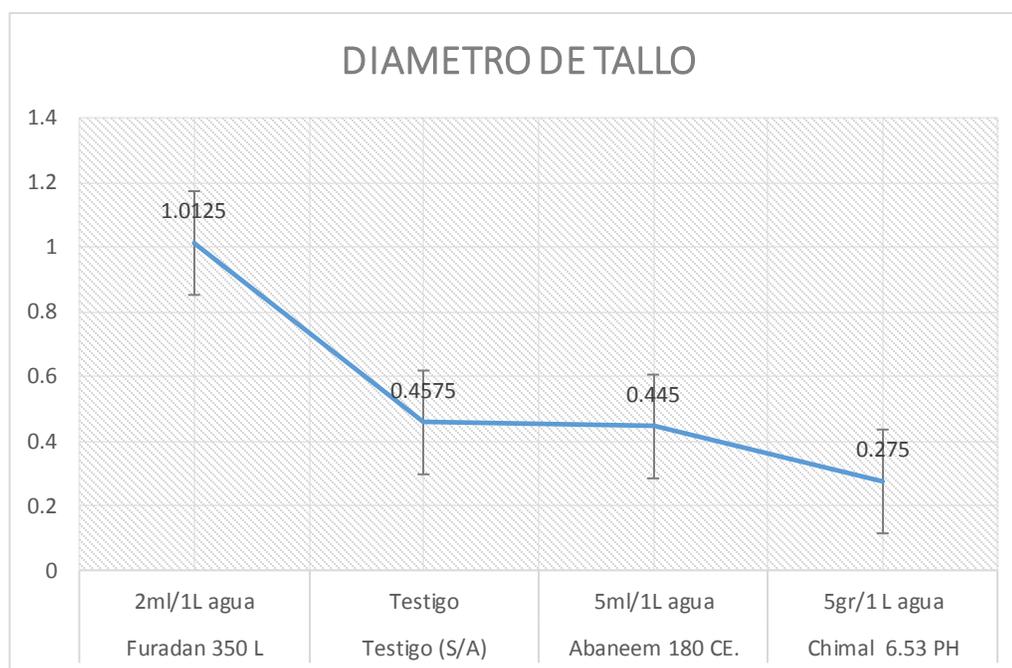


Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017.

### 1.3 Peso radicular

En la evaluación del peso radicular, la comparación de medias en la prueba de Tukey (cuadro 6 y figura 2), nos muestra que los resultados de los cuatro tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa.

Cuadro 6. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis(ml,gr)/L</b>	<b>Diametro del tallo (cm)</b>	<b>Comparación (a=0.05)</b>
<b>Chimal 6.53 PH</b>	5gr/1L agua	1.0125	A
<b>Abaneem 180 CE.</b>	5ml/1L agua	0.4575	A
<b>Testigo S/A.</b>	Testigo	0.4450	A
<b>Furadan 350 L</b>	2ml/1 L agua	0.2750	A

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

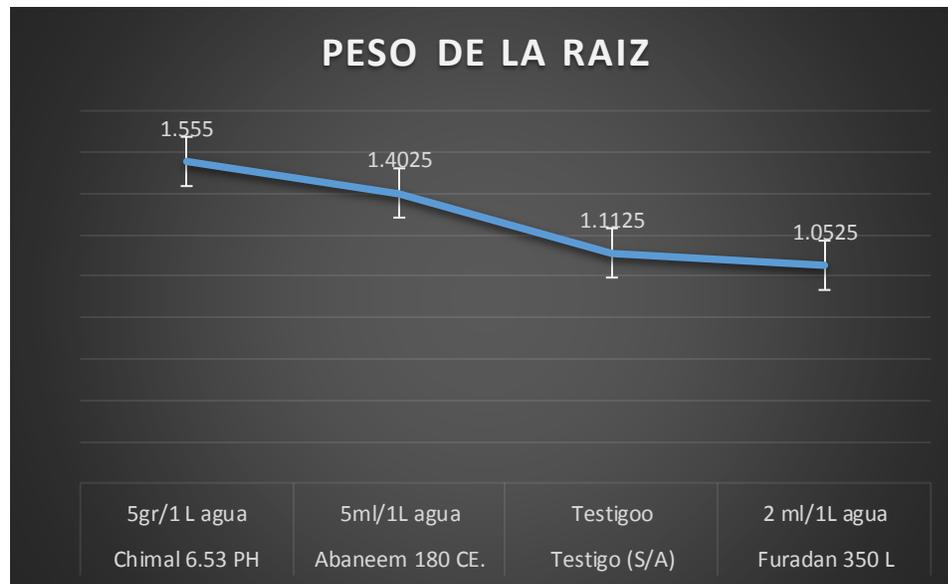


Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017.

#### 1.4 Peso del follaje

De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso de follaje de las plantas de melón son estadísticamente iguales y no existe diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 7 y figura 3).

Cuadro 7. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.

Tratamientos	Dosis(ml, gr)/L	Peso del follaje (gr)	Comparación ( $\alpha=0.05$ )
<b>Abaneem 180 CE</b>	5ml/1L agua	13.640	A*
<b>Chimal 6.53 PH</b>	5gr/1 L agua	12.600	A
<b>Furadan 350 L</b>	2 ml/1L agua	11.700	A
<b>Testigo (S/A)</b>	Testigo	11.328	A

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

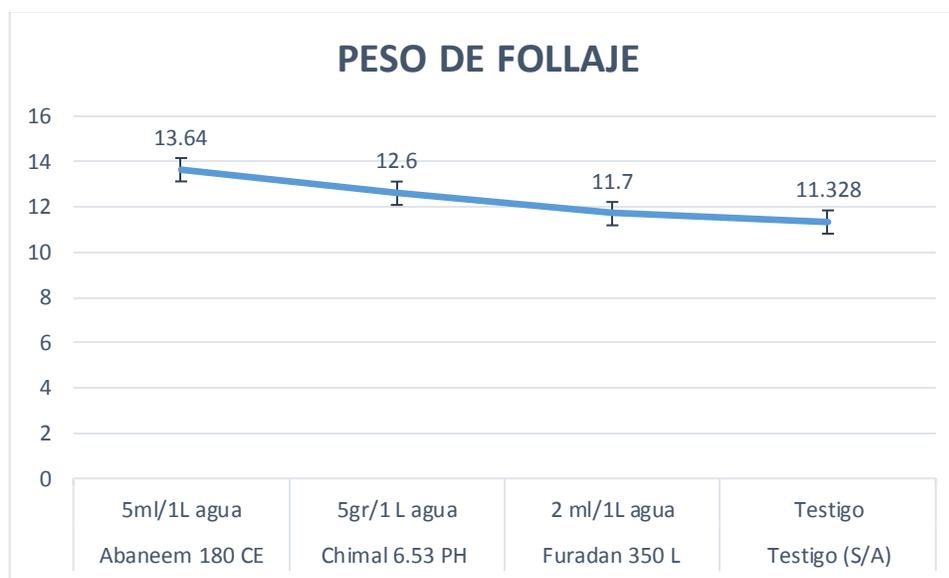


Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de de (Abaneem), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017 .

### 1.5 Altura del follaje

Al evaluar la altura de las plantas de melón, de acuerdo a la comparación de medias de Tukey, los resultados de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, existiendo una diferencia significativamente como se muestra en el cuadro 8 y figura 4. El tratamiento 4 (Abaneem 180 CE) obtuvo un mayor desarrollo de altura de la planta con una media de 18.10 cm, seguido por el tratamiento 2 (Chimal 6.53 PH) con una medida de 15.07 cm y tratamiento (Furadan 350 L) con una altura promedio de 15.07 cm y posteriormente el tratamiento 1 (Testigo) que presentó una altura menor que los anteriores con una media de 13.35 cm de altura a los 40 días después de la emergencia.

Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación de la altura de follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah. México. 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis(ml, gr)/L</b>	<b>Altura del follaje (cm)</b>	<b>Comparación (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
<b>Abaneem 180 CE.</b>	5ml/1L agua	18.100	A
<b>Chimal 6.53 PH.</b>	5gr/1L agua	15.775	A B
<b>Furadan 350 L.</b>	2 ml/1L agua	15.075	A B
<b>Testigo</b>	Testigo	13.350	B

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

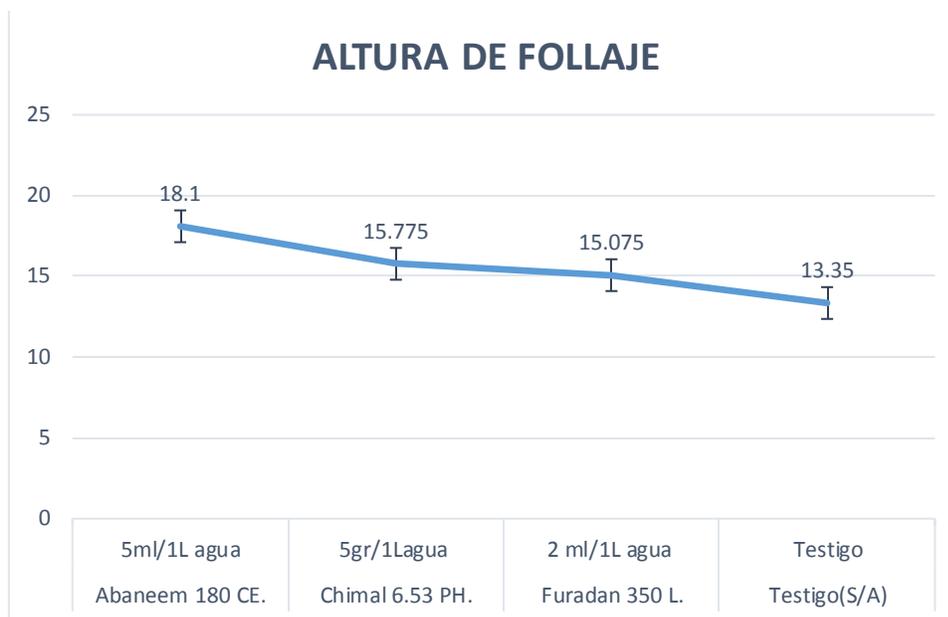


Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación de la altura de follaje con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah. México. 2017.

### 1.6 Índice de agallamiento radicular

La evaluación del índice de agallamiento radicular con base a la prueba de Tukey en las plantas de melón después de 40 días de la emergencia se presenta en el cuadro 9 y figura 5. En la comparación de medias, los resultados demuestran que los tratamientos son estadísticamente diferentes, ya que el tratamiento 1 (Testigo) con una media de 47.80 de agallas radiculares presentó el mayor valor numérico entre todos los tratamientos, seguido por el tratamiento 4 Abaneem 180 CE (5ml/1l agua) con una media de 27.80 agallas radiculares y posteriormente con significancia semejante se encuentran los tratamientos 3 Furadan 350 L (2ml/1l agua) y el tratamiento 2 Chimal 6.53 PH (5gr/1l agua) con una media de 15.65 y 12.47 agallas radiculares respectivamente.

Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento radicular con la aplicación de (Abaneem180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. 2017.

Tratamientos	Dosis(ml, gr)/L	Índice de agallamiento radicular	Comparación ( $\alpha=0.05$ )
<b>Testigo (S.A)</b>	Testigo	47.800	A
<b>Abaneem 180 CE.</b>	5ml/1L agua	27.800	B
<b>Furadan 350 L.</b>	2ml/1L agua	15.650	C
<b>Chimal 6.53 PH</b>	5gr/1L agua	12.475	C

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

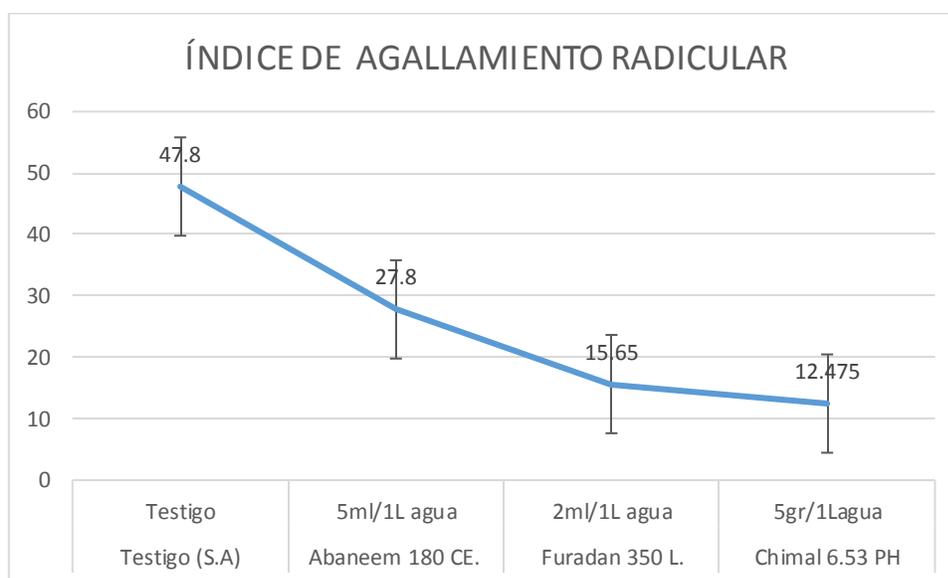


Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento radicular con la aplicación de (Abaneem 180 CE), (Furadan 350 L.), (Chimal 6.53 PH) (Testigo s/a) en el tratamiento al cultivo del melón en la UAAAN-UL, Torreón, Coah., México.2017

## V. CONCLUSIONES:

De los resultados se concluye lo siguiente:

1. En lo que se refiere a la altura de follaje de plantas el tratamiento 4 Abaneem 180 CE ( 5ml/1L agua) fue el que se comportó con un mejor rendimiento en comparación con los demás tratamientos
2. En lo que respecta al índice de agallamiento radicular en plantas de melón el tratamiento 2 Chimal PH (5gr/1L agua) fue el que presentó menor índice de agallamiento, entre todos los tratamientos bajo evaluación.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Anaya R. y R. Nápoles. 1999. Hortalizas: Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México, D.F. pp. 64-70.
- Appleman L., and D. Hanmer. 2003. Screening for root – knot nematode (*Meloidogyne hapla*) using lettuce. UW-L Journal of Undergraduate Research VI. p.3.
- Ayoub, S. M. 1997. Plant Nematology. An Agricultural. Training Aid. Department of food and Agriculture. Div. of Plant Industry Laboratory Services Nematology. Sacramento, California. pp. 39-71.
- Barker, K. R. 1985. Nematode extraction and bioassays. In Advanced Treatise on Meloidogyne volume II (Eds. K. R. Barker, C. C. Cater and J.N Sasser). North Carolina State University Graphics, USA, pp 3-17.
- Bastarrachea F., J. A. 2007. Identificación de enfermedades que atacan al cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en la Comarca Lagunera (Ciclo Agrícola, 2006. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - unidad laguna. Torreón, Coahuila.55p.
- Becker, J. O., B. Slaats y D. Hofer. 2004. Cucumber seed coating with abamectin guards against early root damage by root – knot nematodes. [en línea]  
<http://apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp>. [fecha de consulta: 15/09/17].
- Brust, E. G., W. D. Scout y J. M. Ferris. 2003. Root – knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [en línea]. Purdue University. E-212-W  
<http://72.14.205.104/search?q=cache:Z9S9Na413kj:www.entm.purdue.edu/Entomology/htm> [fecha de consulta: 15/09/17]

- Cano R., P. y J. Reyes C 2000. Manual de polinización apícola coordinación general de secretaria de agricultura, desarrollo rural, pesca y alimentación. 50 p.
- Cano R P. y V. H. González V. 2002. Efectos de las distancias entre camas sobre el crecimiento, desarrollo, calidad del fruto y producción de melón. CELALA. 264 p.
- Cardine V., M. R. Barroso. 2006. Las Cucurbitáceas: Bases para mejora genética Horticultura Internacional 1-6. [en línea] [http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhi53/16\\_21.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhi53/16_21.pdf) [fecha de consulta: 20/09/17].
- Castro L., I., R. Diez M. A., P. López J. A., V. Díaz L., A. Bello. 2011. Biodesinfección de suelos en producción ecológica. Dossier. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 1era edición. 56p.
- Catalán V., E. A., M. M. Villa C., M. A. Inzunza I., I. Sánchez C., F. Mendoza M. y A. Román L. 2007. Fertilización y riego del cultivo del chile en la Región Lagunera. INIFAP-CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango. Folleto técnico 9. 27p.
- Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. pp. 132- 188.
- Cepeda S., M. 2001. Nematodos de los frutales. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. p. 204.
- Cepeda S., M. 2004. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A de C.V. México, D.F. pp. 132- 188.
- Chew M., J. I., y F. Jiménez D. 2002. Enfermedades del melón. En: En Melón: Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coahuila. pp. 161-195.

- Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. Annual Review of Phytopathology 40: 221–49.
- Crawford L. H. 2017. Manual de manejo Agronómico para el cultivo del melón (*Cucumis melo* L) Santiago, Chile, 2017. Pp 17 [en línea] <http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/01%20Manual%20melon.pdf> [fecha de consulta 18/01/18].
- Duke J. 2008. Phytochemical data base. [en línea] <http://www.ars-grin.gov/duke> [fecha de consulta: 17/01/18]
- Eisenback, J. H., J. Sasser y A. Triantaphyllou. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp), con una clave pictórica. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Raleigh, Carolina Norte, USA.P. 9-12 [en línea] [https://www.researchgate.net/profile/Jonathan\\_Eisenback/publication/235677023\\_Guia\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_las\\_cuatro\\_especies\\_mas\\_comunes\\_del\\_nematodo\\_agallador\\_Meloidogyne\\_especies\\_con\\_una\\_clave\\_pictorica/links/09e41512792daaf120000000/Guia-para-la-identificacion-de-las-cuatro-especies-mas-comunes-del-nematodo-agallador-Meloidogyne-especies-con-una-clave-pictorica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jonathan_Eisenback/publication/235677023_Guia_para_la_identificacion_de_las_cuatro_especies_mas_comunes_del_nematodo_agallador_Meloidogyne_especies_con_una_clave_pictorica/links/09e41512792daaf120000000/Guia-para-la-identificacion-de-las-cuatro-especies-mas-comunes-del-nematodo-agallador-Meloidogyne-especies-con-una-clave-pictorica.pdf) [fecha de consulta 20/01/18]
- El Siglo de Torreón. 2018. Resumen Económico y de noticias 2017. p. 24.
- Esparza H., R. 1988. Caracterización cualitativa de 10 genotipos de melón (*Cucumis melo* L.). En la Comarca lagunera. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- unidad laguna. Torreón, Coahuila. 70p.
- Espinoza J., J. 1990. Estudio sobre Hortalizas en la comarca Lagunera: Circuitos comerciales y potencial de desarrollo. Informe de investigación agrícola. 65p.

Espinoza J., J. 2010. Factibilidad técnica y economía del establecimiento del cultivo del melón con el riego por goteo en el Municipio de Mapimí Durango, México. Revista Chapingo Serie zonas áridas 9 (2) 91-92 [en línea]

[https://chapingo.mx/revistas/zonas\\_aridas/](https://chapingo.mx/revistas/zonas_aridas/)[Fecha de consulta: 15/10/17].

Espinoza J., J. 2011. Posibilidades y restricciones para la exportación de melón Cantaloupe producción en el municipio de Mapimí, Durango., México al mercado de los Estados Unidos, Revista Mexicana de Agronegocios, México. p 2.

Goldberg, N. P. 2001. Chile Pepper Diseases. New México State University. Circular 549. [en línea] [http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_circulars/circ549.html](http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/circ549.html) [fecha de consulta: 10/10/17].

Greco N. 2006. Alternatives to Methyl Bromide to control plant parasitic nematodes in greenhouses. [en línea]. Instituto di Nematologia Agraria. Bari, Italia. [en línea] <http://miniagric.gr/greek/data/files2251/GRECO1.DOC> [fecha de consulta: 17/11/17].

Gutiérrez F., F.J., 2008. Evaluación de genotipos de melón (*Cucumis melo* L.) comercial en la comarca lagunera con riego por cintilla y acolchado plástico P.V. Tesis Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 55p.

Infoagro (Agroinformación). 2007. El cultivo del melón. [en línea] [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm) [fecha de consulta 18/09/17].

Inifap (Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal). 2002. El melón: Tecnologías de producción y comercialización. [en línea] <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1>

[962/EI%20melon.%20tecnologias%20de%20produccion%20y%20comercializacion.pdf?sequence=1](http://962/EI%20melon.%20tecnologias%20de%20produccion%20y%20comercializacion.pdf?sequence=1) [fecha de consulta 20/01/18]

- Jatala P. y Rudolf K. 1980. Un hongo como control biológico del nematodo del nudo de la raíz. Circular CIP. 8 (10): pp. 1 - 3.
- Jenkins, W.R., and D.P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation. New York- Amsterdam-London. pp. 102-105.
- Kim L., J.S. Feitelson, J. Harvey and P.S. Zorner. 1997. Materials and methods for controlling nematodes. [en línea] <http://materials&methodscontrolnemasAvermectin.htm> [fecha de consulta: 15/11/17]
- Lazzeri L., O. Leoni., L. Manici. 2004. Biocidal plant dried pellets for biofumigation. Industrial Crops and Products, pp. 20: 59-65.
- Marcos L., T. 2008. Horticultura. Editorial Trillas, México, D.F. pp. 76-96.
- Mai, W.F., and H.H. Lyon. 1975. 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 A. 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](http://www.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v14n2/artigo09.pdf) [fecha de consulta: 16/09/17].
- Marco M., H. 1969. El melón: Economía, producción y comercialización. Editorial Acrabia. España. pp. 42-53.
- Martínez P., O. R. 2014. Determinación de producción de fruto fresco de diez poblaciones de chile (*Capsicum annuum* L.) tipo Mirasol. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coah. México. p22.

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

[http://www.ehow.com/facts\\_7167749\\_effect-nematodes-peppers-html](http://www.ehow.com/facts_7167749_effect-nematodes-peppers-html)

[Fecha de consulta: 25/10/17].

Montes R., H. Flores. 2011. La alelopatía como base científica para el manejo de nematodos fitoparásitos. En: Rodríguez-Hernández, C., López-Olguín, J. F. y Aragón-García, A. (Eds.). Alternativas ecológicas contra plagas. Agricultura sostenible 7. Colegio de Postgraduados y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, pp. 167-182.

Morelos-Germán M. 2005. Identificación de un candidato para el gen nsv que confiere resistencia al virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) mediante clonaje posicional, INSTITUTO DE RECERCA Y TECNOLOGIA AGROALIMENTARIAS I-163 [en línea]

<http://www.tdr.cesca.es/TESISUAB/AVAILABLE/TDX-0502106-232535>

[fecha de consulta 31/01/2018].

Noling, J.W., 2005. Nematode management in cucurbits (cucumber, melons, squash). Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. ENY-025. p.104.

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

<http://edis,ifas.ufl.edu/ng02> [Fecha de consulta: 15/10/17].

Pérez O., M.R. Cicales R. y R. G. Pérez. C. 2003. Tecnología de bajo impacto ambiental para la producción intensiva del melón (*Cucumis melo* L.). Variedad cantaloupe en Colima. Folleto Científico No.1 INIFAP, Tecomán. Colima. 36p.

PROANSA (Proveedora Agrícola Del Norte) S.A DE V.C. 2017 Abannem. Hoja desplegable.

Productores de Hortalizas 2005. Plagas y enfermedades de cucurbitáceas. [en línea]

<http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/CucurbitsSpanish.pdf>

[fecha de consulta: 20/01/18].

Productores de Hortalizas. 2014. Estrategias de agricultura de conservación. La Edición Verde. México. p. 173.

Productores de Hortalizas. 2004. Plagas y enfermedades de chile y pimiento. [en línea]

[http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper\\_Spanish.pdf](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf) [fecha de consulta 08/02/2018].

Ramírez M., U. Nava, G., y A.A. Fu, C. 2002. Manejo integrado de plagas en el cultivo del melón. Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. pp. 129-159.

Reyes C., J.L. 1993. Evaluación de diferentes sistemas de producción en melón (*Cucumis melo* L). En La Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 55p.

Robinson E. February 2006. Gall mapping root-knot nematode variation. [en línea]: Delta Farm Press.

<http://deltafarmpress.com/news/060223-gall-mapping/.htm>. [fecha de consulta: 17/09/17].

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. Aumenta producción de melón mexicano más de 21 mil toneladas en un año. [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guerrero/boletines/Paginas/2017B041.aspx> [fecha de consulta: 18/01/18].

- Salvat.1979. Diccionario enciclopédico; Editores Barcelona España.p.55.
- Silvia M., N.B. 2005. Evaluación de híbridos de melón *Cucumis melo* L. En La Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. 60p.
- Santiago 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: 20/09/17].
- Santibáñez E. 1992. La Comarca Lagunera, Ensayo Monográfico Primera Edición. Tipografía Reza. S .A .Torreón, Coahuila, México. p.14.
- Silva G., A. Lagunes., J.C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales: Una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. Costa Rica. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, N° 66: pp. 4-12.
- Solano T., F. 2012. Los Plaguicidas agrícolas en Ecuador: Impactos en la producción, la salud y el ambiente. Universidad Agraria de la Habana. Monografía. p. 16.
- Singh S. y N. Mathur. 2010. In vitro studies of antagonistic fungi against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Biocontrol Science and Technology 20 (3). 275 - 282.
- Stirling G., J. Nicol and F. Reay. 2002. Advisory services for nematode pests. Operational Guidelines. Rural Industries Research & Development Corporation Protection Pty. Ltd. RIRDC. Publication N° 99/41. pp.1 – 103.
- Talavera M., S. Verdejo. 2015. Gestión de nematodos fitoparásitos. Interempresas. Madrid – España. 74 p.
- Tang B., G. W. Lawrence., R.G. Creech., J.N. Jenkins and J.C. McCarty, Jr. 1994. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* in cotton

- roots. Mississippi Agricultural & Forestry Station. Mississippi State University. Technical Bulletin 195: 1-13.
- Taylor, A. L. 1971. Introducción a la Nematología Vegetal Aplicada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1971. p. 5.
- Taylor, A. R., and J.N. Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. United States Agency for International Development. 111p.
- Taylor, A. R., y J. N. Sasser. 2006. Efficacy of Abamectin as a seed treatment for control of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on cotton. A Dissertation of Doctor in Philosophy. Texas A&M University. p. 87.
- Tiscornia J., R. 1989. Hortalizas del fruto. Ed. Albastros. Buenos Aires Argentina; 105 p.
- Triviño G., C y V. A. Quimi. 1984. Los nematodos agalladores de raíces del género *Meloidogyne*. INIAP. Quito, Ecuador. pp. 6-8. [en línea]: [https://books.google.com.mx/books?id=csYzAQAAMAAJ&pg=PA7&dq=CONTROL+CULTURAL+DE+NEMATODOS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjKn\\_2V8dDQAhXq7oMKHfZSA7QQ6AEISjA#v=onepage&q=CONTROL%20CULTURAL%20DE%20NEMATODOS&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=csYzAQAAMAAJ&pg=PA7&dq=CONTROL+CULTURAL+DE+NEMATODOS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjKn_2V8dDQAhXq7oMKHfZSA7QQ6AEISjA#v=onepage&q=CONTROL%20CULTURAL%20DE%20NEMATODOS&f=false) [fecha de consulta: 25/10/17].
- University of Florida and Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS), 2008. Management Integrated of Nematodes. (UF/IFAS). [en línea]: <http://edis.ifas.ufl.edu/ng032> [fecha de consulta: 15/10/17].
- University of California Davis. (UCDa), 2006. Control de Nematodos. (UCDa). [en línea]. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxamnus/G076mnu.htm> [Fecha de consulta: 02/02/18].

- University of California Davis (UCDb). 2006. *Meloidogyne incognita*, Taxonomy, Common Name, Disease. (UCDa). [en línea. <http://ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemmap/ENT156HTML/nemas/meloidogyneincognita>]. [fecha de consulta: 15/09/17].
- Velázquez V., R., A. M. Medina M. y J. Mena. 2002. Guía para identificar y Manejar las Principales Enfermedades Parasitarias del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto técnico No. 20. INIFAP. 240 p.
- Vyas, S.S. 1993. Effect of Neem cake, neem oil, repelin and carbofuran on control of soybean nematodes. In: *Neem and Environment*. Singh R.P., Cari, M.S., Raheja A. K y Graus W. (Eds). World Neem Conference. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, India, 1996. pp .663-667.
- Zapata M., P. Cabrera, S. Bañon y P. Rooth.1989. El melón. Ediciones mandi Prensa. Madrid. España.174 p.