

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**Unidad Laguna**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE ABAMECTINA, EN EL TRATAMIENTO A SEMILLA DE PEPINO  
*Cucumis sativus* L. PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DE LOS NÓDULOS  
RADICULARES *Meloidogyne incognita*.**

**POR**

**RAÚL ASael GALICIA SORIANO**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA**

**ABRIL 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE ABAMECTINA, EN EL TRATAMIENTO A SEMILLA DE PEPINO  
*Cucumis sativus* L. PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DE LOS NÓDULOS  
RADICULARES *Meloidogyne incognita*.

POR:

RAÚL ASael GALICIA SORIANO

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL:

M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

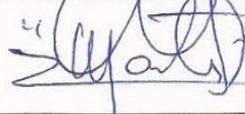
VOCAL:

Dr. ALFREDO OGAZ

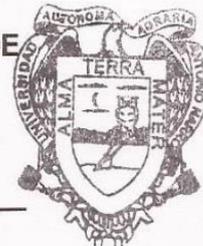
VOCAL SUPLENTE:

ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREON, COAHUILA.

ABRIL 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE ABAMECTINA, EN EL TRATAMIENTO A SEMILLA DE  
PEPINO *Cucumis sativus* L. PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DE LOS  
NÓDULOS RADICULARES *Meloidogyne incognita*.

POR

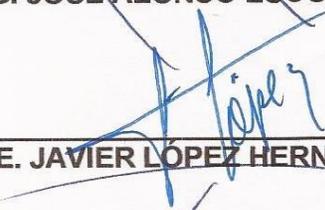
RAÚL ASael GALICIA SORIANO

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

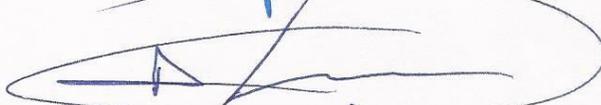
ASESOR PRINCIPAL:

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

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:

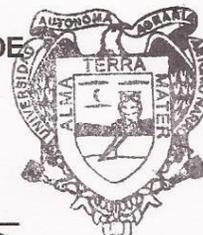
  
\_\_\_\_\_  
Dr. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA

ABRIL 2016

## **I. AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS**, Por haberme regalado toda la dicha y felicidad de tener una familia maravillosa y por culminar mi carrera.

**A MIS PADRES**, A mi padre Raúl Galicia Moran y a mi madre Lucrecia Soriano Sosa por estar conmigo siempre apoyándome y confiar en mí. Son los mejores padres del mundo. ¡Los quiero mucho! ¡Gracias por todo!

**A MIS HERMANAS**, A mi hermana Landy Guadalupe Galicia Soriano, ariday Galicia soriano que siempre han sido unas excelentes hermanas. ¡Gracias por estar conmigo!

**A MIS MAESTROS**, A todo el grupo de maestros que forman el Dpto. de Parasitología al Ing. José Alonso Escobedo, Dr. Javier Sánchez Ramos, MC. Javier López Hernández, Dr. Florencio Jiménez Díaz, Dr. Vicente Hernández Hernández, Ing. Bertha Cisneros Flores y al Dr. Teodoro Herrera Pérez. A todos ustedes gracias por enseñarme mucho de sus experiencias y conocimientos, por preocuparse por mi formación profesional. También a Gabriela Muñoz y a Cheli, por ayudarme y apoyarme en todo este tiempo.

Al Ing. José Alonso Escobedo por ayudarme a la realización de mi trabajo de investigación. ¡Gracias!

**A MIS AMIGOS**, A aquellos con los que compartí muchas alegrías con su amistad, a Julio César López Castillo, Joseph de Jesús Estudillo Cheron, José Jaime González, entre otros. ¡Gracias por su amistad en todo este tiempo!

**¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!**

## **II. DEDICATORIAS**

**A DIOS**, Por regalarme día a día la alegría de ser feliz.

**A MIS PADRES**, Dedicó este trabajo de investigación a mis padres por confiar siempre en mí en que puedo salir adelante.

**A MI ESPOSA**, Margarita Pliego Quintero y a mi hija azalia Giselle Galicia pliego por estar conmigo en las buenas y en las malas siempre cuando más lo necesitaba por darme fuerzas para seguir adelante con mis estudios y terminar la carrera.

**A MIS SINODALES**, El Ing. José Alonso Escobedo, Ing. Enrique Leopoldo Hernández torres, M.C. Javier López Hernández y Dr. Alfredo Ogaz.

**¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!**

## I. RESUMEN

El tipo de estudio llevado a cabo es una investigación aplicada para suprimir las poblaciones del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne* spp en el cultivo de pepino. El tratamiento y aplicación de Abamectina se dirigió a la semilla de pepino, con la finalidad de ofrecer una protección a la planta del ataque y daño del nematodo *Meloidogyne* spp en un período aproximado de 30 días y de esta forma reducir la población de nematodos para dar tiempo a que la planta se desarrolle vigorosamente antes del daño de dicho nematodo. Los tratamientos evaluados se ubicaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas con capacidad de 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos. Se utilizaron dos semillas de pepino de la variedad Crusier® por maceta. Los tratamientos bajo estudio que incluyeron a Abamectina fueron en las siguientes dosis: 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml i.a./1000 semillas, quedando libre de aplicaciones el testigo absoluto. El trabajo se realizó en un invernadero del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizado en el Ejido San Antonio de los Bravos, Mpio. De Torreón, Coah. De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente: Las dosis de Abamectina a 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas de pepino, ofrecieron resultados estadísticos similares en el desarrollo de diámetro de la base del tallo, peso radicular, longitud de la raíz, peso del follaje, índice de agallamiento y número de guías en plantas a los 30 dds. Más sin embargo los tratamientos que mejores resultados ofrecieron en el trabajo de investigación fueron las dosis de 1.00 ml y 0.60 ml/1000 semillas de pepino, por lo que se sugiere como tratamiento, el uso de Abamectina para el control de *Meloidogyne incognita* en el suelo con altas infestaciones, a los 30 dds.

**Palabras clave:** Abamectina, *Meloidogyne incognita* spp, *Cucumis sativus*. L.

## INDICE

	pág.
I. AGRADECIMIENTOS.....	i
II. DEDICATORIAS.....	ii
I. RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo:.....	3
1.2. Hipótesis:.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Características generales del pepino.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3. Distribución geográfica.....	4
2.1.4. Especies cultivadas.....	5
2.1.5. Importancia de su cultivo.....	5
2.1.6. Características de la planta.....	6
2.2. Importancia del pepino en México.....	6
2.2.1. Superficie sembrada.....	7
2.2.2. Producción.....	8
2.2.3. Consumo.....	9
2.2.4. Comercialización.....	10
2.2.5. Exportación.....	10
2.3. Importancia del pepino de la Comarca Lagunera.....	12
2.4. Problemas fitosanitarios del pepino.....	13
2.4.1. Artrópodos plaga del pepino.....	13
2.4.2. Enfermedades causadas por hongos y fitohormonas.....	13
2.4.3. Enfermedades causadas por virus.....	14
2.4.4. Enfermedades causadas por nematodos e historia.....	14
2.5. Taxonomía, morfología, biología, hábitos de <i>Meloidogyne</i> spp.....	15
2.5.1. Ubicación taxonómica.....	15
2.5.2. Características morfológicas.....	15
2.5.3. Hospederos.....	17
2.5.4. Ciclo de vida.....	17
2.5.5. Síntomas de daño por <i>Meloidogyne</i> .....	19
2.5.5.1. Sintomatología.....	20
Índice de agallamiento.....	21
2.5.5.2. Efectos de <i>Meloidogyne</i> en desarrollo de la planta.....	22
• Efectos físicos.....	22
• Efectos fisiológicos.....	23
• Predisposición.....	23
2.5.5.3. Interacción hospedero – parásito.....	23
2.6. Manejo integrado de nematodos.....	25
2.6.1. Control cultural.....	26

2.6.1.1 Barbecho.....	26
2.6.1.2. Sustratos del suelo.....	27
2.6.1.3. Inundación.....	28
2.6.1.4. Solarización.....	28
2.6.2. Rotación de cultivos.....	28
2.6.3. Variedades resistentes.....	31
2.6.4. Control biológico.....	31
2.6.5. Control químico.....	32
2.7. Información técnica del producto evaluado.....	37
3.1. Lugar de realización del estudio.....	38
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
Vigor de las plantas.....	41
Diámetro de la base del tallo.....	41
Longitud de la raíz.....	43
Número de guías.....	45
Peso del follaje.....	47
Índice de agallamiento radicular.....	49
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>53</b>

## I. ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Superficie establecida con pepino en México de 1994 a 2002.....	4
Cuadro 2. Producción de pepino en México de 1994 a 2002.....	7
Cuadro 3. Relación de exportaciones – producción de México.....	9
Cuadro 4. Resumen de la producción de pepino en la Comarca Lagunera.....	12
Cuadro 5. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar Abamectina (Avicta 400 FS) aplicado en el tratamiento a semilla de pepino para el control del nematodo agallador ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) en Torreón, Coah., México. 2011.....	12
....	
Cuadro 6. Tratamientos y dosis a evaluar en tratamiento de semilla para el control del nematodo agallador del pepino ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) en Torreón, Coah., México. 2011.....	39
Cuadro 7. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	40
Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	43
Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	44
Cuadro 10. Comparación de medias en la evaluación del número de guías con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	45

<b>Cuadro 11. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 12. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....</b>	<b>49</b>

## II. ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	44
Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	45
Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	46
Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación del número de guías con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	48
Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	49
Figura 6. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.....	51

## I. INTRODUCCIÓN

La superficie sembrada de pepino en la República Mexicana ha presentado poca fluctuación a través de los últimos años, registrando una superficie de 4,283 has en el ciclo agrícola primavera – verano 2009, que se incrementó a 4,996 has. En el mismo ciclo del 2009 (Sagarpa, 2011). En la comarca lagunera solo se siembran 32 ha (El Siglo de Torreón, 2011).

Las plagas y enfermedades en los cultivos hortícolas constituyen uno de los factores de mayor riesgo de pérdida en la producción. En general existen dos tipos de agentes causales de enfermedades en los cultivos: los bióticos (enfermedades parasitarias o infecciosas) donde se encuentran los hongos, virus, bacterias y los nematodos. Estos últimos son los causantes de las enfermedades más importantes en las hortalizas (Berzoza, 2005).

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo desde la siembra, desarrollo vegetativo, fructificación y cosecha, el pepino es atacado por diferentes enfermedades ocasionadas por una gran diversidad de organismos entre los cuales se encuentran: *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* (J.G.Kühn) y *Fusarium* spp, *Colletotrichum orbiculare* (Berk.) *Verticillium dahliae* (Kleb), *Macrophomina phaseolina* (Tassi), *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everh.). Otros agentes causales de enfermedades son los virus entre los cuales 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 de Zucchini (ZYMV), Virus del Amarillento y Achaparramiento de las Cucurbitáceas (CYSDV) (Chew y Jiménez, 2002).

Dentro de las plagas se encuentra: la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), minador de la hoja *Liriomyza sativa* (Blanchard) y *L. trifolii* (Burges), chicharrita *Empoasca fabae* (Harris), gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner), gusano falso medidor *Trichoplusia ni* (Hubner), gusano barrenador de la guía

*Diaphania nitidalis* (Stoll) y *D. hyalinata* (L.), grillo *Gryllus* (= *Acheta* spp), pulga saltona *Epitrix cucumeris* (Harris), diabrotica *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) y *D. balteata* (LeConte), pulgón del melón *Aphis gossypii* (Glover) y araña roja *Tetranychus* spp (Ramírez *et al.*, 2002).

De igual manera se encuentran nematodos asociados con este cultivo, dentro de los cuales el nematodo agallador o de los nódulos radiculares es el de mayor importancia económica por los daños que produce. También, se reporta atacando a el pepino al nematodo reniforme *Rotylenchulus reniformis*, el nematodo lesionado *Pratylenchus* spp, el nematodo lanza *Hoplolaimus* spp, y el nematodo de los falsos nódulos radiculares *Nacobus* spp, (Bruton *et al.*, 2004). Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas más difíciles de diagnosticar, identificar y controlar. 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 de 12 % la producción agrícola global (Stirling *et al.*, 2002). Los nematodos parásitos de plantas causan cada año en los Estados Unidos de América, una pérdida estimada de 14 % en cultivos de hortalizas y frutales económicamente importantes (Appleman y Hanmer, 2003).

Uno de los problemas fitopatológicos de mayor importancia en la producción de hortalizas es el daño causado por las especies del género *Meloidogyne*, conocido como nematodo agallador o nodulador, que se encuentra ampliamente distribuido en las regiones hortícolas de México y en el mundo (Cepeda, 1996; Cid del Prado *et al.*, 2001). Actualmente se reportan en el mundo 75 especies del nematodo agallador *Meloidogyne* (UCD, 2006a). La mayoría de las cucurbitáceas son extremadamente susceptibles a los nematodos agalladores (Noling, 2005). En California las pérdidas en melón por causa del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* se presentan temprano en temporada (CMRAB, 2006). *Meloidogyne incognita* es la especie de nematodo agallador que se encuentra distribuido e infestando todas las áreas hortícolas de la Comarca Lagunera (Guzmán, 2007).

**1.1. Objetivo:**

1. Evaluar la eficacia biológica de 3 dosis de Abamectina, en tratamiento a semillas de pepino cultivadas en macetas, para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*.

**1.2. Hipótesis:**

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

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Características generales del pepino

#### 2.1.1. Origen

El pepino es una hortaliza de extrema importancia a nivel mundial, muchos son los países consumidores que la producen o la importan, su cultivo está difundido por muchos países de España, México, Canadá y Estados Unidos. El origen del pepino no está debidamente establecido, algunas autoridades sugieren África, mientras que otras el oeste de Asia. Parece ser que los primeros testimonios sobre el cultivo de esta especie provienen de fuentes sur de Asia hace unos 3.000 años a. c., (Wikipedia. 2011 Cucumber, 2011).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del pepino (Wikipedia. 2011 Cucumber ,2011).

<i>Reino:</i>	<i>Plantae</i>
<i>División:</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Clase:</i>	<i>Magnoliopsida</i>
<i>Orden:</i>	<i>Cucurbitales</i>
<i>Familia:</i>	<i>Cucurbitaceae</i>
<i>Género:</i>	<i>Cucumis</i>
<i>Especie:</i>	<i>C. sativus</i>

#### 2.1.3. Distribución geográfica

En los últimos años la superficie de pepino ha ido disminuyendo, aunque la producción se ha ido manteniendo prácticamente igual. Esto indica la utilización de variedades híbridas de mayor rendimiento, mejora y especialización del cultivo (Infoagro, 2011).

Para abastecer el mercado de pepino, Europa realiza importaciones procedentes principalmente de Estados Unidos (41.8 por ciento), Puerto Rico (22.2 por ciento), Islas Vírgenes (13.5 por ciento), Canadá (3.6 por ciento), Ecuador (1.4 por ciento), Guatemala (1.2 por ciento), África del Sur (1.1 por ciento), República Dominicana (0.7 por ciento),

Venezuela (0.6 por ciento) y el resto de las exportaciones son cubiertas por otros países (2.9 por ciento). En el comercio intracomunitario, España es el principal exportador de pepino (77.38 por ciento), le siguen con menores porcentajes Holanda (10.37 por ciento), Francia (7.69 por ciento), Alemania (1.31 por ciento). El resto de los países en Europa hacen pequeñas exportaciones que no llegan al 1 por ciento. En el ámbito de la Unión Europea las importaciones por países son variables, destacando el Reino Unido que importa 28.36 por ciento, en segundo lugar de importancia esta Holanda con 18 por ciento, muy de cerca le siguen Francia que tiene 17.75 por ciento y Alemania con 17.26 por ciento. Con porcentajes menores Portugal con 5.40 por ciento, Italia con 3.96 por ciento, España con 2.40 por ciento, Suecia con 2.20 por ciento, Austria con 2.12 por ciento, Dinamarca con 2.04 por ciento y por debajo del 1 por ciento de importaciones cada uno están Finlandia y Grecia (Infoagro, 2011).

#### **2.1.4. Especies cultivadas**

La familia de las cucurbitáceas es de las más importantes para el hombre debido que dentro de ellas se encuentran muchas especies que le son de utilidad, ya que representan principalmente una fuente de alimento. Existen alrededor de 90 géneros y 750 especies de cucurbitáceas distribuidas casi a la mitad entre el nuevo y el viejo continente. Hay también siete géneros presentes en ambos hemisferios. Hoy en día son cultivados seis géneros y doce especies (Whitaker y Davis, 1962; Sitterly, 1972)

#### **2.1.5. Importancia de su cultivo**

En la República Mexicana las principales cucurbitáceas son la calabacita (*Cucúrbita* spp), melón (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y la sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf]. Uno de los de mayor importancia es el pepino, tanto por la superficie dedicada a su cultivo, como generador de divisas (alrededor de \$1, 676,172.96 millones de dólares anuales) y de empleos en el área rural (Espinoza, 1998).

Este cultivo, desde los años veinte ha sido generador de divisas para México, sin embargo, es a partir de los años sesenta cuando su presencia toma mayor importancia entre los productores, debido a una mayor demanda tanto del mercado nacional como del internacional (Infoagro, 2011).

### **2.1.6. Características de la planta**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todo se encuentra estrechamente relacionado y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. El pepino por su origen es de clima templado, cálido y luminoso; suele presentar en condiciones normales del cultivo, una vegetación exuberante con tallos poco consistentes y tiernos que adquieren su mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas. Este cultivo está ubicado dentro de las cucurbitáceas y es una planta herbácea, anual y rastrera. La planta desarrolla raíces abundantes con crecimiento rápido entre los 30 y 40 cm de profundidad del suelo. La raíz principal alcanza hasta un metro de profundidad, siendo las raíces secundarias más largas que la principal y muy ramificadas. La región de exploración y absorción de esta se encuentra entre 40 y 45 cm de profundidad (Zapata, *et al.*, 1989; Valadéz, 1994; Sabori, *et al.*, 1995).

## **2.2. Importancia del pepino en México**

Durante los últimos setenta y cinco años, el pepino mexicano ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad. Además de la derrama económica que representa en las zonas de cultivo, resultado de la mano de obra requerida para su manejo, empaque y comercialización, es el tercer productor agropecuario en el renglón de la captación de divisas. Una de las ventajas competitivas adicionales de nuestro país, es que la cosecha se lleva a cabo en la época en la que otros países competidores están fuera del mercado por su ubicación geográfica (Sagarpa, 2011).

### 2.2.1. Superficie sembrada

En algunas regiones la superficie bajo cultivo varía a la alza o a la baja de acuerdo con los precios de venta. Esta situación se presenta siempre que se tiene un buen año en cuanto a producción y una ventana comercial completa para obtener una posición en el mercado, por lo que los productores incrementan la superficie de siembra, la que al cosecharse provoca la caída de precios por la mayor oferta y por consiguiente la reducción de la superficie sembrada, lo que se traduce en una especie de autorregulación del área que será destinada al cultivo de pepino (Sagarpa, 2011).

En forma general, esta situación se ha dado por la falta de agua en algunas regiones productoras, en otras por los bajos precios que genera la sobre oferta, y como resultado de ambos casos, por la conversión de cultivos. El Estado con mayor superficie dedicada al cultivo del pepino es Sinaloa, que con altibajos durante el ciclo 1994 – 2002, para el último año registrado llegó a la cifra de 4,517 has sembradas, que representan el 15.99 por ciento del total nacional. Le siguen Sinaloa, Michoacán, Morelos y Sonora, con participaciones de 10.09 por ciento, 11.15 por ciento, 9.76 por ciento y 8.71 por ciento respectivamente. La suma de la participación de los cinco Estados en el contexto nacional, es de 50.70 por ciento (Cuadro 2) (Sagarpa, 2011).

Cuadro 2. Superficie establecida con pepino.

ESTADO	1994	1996	1998	2000	2002
SINALOA	12,7262	<b>15,702</b>	17,3693	<b>24,6244</b>	22,804
MICHOACÁN	6,747	5,567	<b>7,014</b>	3,487	3,124
SONORA	32,65	10,61	10,971	11,151	<b>7,36</b>
MORELOS	<b>35,508</b>	21,47	16,994	<b>16,230</b>	31,94
JALISCO	2,477	3,050	<b>3,154</b>	1,149	1,105
OTROS	24,541	<b>34,317</b>	30,725	17,677	16,61
<b>TOTAL</b>	<b>43,301</b>	<b>55,232</b>	<b>53,272</b>	<b>31,871</b>	<b>31,513</b>
<b>NACIONAL</b>					
RIEGO por ciento	77.44	82.87	76.75	83.32	84.53

TEMPORAL	22.56	17.13	23.25	16.68	15.47
por ciento					
OTOÑO-	64.30	64.78	57.70	63.82	54.69
INVIERNO					
por ciento					
<b>PRIMAVERA-</b>	35.70	35.22	42.30	36.18	45.31
<b>VERANO</b>					
<b>2006</b>					

Fuente: Sagarpa 2011

### 2.2.2. Producción

Las principales regiones productoras de México, se concentran, en el caso de Michoacán, Baja California, Sonora, Jalisco, en Morelos en Tepalcingo y Sinaloa y otros estados de México (Sagarpa, 2011).

La producción de pepino en el ámbito nacional durante el período 1994– 2002 mostró una tendencia a la alza, logrando un incremento de 4.50 por ciento, que en números absolutos es de 472 toneladas. Su comportamiento ha sido similar a la superficie cosechada, con excepción de 1996 cuando ésta disminuyó y aumentó la producción, al mostrar altibajos con porcentajes de +13.33, -13.17, -10.48, +6.31, -3.08, +8.34, +5.04, y -6.23, de 1991 a 1998, fue de 472 toneladas, registrada en 1991 y la menor en 1993 con 16,492 toneladas (Cuadro 3) (Sagarpa, 2011).

Observando el cuadro 3, se puede notar que el principal productor es el Estado de Sinaloa, seguido de Michoacán, Morelos, Sonora y Jalisco que en 1998 participaron con 18.49 por ciento , 13.70 por ciento, 13.23 por ciento , 13.04 por ciento , y 3 por ciento respectivamente, y que en conjunto suman 61.47 por ciento de la producción nacional (Sagarpa, 2011).

Cuadro 3. Producción de pepino en México en toneladas.

<i>ESTADO</i>	<i>1994</i>	<i>1996</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2002</i>
SINALOA	45,686	82,729	64,638	<b>33,390</b>	49,172
MICHOACÁN	64,756	62,866	47,309	<b>36,881</b>	45,028
MORELOS	57,397	51,713	73,907	66,535	<b>95,717</b>
SONORA	<b>3,265</b>	10,61	10,971	11,159	7,36
JALISCO	35,296	49,649	21,792	<b>15,645</b>	22,844
OTROS	284,831	<b>347,721</b>	248,226	194,923	193,678
<b>TOTAL</b>	<b>488,966</b>	<b>594,678</b>	<b>455,872</b>	<b>347,874</b>	<b>453,899</b>
<b>NACIONAL</b>					
RIEGO por ciento	87.66	90.90	<b>86.64</b>	91.26	90.32
TEMPORAL por ciento	12.34	9.10	<b>13.36</b>	8.74	9.68
OTOÑO- INVIERNO por ciento	62.12	<b>64.81</b>	<b>47.46</b>	56.21	51.18
<b>PRIMAVERA- VERANO 2006</b>	37.88	<b>35.19</b>	<b>52.54</b>	43.79	48.82

Fuente: Sagarpa, 2011.

### 2.2.3. Consumo

El pepino es un alimento de fácil digestión cuando se usa al natural o inclusive se puede usar con la cáscara cuando está tierno. Usado al natural es un alimento refrescante y recomendable para neutralizar la excesiva acidez, ya sea en caso de diabetes, gota, artritis, etc. Es recomendable consumirlo en cualquier temporada ya que ayuda a la circulación sanguínea y además tiene efectos purificadores de los intestinos. El pepino es muy utilizado en la medicina, por sus cualidades emolientes, calmantes, refrescantes y sobretodo alcalinizantes (El siglo de torreón 2011).

#### **2.2.4. Comercialización**

Los pepinos, después de ser cosechados, deben ser seleccionados de acuerdo con las normas de calidad. Primero se clasifican por su grado de madurez; después por su tamaño, preferentemente de 20 a 30 cm de largo, de superficie cilíndrica lisa y recta, color verde oscuro y uniforme (sin amarillos), se comercializan limpios. Debe ser firme al corte y el anillo interno deberá presentar mayor proporción de pulpa, color blanco y semillas de tamaño no mayor de 3 mm de largo, mostrando humedad en su interior. Cuando lo partimos de forma manual, éste debe emitir un ligero sonido de resistencia. En algunos casos, y cuando el mercado lo permite, los frutos son encerados con la finalidad de mejorar la apariencia y prolongar su vida útil, pues la cera, reduce la pérdida de agua por evaporación. En la región central se presenta la mayor concentración de la producción seguido por la región norcentral, a estas le siguen la región noroeste, norte, sur, entre otras regiones (Sagarpa, 2011).

La comercialización internacional del pepino mexicano está limitada a la temporada en que el clima afecta a terceros países para establecer el cultivo, presentándose en el período invernal principalmente. Por otra parte, también está limitado, hasta el año 2003, por los altos aranceles que aplican los países receptores cuando inician la producción doméstica, que en nuestro caso se reduce a Estados Unidos (Claridades Agropecuarias, 2000; FU, 2002).

#### **2.2.5. Exportación**

La producción de frutas y legumbres mexicanas para exportación, tiene sus orígenes en 1905, cuando se registran los primeros envíos por ferrocarril a Estados Unidos. Sin embargo, es a partir de la Segunda Guerra Mundial cuando las exportaciones crecen en forma notable. El cultivo del pepino en México se ha mantenido desde 1987, como una actividad de gran importancia en el campo de generación de divisas, consecuencia de la participación creciente que han tenido las exportaciones de este fruto en los últimos años. Sin embargo no todo fue incrementar los volúmenes de exportación, pues si bien en 1987 se exportaron 1,082 toneladas, en 1990 el volumen se redujo a 981 toneladas y para 1994

se enviaron tan solo 4 toneladas. En 1996, cuando se embarcaron 3,570 toneladas, las exportaciones tomaron su ritmo ascendente, enviándose 45,692 toneladas en 1960; 79,083 toneladas, en 1998, 102,502 toneladas en 2000, 206,340 toneladas, en 2001 (Claridades Agropecuarias, 2000; Fu, 2002; Rex, 1969).

Hasta 1987, el pepino ocupaba el tercer sitio entre los productos hortícolas con mayor volumen exportado, después del tomate y melón. Durante el período 1990-1998 el crecimiento ha sido lento por varios factores: la mayor competencia internacional y la virtual saturación de mercados en ciertas temporadas que provocan la caída de precios, el mayor consumo interno, y el hecho de que una buena superficie que antes se dedicaba al melón, ahora se destina a la producción de otros frutos u hortalizas (Claridades Agropecuarias, 2000; Espinoza, 1983).

El mercado estadounidense es el principal consumidor de pepino mexicano, que de acuerdo con la información presentada en el cuadro, consume más del 99 por ciento de las exportaciones; en 1999, hasta septiembre, importó 99.82 por ciento. Otros países que importan pepino de México en porcentajes mínimos, pero que en volumen no dejan de ser importante. Para el año 2006 los principales países exportadores de pepino se encuentran los Países Bajos encabezando la primera posición, seguido por España, México, Canadá y Estados Unidos. Otros países exportadores son Jordania, Turquía, Bélgica, Grecia y Francia. En cuanto a los principales países importadores tenemos a Estados Unidos en primer lugar, seguido por Alemania, Reino Unido, Países Bajos y Francia. A estos países les siguen Federación Rusia, Canadá, República Checa y Suecia. Entre otros que han adquirido pepino mexicano una sola vez entre 1996 y 1999, en cantidades mínimas de una tonelada. En nuestro país oscilan en cantidades entre 20 y 50 kilogramos, en el mismo período (cuadro 4) (Claridades Agropecuarias, 2000; Islas, 1992; SARH, 1992).

Aun, cuándo Estados Unidos consume casi todo la producción de pepino mexicano, y que en las décadas de los setenta y los ochenta el 90 por ciento de las importaciones de Estados Unidos procedían de México, la participación de las exportaciones mexicanas en ese país ha decrecido en forma por demás drástica, pues los países centroamericanos la han incrementado sustancialmente, específicamente Costa Rica, Honduras y Guatemala, al grado de que en 1996 el consumo en el mercado estadounidense de pepino mexicano fue de 44.90 por ciento en 1997 de 38.13 por ciento y en 1998 de 34.17por ciento , lo que muestra una clara tendencia a la baja (Claridades Agropecuarias, 2000; USDA-AMS, 2002).

Cuadro 4. Relación de exportaciones – producción de pepino en toneladas.

Canadá (por ciento)                      México (por ciento)                      China (por ciento)

2006	49,530	20	0
2007	43,577	132	13
2008	48,926	111	299
2009	37,550	768	162
2010	43,761	890	272

Fuente: Sagarpa, 2011

### 2.3. Importancia del pepino de la Comarca Lagunera

La superficie sembrada en la Comarca Lagunera ha presentado poca fluctuación a través de los últimos años, registrando una superficie de 24 has en el ciclo agrícola primavera – verano 2009, que se incrementó a 32 has en el mismo ciclo del 2009, observándose un aumento considerable en el valor total de la producción del cultivo en el ciclo agrícola 2009 al 2011 (Cuadro 5) (El Siglo de Torreón, 2011).

Cuadro 5. Resumen de la producción de pepino en la Comarca Lagunera

AÑO	TOTAL (Ton)		PRODUCCIÓN	VALOR (\$)
			(Ton)	
	Sembradas	Cosechadas		
2006	1	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	25.5	24	235.6	821.65
2009	32	32	387.00	1,614.00

Fuente: "Sagarpa 2011"

## 2.4. Problemas fitosanitarios del pepino

### 2.4.1. Artrópodos plaga del pepino

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo del pepino desde la siembra, desarrollo vegetativo, amarre de fruto y cosecha, el pepino 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. trifolii* (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), diabrótica *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber y *D. balteata* (Le Conte) y araña roja *Tetranychus* spp (Ramírez *et al.*, 2002).

### 2.4.2. Enfermedades causadas por hongos y fitohormonas.

Los hongos son los principales organismos que le causan enfermedades al cultivo pepino. 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: *Pythium* spp, *Phytophthora* spp, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp, *Colletotrichum orbiculare*, *Verticillium dahliae* (Kleb), *Macrophomina phaseolina* (Tassi), *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart, Elliot) (Bastarrachea, 2006).

### 2.4.3. Enfermedades causadas por virus

A nivel mundial existen más de 50 virus capaces de infectar en forma natural o experimental a una o más especies de cucurbitáceas, sin embargo, al menos 25 virus se detectan en forma natural (Lovisolo, 1980, citado por Bastarrachea, 2007).

Los virus son los principales agentes causales de enfermedades en las cucurbitáceas y son responsable 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).

### 2.4.4. 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, 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 chicharo 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. 10 años más tarde, Goldi (1887) investigó el mismo problema en cafeto y nombró al nemátodo agallador *Meloidogyne exigua*, como la causa de esta enfermedad (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 (Taylor y Sasser, 1978)

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

### **2.5.1. Ubicación taxonómica**

Ubicación taxonómica del nematodo agallador o nodulador: (UCD, 2006; Taylor y Sasser, 1978; Cepeda, 2001).

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Subclase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Tylenchoidea

Familia: Meloidogynidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *M. incognita*

### **2.5.2. Características morfológicas**

Los estados juveniles del nematodo de los nódulos radiculares son descritos como vermiformes y migratorios; con región cefálica y estilete delicados; presentan el área labial sin constricción y el segundo estado avanzado es sedentario, hinchado y con cola aguda; el tercer y cuarto estado se presentan en el interior de la cutícula del segundo estado, con estilete libre (UCD, 2006a). 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 por ciento (Taylor y Sasser, 1978). Los estados juveniles J2 pueden medir de 0.3 – 9.5 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 (UCD, 2006a).

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 2<sup>o</sup> instar son vermiformes, fluctúan de 280 – 500 micras ( $\mu$ ) en longitud. Los estiletos miden cerca de 10 micras de largo, portan nódulos basales redondos. El esófago consiste de un procorpus, metacorpus con válvula, istmo y un bulbo basal traslapado. La cola tiene una área hialina, es generalmente conoide con un terminus redondo agudo. A menudo se encuentran arrugas en la cutícula a la altura de la cola (Jenkis y Taylor, 1967).

Los nematodos adultos parásitos de plantas son gusanos alargados cuya longitud suelen ser de 0,30 mm a más de 5,0 mm. La extremidad anterior de un típico nematodo parásito de las plantas es ahusada y termina en una región labial redondeada o truncada, siendo el cuerpo más o menos cilíndrico, con la extremidad posterior algo cónica y terminada en punta o en forma de hemisferio. Las proporciones del cuerpo varían grandemente, siendo en algunas especies la longitud (desarrollada) cincuenta veces mayor que el grosor, y en otras sólo unas diez veces mayor. Las hembras de otras especies tienen el cuerpo muy ensanchado, a veces casi esférico, pero siempre con un cuello ahusado. Los

machos adultos son sin excepción gusanos delgados. Los nematodos parásitos de las plantas carecen de apéndices (Taylor, 1971).

### 2.5.3. Hospederos

*Meloidogyne incógnita* es extremadamente polífago con un rango de hospederas mayor de 3,000 especies de plantas. Individualmente las especies de este nematodo tienen un amplio rango de hospederas. (Jensen *et al.*, en 1997, enlista 874 cultivos como hospederas de 7 u 8 especies de *Meloidogyne* en el oeste de los Estados Unidos de América (UCD, 2006a). En California (EUA) se reporta atacando cucurbitáceas, frijol, zanahoria, tomate, lechuga, chícharo, chile y rábano entre otras hospedantes (Brust *et al.*, 2003).

A nivel mundial, la gama de hospederos de *Meloidogyne* spp comprende más de 2,000 especies de plantas, que representa casi todas las familias vegetales. En México, los cultivos de 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, vid y otros (Cepeda, 1996)

### 2.5.4. Ciclo de vida

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne* comienza con el huevo (unicelular), depositado por la hembra que está parcialmente o totalmente embebida en la raíz de una planta hospedera y estas depositan masas con más de 1,000 huevos. El desarrollo del huevo comienza a las cuantas horas de su depositación, resultando 2 células, 4, 8, y así sucesivamente, hasta que una larva completamente formada con un estilete visible, yace enrollada en la membrana del huevo. 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 15º a 25ºC para *M. hapla* y especies relacionadas, y de 25º a 30ºC para *M. javanica* y especies relacionadas. Se presenta muy poca actividad en cualquiera de las especies de *Meloidogyne* a temperaturas arriba de 40ºC o por debajo de 5ºC. En Sudáfrica, se requieren 56 días para completar el ciclo de vida de *M. javanica* a una temperatura promedio de 14ºC, comparado con solo 21 días a 26ºC (Taylor y Sasser, 1978). En California (EUA) se reporta que el ciclo de vida de *M. incognita* se completa en 20 – 25 días a 21.3ºC (UCD, 2006b). También, se reporta que en este mismo estado el ciclo de vida de huevo a huevo se completa en cerca de 25 días con temperaturas del suelo de 26.9º – 29.1ºC y con un hospedante apropiado (Brust *et al.*, 2003).

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).

### 2.5.5. Síntomas de daño por *Meloidogyne*

La investigación ha demostrado que los nematodos de los nódulos radiculares no están distribuidos uniformemente a través de los lotes cultivados y están restringidos a áreas de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  hectárea. En muchos casos, solo el 10 por ciento de un predio puede estar infestado por nematodos de los nódulos radiculares (Robinson, 2006). Tan pocos como 100 juveniles de *Meloidogyne* por 500 g de suelo, son suficientes para causar síntomas en tomate (Luc, *et al.*, 1990).

La proporción de pérdidas debido a nematodos varía con el tipo de cultivo, cultivares, textura de suelo, clima y manejo del cultivo. El índice de daño en cucurbitáceas por 200 ml de suelo es bajo al tener menos de 5 nematodos, moderado al encontrar de 5 – 10 nematodos y alto al tener arriba de 100 nematodos por 100 ml de suelo (Stirling *et al.*, 2002).

Las larvas de segundo estado (J2) de *Meloidogyne* entran a la raíz, modifican las células de la raíz cerca de sus cabezas y empiezan a alimentarse. Se forman agallas en respuesta a la presencia del nematodo. Los nematodos juveniles se desarrollan en hembras periformes que están parcial o completamente enterradas en el tejido radicular (Stirling *et al.*, 2002).

Una de las plagas más destructivas de las cucurbitáceas (sandía, melón, calabaza, pepino, etc.) 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. Estos nematodos se alimentan perforando las raíces de las células y succionando los contenidos líquidos. La penetración a la raíz y alimentación usualmente empieza detrás del ápice de la raíz donde los nematodos de los nódulos radiculares se establecen permanentemente. El ataque de esta plaga causa reducción o pérdida total en rendimiento. Cuando las plantas son infectadas en el estado de plántula, las pérdidas son extremadamente fuertes y pueden dar como resultado una muerte temprana de la planta (Brust *et al.*, 2003).

Todas las especies de nematodos causan serios daños al pepino, ya sea por el ataque de estos o por el complejo de nematodos–hongos. Varios hongos, pero particularmente *Fusarium* spp, causa mayor daño a las plantas cuando se presenta asociado con nematodos. La alimentación del nematodo proporciona lesiones a través de las cuales el hongo puede penetrar más fácilmente. También, hay evidencia que la infección del nematodo fisiológicamente predispone a la planta a la infección de hongos (Bruton *et al.*, 2004).

Cultivares de pepino en invernadero han demostrado que 2/3 de la reducción final en el desarrollo de plantas, resulta del ataque de nematodos de los nódulos radiculares durante las primeras dos semanas después de la siembra, tomando en cuenta que el pepino toma de 110 a 115 días para la cosecha (CMRAB, 2005).

Turíni y Ploeg (2004), señalan que las plantas de pepino atacadas por el nematodo de los nódulos radiculares en los primeros estados de desarrollo como plántula, causan un gran impacto en el desarrollo.

### **2.5.5.1. Sintomatología**

Síntomas aéreos: a) Achaparramiento, pobre desarrollo y producción de la planta; b) Necrosis, decoloración y enroscamiento; c) Manchas foliares; d) Muerte o desvitalización de yemas; e) Distorsión y arrugamiento de follaje y tallos; f) Agallas de hojas y semillas. (Ayoub, 1997).

Síntomas subterráneos: a) Ramificación excesiva de la raíz; b) Supresión del crecimiento radicular; c) Lesiones en la raíz; d) Producción de raíces carnosas; e) Nódulos radiculares o agallas; f) Presencia de quistes minúsculos sobre la raíces (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 de esta enfermedad 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 se hinchan 2 – 3 veces más grandes comparadas con las raíces sanas. Se pueden presentar diversas 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 una pudrición de raíces (Brust *et al.*, 2003 y 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 pepinos causa malformación de frutos y la fruta típicamente se madura lentamente o se presenta una maduración no uniforme del fruto (Becker *et al.*, 2004).

### **Índice de agallamiento**

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

por ciento; 3 = 30 por ciento; 4 = 40 por ciento; 5 = 50 por ciento; 6 = 60 por ciento, 7 = 70 por ciento; 8 = 80 por ciento; 9 = 90 por ciento y 10 = 100 por ciento del sistema radicular con agallas.

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

#### **2.5.5.2. Efectos de la infección de *Meloidogyne* sobre el desarrollo de la planta**

- **Efectos físicos**

A. Reducción y deformación del sistema radicular.- Además de la formación de agallas y células gigantes, las especies de *Meloidogyne* provocan que las raíces fuertemente infectadas sean más cortas que las raíces sanas, poseen menos ramificaciones y menor número de pelos radiculares. El sistema radicular no utiliza agua y nutrientes en la proporción que usa un sistema radicular no infectado. Los elementos vasculares se rompen y se deforman en agallas o nódulos radiculares y el movimiento normal de agua y nutrientes mecánicamente se impide. (Taylor y Sasser, 1978)

B. Disminución de la eficiencia de la raíz.- La deformación de la raíz y su ineficiencia causa detención del desarrollo, marchitamiento en clima caliente y otros síntomas de escasez de agua y nutrientes, aunque estos estén a plenitud en el suelo. El desarrollo de las plantas se reduce. (Taylor y Sasser, 1978)

- **Efectos fisiológicos**

La pérdida de la eficiencia de la raíz y parte de la consecuente reducción en el desarrollo y rendimiento se le atribuye a la reducción y deformación del sistema radicular. Asimismo, los cambios en la fisiología de las plantas cuando se forman células gigantes y agallas contribuyen a la reducción en el crecimiento. (Taylor y Sasser, 1978)

- **Predisposición**

En los campos cultivados, la infección de plantas solo por *Meloidogyne* es improbable; bacterias, hongos y virus están siempre presentes y a menudo interactúan con los nematodos. La interacción entre *Meloidogyne* y otros nematodos fitoparásitos y otros agentes causantes de enfermedades, provocan cambios fisiológicos en los tejidos de la planta que se le conoce como predisposición (Taylor y Sasser, 1978)

### **2.5.5.3. Interacción hospedero – parásito**

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

Penetración a la raíz y migración al sitio de alimentación.- Las larvas de 2<sup>o</sup> instar por medio de repetidos y rápidos embates de sus estiletes penetran las células de la raíz. Esta penetración es seguida de un breve descanso después del cual los contenidos de la célula son succionados por el nematodo mediante la acción de una porción muscular de su esófago. La penetración de la larva toma más de 6 horas, dependiendo de la especie de nematodo, hospedante y factores ambientales. A medida que la larva invade la raíz se alimenta de las células internas y células de la lamela media. Después de que la larva alcanza lo que será su sitio permanente, en sus estados subsecuentes se alimenta solamente sobre células que rodean su parte anterior (Jenkins y Taylor, 1967).

Los J2 penetran a la zona de elongación de la raíz por medios mecánicos (estilete), justo arriba de la parte apical de la raíz y probablemente por medios químicos (celulosa y pectinasa). Se mueven entre las células corticales hacia el ápice de la raíz, prosiguen al meristemo y regresan migrando hacia el cilindro vascular en la zona de diferenciación celular. Finalmente reposan con sus cabezas y estilete en desarrollo cerca de la región de alargamiento de células y cuerpos en la corteza.

Inicio en el sitio de alimentación.- Los J2 penetran en las células cortando con su estilete las paredes celulares e inyectan secreciones de la glándula dorsal esofágica. Estas secreciones causan el engrandecimiento de las células en el cilindro vascular y se incrementan los grados de división celular en el periciclo. Esto lleva a la formación de células gigantes (sincitia) formada por el engrandecimiento de las células (hipertrofia), posible disolución de las paredes celulares, agrandamiento de los núcleos y cambios en la composición de los contenidos de la célula. Al mismo tiempo se presenta una intensa multiplicación celular (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva. Estos cambios pueden ir acompañados por un alargamiento de la raíz para formar las agallas características. Sobre raíces pequeñas, las agallas que contienen solo una hembra son redondas a fusiformes y pueden tener de 1 – 3 mm de diámetro (Taylor y Sasser, 1978).

Los J2 de *M. incógnita* invaden las raíces en la región de elongación cerca del ápice. Migran entre y a través de las células y sitúan su cabeza en los tejidos vasculares. El daño a las células ocurre como resultado de la migración y si varios J2 entran en la parte apical de la raíz, la división celular se detiene y no se presenta el alargamiento de la raíz. A medida que la alimentación continúa, varias células cercanas a la cabeza del nematodo comienzan a agrandarse y se vuelven multinucleadas. Estas son denominadas células gigantes y usualmente hay de 3 – 6 asociadas con cada nematodo. Estos cambios son inducidos por sustancias (secreciones salivales) introducidas en las células y tejidos que los rodean durante la alimentación del nematodo. Durante este proceso los vasos del xilema se distorsionan y las raíces no pueden funcionar normalmente con respecto a agua y nutrientes. Durante el proceso de formación de agallas los nematodos pasan por la 2ª, 3ª y 4ª muda para alcanzar el estado adulto (UCD, 2006a).

## 2.6. Manejo integrado de nematodos

El manejo integrado de plagas, se define como “un enfoque ambiental, eficaz, y de concientización para el manejo de plagas agrícolas y no agrícolas, que se basa en una combinación de herramientas para su control”. El MIP utiliza programas de uso actual, de amplia información sobre los ciclos de vida de las plagas y su interacción con el medio ambiente. Esta información, en combinación con la disposición de métodos de control de plagas como biológicas, culturales, físicas y químicas, se utiliza para reducir los daños de plagas por el medio más económico, y con el menor peligro posible para las personas, los bienes y el ambiente (US EPA, 2008).

Actualmente el manejo integrado de nematodos utiliza consideraciones que incluyen la rotación de cultivos menos susceptibles o variedades resistentes, prácticas culturales y el uso de tratamientos nematicidas antes de los trasplantes y postrasplantes. Estas prácticas son generalmente integradas en el verano o en invierno "fuera de temporada" del cultivo. Se debe reconocer que no todo el manejo del suelo, con la integración de las prácticas culturales es igualmente eficaz en el control de nematodos parásitos de plantas y diversos grados de control de nematodos. Este método, a diferencia de otros métodos químicos, tiende a reducir gradualmente las poblaciones de nematodos a través del tiempo. Para el manejo integrado de nematodos se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones específicas, tales como el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, pueden ser muy importantes para determinar si las diferentes prácticas pueden ser utilizados eficazmente para el manejo de nematodos (UF/IFAS, 2008).

Ningún programa de control puede eliminar al nematodo de los nódulos radiculares en un campo de cultivo, y lo más que puede hacerse es reducir su población lo suficiente, como para darle tiempo a las plántulas para que queden bien establecidas antes del ataque de los nematodos (Brust *et al.*, 2003).

### **2.6.1. 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 cobertura 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 ella (Cepeda, 1996)

#### **2.6.1.1 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 (UCD, 2006a)

### 2.6.1.2. Sustratos del suelo

Muchos diferentes tipos de sustratos y materiales de compostas que se han aplicado al suelo para suprimir las poblaciones de nematodos parásitos de plantas y mejorar el rendimiento de los cultivos y la salud de las plantas han dado muy buenos resultados. Los estiércoles de animales, la gallinaza y otros residuos de cosecha son típicos ejemplos de sustratos del suelo utilizados en la agricultura para mejorar la calidad del suelo y como un medio para mejorar el potencial biológico del suelo. Algunos sustratos que contienen quitina y fertilizantes inorgánicos que liberan nitrógeno amoniacal en el suelo reprimen directamente a las poblaciones de nematodos y mejoran el desarrollo selectivo de los organismos microbiales antagonistas de nematodos (UF/IFAS, 2008).

Estudios recientes en Florida, Estados Unidos (2007) han demostrado que el aumento de las tasas de aplicación de un sustrato de residuos de composta han causado un efecto en el vigor de la raíz de las plantas de tomate a tolerar la infección por especies del nematodo de los nódulos radiculares (*Meloidogyne* spp.). Estos estudios demostraron que en un suelo arenoso pobre en contenido de materia orgánica (menos del 2 por ciento), los rendimientos de tomate podrían aumentar significativamente con los sustratos aplicados al suelo sin presencia de nematodos o infestados de nematodos del suelo. El impacto del nematodo de los nódulos radiculares en el rendimiento de tomate fue efectivamente constante, sin embargo, no siempre la aplicación del sustrato al suelo podría aumentar la capacidad de plantas de tomate a tolerar la infección por el nematodo de los nódulos radiculares. Gran parte de lo anterior de la investigación en Florida parece indicar que los principales efectos de los sustratos del suelo a los rendimientos de los cultivos parecen

estar menos relacionadas con nematodos del suelo o el control de patógenos, sino a una mayor nutrición de las plantas y la disponibilidad de agua. Sin embargo, con nuevas investigaciones y avances en la aplicación de tecnología y eficiencia el uso de suelo puede convertirse en un componente integral de los sistemas de producción de cultivos de Florida (UF/IFAS, 2008)

### **2.6.1.3. 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).

### **2.6.1.4. Solarización**

Solarización del suelo es una técnica no química que se establece con lonas de polietileno transparente sobre el suelo húmedo, en un período de 6 a 12 semanas exponiendo el suelo al calor solar ha 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 (UCD, 2006a).

### **2.6.2. Rotación de cultivos**

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. En lo referente a cultivos trampa, la lechuga se siembra de trasplante, con posturas sanas y se cosecha entre 17 y 22 días para eliminar parte de la población y no lleguen a eclosionar los huevos. Las plantas se extraen cuidadosamente con un rastrillo para que no queden raíces en el suelo. Si se hacen dos siembras seguidas la población disminuye grandemente. También se utiliza la siembra de cempoal o flor de muerto. A este tipo de plantas los nemátodos las atacan pero no se desarrollan en sus tejidos internos, es recomendable sembrarlas y después que florezcan arrancarlas o dejarlas e incorporarlas al suelo al final del ciclo (citado por Santiago, 2006).

La rotación de cultivos es la práctica cultural que mejores resultados ha mostrado en el control de nematodos fitoparásitos (Rodríguez – Kábana *et al.*, 1992; citado por Santiago, 2006).

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 (Agrios, 1997; citado por Santiago, 2006).

Tiene como propósito reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, para que luego sea conveniente la producción del cultivo de interés (Barker y Koenning, 1998; citado por 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 (Widmer *et al.*, 2002; citado por Santiago, 2006).

(Kokalis-Burelle 2002), evaluaron el efecto de la rotación de la gramínea *Panicum virgatum* y maní *Arachis hypogaea* (L.) como cultivo principal, en las poblaciones de *Meloidogyne arenaria* y los cambios en la flora microbiana del suelo después de un período de rotación. Luego de 3 años, la gramínea no reflejó población alguna de nematodos noduladores, a diferencia del tratamiento control sembrado con maní. Los tratamientos donde se rotó con *P. virgatum* mantuvo altas poblaciones de nematodos de vida libre y una flora bacteriana distinta a la encontrada en la rizósfera de las plantas de maní cultivadas por varios ciclos consecutivos. (Davis (2003) estudiaron el efecto de un ciclo de rotación con maíz *Zea mays* (L.) y un cultivar resistente de soya *Glycine max*, en las poblaciones de nematodos fitoparasíticos que atacan al algodón (*Gossypium hirsutum*), principalmente *Rotylenchulus reniformis*. Luego de un año, las poblaciones de *R. reniformis* en los tratamientos de rotación con soya o maíz fueron significativamente más bajas que en los tratamientos donde se cultivó algodón por dos ciclos consecutivos. Los rendimientos de algodón aumentaron luego del período de rotación en la mayoría de las localidades experimentales. En Puerto Rico, (Román estudiaron el efecto de la rotación del zacate Pangola (*Digitaria decumbens*)) con cultivos de plátanos sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y el rendimiento del cultivo. Los tratamientos de rotación se realizaron en parcelas donde se había plantado plátano (cv. Enano), y posteriormente se estableció el zacate Pangola en períodos de 6 meses hasta un máximo de 18 meses. Se evaluó también el deshierbe parcial y total del zacate Pangola durante el segundo ciclo de rotación. No se sembró el zacate Pangola en las parcelas. la rotación con esta gramínea redujo las poblaciones de *Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus reniformis*, no así de *Pratylenchus coffeae*. Todos los tratamientos a excepción de aquel donde se cultivó zacate Pangola por 6 meses y combinado con el deshierbe parcial, aumentaron significativamente los rendimientos del cultivo sobre el tratamiento testigo (Santiago, 2006a).

La rotación de cultivos es un medio muy eficaz si se efectúa de forma apropiada. Lucas (1965), recalcó que para combatir a *Meloidogyne* era necesario evitar la rotación con cultivos susceptibles a ese nematodo, como la mayoría de las hortalizas ((Santiago, 2006a).

### **2.6.3. 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 recurrente para solo fijar las características deseadas, que en este caso es resistencia (Cepeda, 1996).

Actualmente, no se tienen en el mercado variedades resistentes de pepino al nematodo de los nódulos radiculares (Brust *et al.*, 2003). Los esfuerzos para eliminar o minimizar el daño causado por nematodos en la agricultura, ha involucrado típicamente el uso de la fumigación del suelo con materiales como Cloropicrina, Bromuro de metilo y Dazomet, que se volatilizan para diseminar su ingrediente activo a través del suelo. Tales materiales fumigantes pueden ser altamente tóxicos y pueden provocar daños al medio ambiente. Varios nematicidas no fumigantes también han sido utilizados, pero suelen crear problemas serios al ambiente y pueden ser altamente tóxicos al humano (Kim *et al.*, 1997).

### **2.6.4. Control biológico**

Los nematodos, comúnmente son controlados con la aplicación de plaguicidas, muchos de los cuales son tóxicos a mamíferos, algunos de ellos son biocidas (Webster 's, 1972). En los últimos años, el uso indiscriminado de estos plaguicidas ha causado el desequilibrio biológico de diferentes hábitats con graves consecuencias y ha hecho más complejo el problema original, de ahí que se haya pensado en la posibilidad de establecer programas de control biológico como una alternativa de manejo de plagas, sobre todo después del éxito alcanzado con el control biológico en insectos. Sewell (1965), citado por Norton (1978), define el control biológico como las restricciones hechas a un organismo perjudicial o a sus efectos, sean aquellas naturales o inducidas, directas o indirectas, causadas por otro organismo o grupo de organismos. Más completa aún, es la definición

dada por Jenkins y (1967). Control biológico es cualquier condición bajo la cual se reduce la actividad del nematodo debido a la acción de otros organismos vivos (a excepción del hombre), lo que da como resultado una disminución en la importancia del daño causado por el patógeno. Ambos autores incluyen dentro del control biológico el uso de cultivos trampa, plantas antagónicas (aquellas cuyos exudados radiculares resulten nematicidas o encubran el exudado de la raíz de la planta de interés que normalmente atrae al nematodo), variedades resistentes aunque estas por su importancia generalmente se traten aparte. Hay muchos informes de diferentes especies parasíticas y depredadoras de nematodos, apoyados en algunas evidencias experimentales que hacen pensar en la posibilidad de controlar a las poblaciones de nematodos fitoparásitos al mantener una alta relación de estos enemigos naturales en el suelo (Cepeda, 1996).

### 2.6.5. Control químico

La aplicación de nematicidas es casi la única forma práctica para controlar al nematodo de los nódulos radiculares en cultivos de alto valor como pepino y sandía. 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. Pues, estos 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. Pero puede producir toxicidad en algunos cultivos, aún a las dosis recomendadas. El Carbofuran (Furadan), es un Metil carbamato

que tiene actividad nematicida. Su actividad nematicida es corta 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).

El nematicida Dazomet (Basamid) en formulación granulada se utiliza para el tratamiento en camas y al incorporarlo en el suelo húmedo libera el gas Metil isocianato que elimina a los nematodos. El Fenamifós (Nemacur) granulado es utilizado al momento de la siembra o en cultivos establecidos. El Oxamyl (Vydate) en forma líquida se puede aplicar al suelo o en aspersión al follaje (Gowen *et al.*, 2005).

En California (EUA), para el control de nematodos de cucurbitáceas en preplantación se usa el fumigante 1,3-dicloropropeno (Telone EC y Telone II), la mezcla de 1,3-dicloropropeno/Cloropicrina, Metam Sodio y Ethoprop (Mocap 15 G). En preplantación y plantación se utiliza el Oxamyl (Vydate L) y en postplantación se usa el mismo Oxamyl asperjado al follaje. La primera aplicación se realiza a las 2 – 4 semanas de la siembra y se repite a las 2 – 3 semanas después. Se logran mejores resultados si en preplantación o a la siembra se hacen tratamientos para el control de nematodos (Westerdhal y Becker, 2005; UF/IFAS, 2008).

A medida que los nematocidas han estado siendo retirados del mercado por los riesgos en su manejo y daños al medio ambiente, se vuelve muy importante el desarrollar métodos de combates más económicos y no selectivos, como son los métodos con biocontrol. Las Avermectinas, son agentes insecticidas, acaricidas y nematocidas que han sido aislados de la fermentación de *Streptomyces avermitilis*, un miembro de la familia de los actinomicetos. Abamectina es el nombre común asignado a las avermectinas, una mezcla que contiene 80 por ciento de los homólogos de avermectina B1a y 20 por ciento de B1b que tienen casi igual actividad biológica. La forma de actuar de las avermectinas es bloqueando el neurotransmisor ácido Gama – aminobutírico (GABA) en la unión neuromuscular de insectos y ácaros. La actividad visible, tal como alimentarse o poner huevos, se detiene pronto después de la exposición, aunque la muerte puede no sobrevenir durante varios días (Ware y Whitacre, 2004). Estos metabolitos de lactones macrocíclicos provocan una parálisis irreversible (Chen *et al.*, 2006).

Las Avermectinas son lactones macrocíclicos producidos por *Streptomyces avermitilis*. Abamectina es una mezcla de Avermectinas B (1a) y B(1b), que está siendo utilizada como tratamiento a la semilla para controlar a nematodos parásitos de plantas en algodónero y algunas hortalizas (Faske y Starr, 2006). La abamectina tiene una rápida degradación y su vida media es de 20 – 47 días (Chen *et al.*, 2006).

Las Avermectinas, incluyendo Abamectina, son comúnmente utilizadas para tratar parásitos intestinales en animales domésticos y como acaricidas. Estos materiales también han demostrado la capacidad para suprimir a los nematodos parásitos de plantas en ciertos cultivos agrícolas. Sin embargo, en los últimos años, la Abamectina ha recibido interés como nematocida agrícola en tratamiento a la semilla, un mucho más conveniente método para aplicar nematocidas (Barham *et al.*, 2005).

La Abamectina en tratamiento a la semilla de varios cultivos, proporciona una excelente protección temprana contra el nematodo de los nódulos radiculares y además, el tratamiento a la semilla, indirectamente reduce infestaciones secundarias (Chen *et al.*, 2006).

Avicta (Abamectina) tiene un excelente potencial como tratamiento a la semilla, como componente de una estrategia de manejo integrado de plagas para manejar nematodos de los nódulos radiculares (Driver y Louws, 2006).

Abamectina (Avicta) en tratamiento a la semilla a razón de 0.15 mg/semilla, suprime en algodónero el daño temprano de nematodos en el sistema radicular (Phipps, 2006). En Arkansas estudios con varios tratamientos con Avicta 4.17FS para el control del nematodo de los nódulos radiculares en algodónero, dieron como resultado plántulas más vigorosas en comparación con los tratamientos que incluyeron Temik 15G (Barham *et al.*, 2005).

La Avermectina B (2a) es activa contra el nematodo *Meloidogyne incognita* y se reporta que es de 10 – 30 veces más potente que los nematicidas de contacto al incorporarlos al suelo de 0.16 – 0.25 kg/ha. No es tóxico a tomates o pepinos en dosis superiores a 10 kg/ha (Kim *et al.*, 1997).

Estudios bajo condiciones de invernadero en la India para el manejo de *M. incognita* en tomate con Avermectina al 75 por ciento mediante la inmersión de plántulas, presentaron el máximo de longitud de ramas 38.5 cm, peso fresco de ramas de 23.0 g y rendimiento de fruto con 312.0 g. De igual manera un incremento significativo en longitud de raíz (24.5 cm) y peso fresco de raíces (6.95 g) también fue reportado (Rajedran *et al.*, 2003).

Estudios realizados con Abamectina por Appleman y Hanmer (2003), señalan que plantas de lechuga mostraron de 70 – 80 por ciento de agallamiento a los 45 días después de su germinación. Observaron además, que el índice de agallamiento permaneció en casi cero

después de 41 días con un gran incremento en el día 45. En California (EUA) en semillas de pepino tratados con Avicta, al final de temporada el agallamiento y reproducción del nematodo de los nódulos radiculares fue similar al testigo sin aplicación (Chen *et al.*, 2006).

El tratamiento a semilla de pepino con Avicta presenta los beneficios siguientes: 1) Se utilizan pequeñas cantidades de i.a. por ha. 2) La aplicación se dirige al patógeno. 3) Reducción en costos al incrementar la eficacia operacional. 4) Se reducen los efectos sobre los organismos benéficos. 5) Se reducen los riesgos de resistencia y 6) Es compatible con otras estrategias de manejo integrado de plagas (Chen *et al.*, 2006).

El retrasar la penetración de nematodos durante el altamente sensitivo estado de plántula es a menudo suficiente para el establecimiento de un vigoroso sistema radicular. Tratamiento a la semilla con el nematocida microbiano Abamectina en dosis de 7 – 20 g de i.a. /ha otorga buena protección a plántulas de pepino desarrolladas en suelos infestados con *Meloidogyne incognita*. La longitud de raíz y altura de plantas 3 semanas después de la siembra se incrementaron considerablemente comparadas con el testigo no tratado. Resultaron incrementos en producción arriba del 50 por ciento, y esta ganancia se le atribuye al incremento en número de frutos por planta. La protección de la semilla con Abamectina es una herramienta efectiva para retrasar el daño de *Meloidogyne incognita* y mejorar el desarrollo de plantas en suelos infestados (Becker *et al.*, 2004).

Los investigadores creen que las pérdidas en rendimiento por el nematodo agallador *M. incognita*, ocurre muy temprano en la temporada. Es concebible que la protección de plántulas con Abamectina, podría ser suficiente para evitar pérdidas económicas por nematodos en la producción de melón. En experimentos llevados a cabo en California (EUA), se obtuvo una dramática reducción en agallamiento de raíces y masas de huevos con dosis de 0.1 y 0.3 mg de Abamectina por semilla (CMRAB, 2005). En Carolina del Norte (EUA), al tratar semillas de pepino con Avicta en el 2004 se redujo la severidad del nematodo de los nódulos radiculares por 65 días y su comportamiento fue similar a suelos tratados con Telone II y en el 2005, Avicta redujo la severidad por 27 – 46 días, resultando similar a Telone II. Asimismo, se observó que a los 21 días después de la siembra, el vigor de las plantas y desarrollo del cultivo fue excelente (Driver y Lows, 2006).

## 2.7. Información técnica del producto evaluado.

El producto **Avicta 400 FS**, es un nematocida que tiene como ingrediente activo a la abamectina al 40 por ciento, equivalente a 400 g/lit, en una formulación de solución floable. Actúa a nivel de las terminaciones nerviosas propiamente dichas o en la zona de contacto entre una fibra nerviosa y una fibra muscular. La abamectina estimula la liberación masiva a este nivel, de un compuesto químico el Ácido Gamma Aminobutírico o GABA, el cual cumple con la función de neurotransmisor. La presencia de grandes cantidades de GABA a nivel sináptico conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados en las terminaciones nerviosas, abre el canal de cloro, hiperpolarizan la neurona, lo que produce la interrupción de los impulsos nerviosos del parásito y en consecuencia su muerte por parálisis flácida y eliminación del parásito. Este modo de acción original es propio de las avermectinas, entre ellas la abamectina y la distingue de las otras familias de sustancias antiparasitarias (Chen *et al.*, 2006).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de realización del estudio

El presente estudio se realizó en el interior de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizada en periférico carretera Santa Fé, Mpio.de Torreón, Coah. Para la realización de este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar consistente en 4 tratamientos y 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas con capacidad de 3 kg de suelo, para un total de 24 macetas por tratamiento y completando un total de 96 macetas en los 4 tratamientos con sus 4 repeticiones como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar utilizado para evaluar Abamectina (Avicta 400 FS) aplicado en el tratamiento a semilla de pepino para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en Torreón, Coah., México. 2011.

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

I, II, III, IV = Tratamientos

1, 2, 3, 4 = n: Repeticiones

n = 4

T = 4

Las dosis evaluadas de Abamectina (Avicta 400 FS) utilizadas para la aplicación de los tratamientos se muestran en el cuadro 7. La aplicación del producto Avicta 400 FS se efectuó directamente a la semilla de pepino de la variedad Crusier® por el método de slurry,

para cada uno de los tratamientos a evaluar por separado, excepto el testigo absoluto sin aplicación.

Cuadro 7. Tratamientos y dosis a evaluar en tratamiento de semilla para el control del nematodo agallador del pepino (*Meloidogyne incognita*) en Torreón, Coah., México. 2011.

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

i.a.: ingrediente activo; PF: Producto Formulado

Fuente: Empresa Syngenta

Para iniciar el trabajo de campo el día 27/08/011, se colectó suelo y raíces de arbustos de arrallán o clavo pequeño de los jardines de la UAAAN – UL infestados con nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, ya que el arrallán o clavo pequeño *Phytosporum tobira* es uno de los hospederos importantes para la supervivencia de este nematodo fitoparásito. Se extrajeron 10 submuestras de suelo y raíces, para luego realizar la homogenización de una muestra compuesta.

Después de obtener la muestra compuesta de suelo y raíces de arrallán o clavo pequeño, se tomaron trozos de raíces, las cuales fueron disectadas en el Laboratorio de Parasitología y con la ayuda de un microscopio estereoscópico se determinó la presencia de hembras y huevecillos de *Meloidogyne incognita*, con la finalidad de verificar la viabilidad de los nódulos radiculares. Al observar las raíces de *Phytosporum tobira* extraídas, se detectó una gran cantidad de nódulos radiculares, lo que nos demostró una severa infestación de este nematodo y por ende altas infestaciones de este patógeno en el suelo utilizado para desarrollar las plantas de pepino. Las bolsas de polietileno utilizadas de una capacidad de 3.5 kg se llenaron con 3.0 kg del suelo, actividad que se realizó poco después de colectar las submuestras y obtener la muestra compuesta, para evitar la inanición de los nematodos expuestos al sol y al viento. De los 288 kg de suelo colectado se utilizaron  $\frac{3}{4}$  partes para llenar las macetas de los tratamientos de 1.00, 0.60 y 0.40 ml i.a. de Avicta 400

FS en 1000 semillas (Cuadro 6), mismas que fueron colocadas directamente sobre la tierra en macetas y etiquetadas con sus datos correspondientes y para el testigo se utilizó la otra  $\frac{1}{4}$  parte del suelo restante, mismo que fue esterilizado con pastillas de fosforo de aluminio durante 12 horas para eliminar la presencia de nematodos esto se realizó en el invernadero de horticultura el cual fue facilitado con el mismo fin. Las macetas del testigo absoluto fueron colocadas sobre una tarima para evitar la contaminación de nematodos provenientes del suelo del invernadero el cual se utilizó para realizar el experimento. La siembra se llevó a cabo el día 06/09/11 y está se efectuó con un riego de pre siembra y a tierra venida, se colocaron 2 semillas de la variedad de pepino Crusier® por maceta para garantizar la germinación; a partir de la siembra se aplicó un riego constante a diario para mantener el suelo húmedo. La emergencia de las plántulas se llevó a cabo el día 12/09/11 a 4 días después de la siembra (dds) en un 95 por ciento de las macetas, el otro 5 por ciento se llevó a cabo un día después. A los 3 días después de la emergencia se realizó el aclareo para dejar solamente una plántula por maceta. Las labores culturales se realizaron una vez por semana como el aporque y deshierbes. La fertilización se aplicó el día 27/09/11 y posteriormente de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las plantas. En un lapso de 15 días a partir de la emergencia tuvo efecto el desarrollo vegetativo y la aparición de las guías y el día 02/10/11 el comienzo de la floración. Para el caso del manejo de insectos plaga y hongos fitopatógenos no se aplicó algún insecticida o fungicida por qué no se observaron la presencia y síntomas en las plantas.

A los 30 días posteriores a la siembra tomando en cuenta los días a partir de la emergencia, el día 06/10/11 se realizó la toma de datos de los parámetros para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Las plantas fueron extraídas de las bolsas de plástico y fueron deslavadas con un chorro de agua de la llave a presión, para descubrir completamente el sistema radicular, esta maniobra se realizó con mucho cuidado para no dañar las raicillas más delgadas. Inmediatamente al deslave del suelo, las plantas se colocaron en papel periódico humedecido e introducidas en bolsas de polietileno etiquetadas para ser trasladadas al Laboratorio de Parasitología de la UAAAN UL, para llevar a cabo la medición individual de cada planta, tomando los datos de la longitud de raíz y diámetro de la base del tallo con un vernier, con una báscula electrónica Santorius Modelo QT6100 se tomó el peso de la raíz y el peso del follaje y visualmente se realizó el conteo del número de guías y agallas radiculares (de acuerdo con la escala propuesta por Barker, 1985).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que las plantas de pepino de la variedad Crusier en el presente estudio se desarrollaron en un ambiente con suelo uniformemente infestado con altas densidades del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, en comparación con plantas de lotes comerciales donde la distribución de este nematodo no es uniforme y que de acuerdo a lo señalado por Robinson (2006) los lotes solo pueden sufrir en muchas ocasiones solo un 10 por ciento de infestación. Se obtuvieron los resultados siguientes:

### Vigor de las plantas

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

### Diámetro de la base del tallo.

Al realizar la evaluación del diámetro de la base del tallo de las plantas de pepino (ver cuadro 8 y gráfica 1) después de 30 días a la siembra se observa que el tratamiento 4 (1.00 ml/1000 semillas) con una media de 0.60 cm presentó el mayor diámetro de tallo de plantas, seguido por el tratamiento 3 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.65 cm y 2 (0.40 ml/1000 semillas) con una media de 0.58 cm, que obtuvieron medidas de tallos estadísticamente iguales, el testigo sin aplicación con una media de 0.55 cm otorgó los menores valores de diámetro de tallo, de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey.

De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml/1000 semilla de Abamectina (Avicta 400 FS) concuerdan con la hipótesis. Becker *et al.*, 2004, así como los obtenidos por Morales en melón en 2007 y Marín en melón en 2008 a los 30 días dds.

Cuadro 8. Comparación de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011

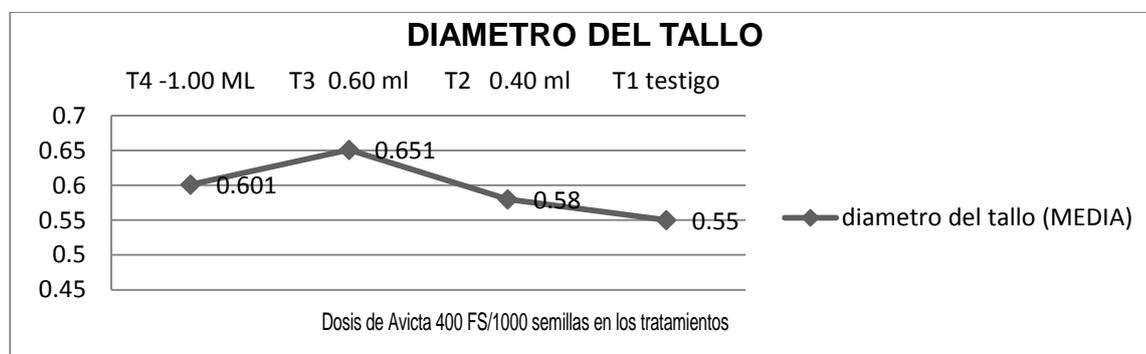
<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis PF en 1000 semillas</b>	<b>en Diámetro del tallo (Media)</b>	<b>Comparación (<math>\alpha=0.05</math>)</b>	
4	1.00 ml	0.6010	A*	
3	0.60 ml	0.6501	A	B
2	0.40 ml	0.5800	A	B
1	Testigo	0.5500	B	

PF: Producto formulado

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

C.V.:4.53

Figura 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011



## Longitud de la raíz

La evaluación de la longitud de la raíz de las plantas del pepino de acuerdo a la prueba de Tukey, demostró que los resultados de los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa como lo podemos observar en el cuadro 9 y gráfica 2. Sin embargo, el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 18.2 cm mostró tener plantas ligeramente más vigorosas que el tratamiento 3 (0.60 ml de dosis de PF/1000 semillas) con una media de 16.5 cm, seguidos del tratamiento 1 (correspondiente al testigo) y el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una longitud radicular media de 13.7 cm.

Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011

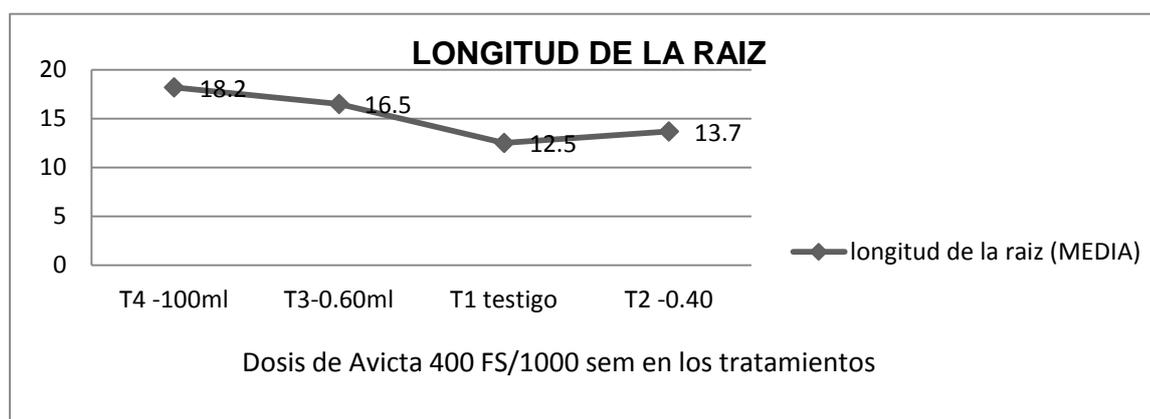
<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis PF en 1000 semillas</i>	<i>Longitud de la raíz (Media)</i>	<i>Comparación (<math>\alpha=0.05</math>)</i>
<b>4</b>	1.00 ml	18.242	A*
<b>3</b>	0.60 ml	16.513	A
<b>1</b>	Testigo	12.555	A
<b>2</b>	0.40 ml	13.700	A

PF: Producto formulado

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

C.V.: 7.4542

Figura 2. Gráfica de medias en la evaluación de la longitud de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011



## Peso radicular

Con respecto a la evaluación del peso radicular, la comparación de medias en la prueba de Tukey (ver cuadro 10 y gráfica 3), nos muestra una diferencia significativa en el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) obteniendo una media de 8.2 g, siendo el tratamiento que mostró más vigor en el peso radicular y seguido del tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media de 5.8 g. Posteriormente se encuentran los tratamientos 1(testigo) y el tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que resultaron estadísticamente iguales con 8.1 g y 5.7 g respectivamente. Becker *et al.*, 2004, así como los obtenidos por Morales en melón en 2007 y Marín en melón en 2008 a los 30 días dds.

Cuadro 10. Comparación de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.

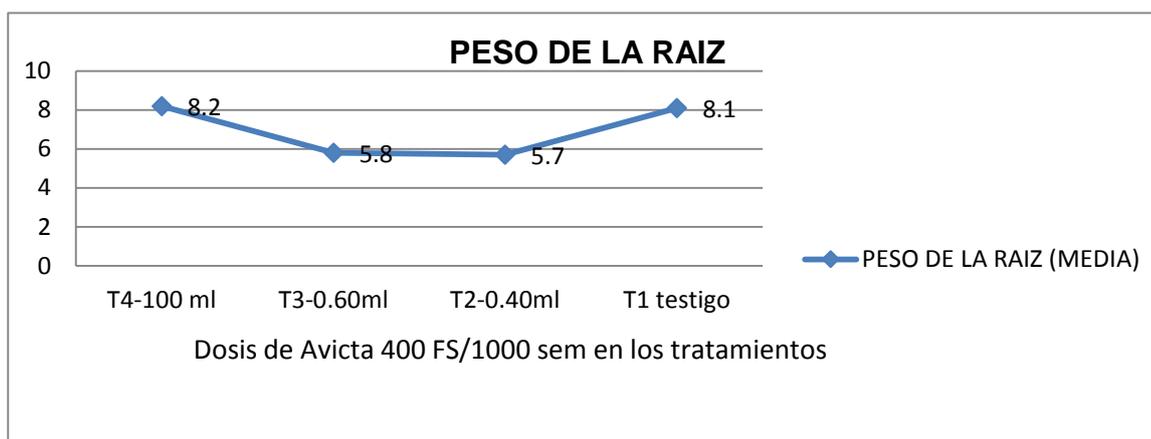
<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis en 1000 semillas</b>	<b>PF 1000 raíz (Media)</b>	<b>Comparación (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
4	1.00 ml	8.2000	A
3	0.60 ml	5.8100	B
2	0.40 ml	5.700	C
1	Testigo	8.100	C

PF: Producto formulado

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

C.V.: 12.1695

Figura 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.



### Número de guías

Al evaluar el número de guías de las plantas de pepino, de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey, los tratamientos 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas), 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) y 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) resultaron estadísticamente iguales (ver cuadro 11 y gráfica 4) y superiores al testigo sin aplicación. Sin embargo, el tratamiento 3 exhibió una diferencia mínima de plantas con el mayor número de guías con una media de 2.5 guías, seguido del tratamiento 4 con una media de 2.0 guías y el tratamiento 2 con una media de 1.95 guías. El tratamiento 1 correspondiente al testigo fue el que menos número de guías obtuvo con una media de 1.54.

La dosis 1.00, 0.60 y 0.40 ml/1000 semillas de Abamectina (Avicta 400 FS) concuerdan con los resultados obtenidos en la hipótesis en pepino a los 21 dds, y por Becker *et al.*, 2004, así como los obtenidos por Morales en 2007 y así como los obtenidos por Marín en 2008 a los 30 días dds.

Cuadro 11. Comparación de medias en la evaluación del número de guías con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.

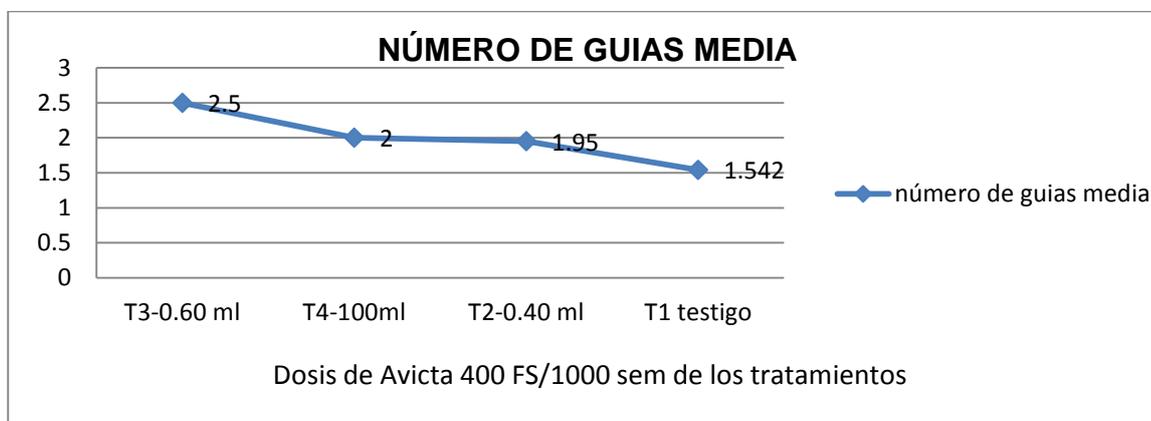
Tratamientos	Dosis	PF	Núm. De	Comparación
	en	1000	guías	( $\alpha=0.05$ )
	semillas		(Media)	
3	0.60 ml		2.5000	A*
4	1.00 ml		2.000	A
2	0.40 ml		1.9500	A
1	Testigo		1.5420	B

PF: Producto formulado

\*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Tukey al 0.05 por ciento

C.V.: 7.9464

Figura 4. Gráfica de medias en la evaluación del número de guías con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.



### Peso del follaje

De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso del follaje de las plantas del pepino son iguales estadísticamente hablando y no existe una diferencia significativa entre tratamientos (ver cuadro 12 y gráfica 5). Sin embargo, es prudente señalar que el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor peso obteniendo una media de 75.020 g, mostrando una diferencia mínima en peso con respecto al tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 69.725 g, seguido del tratamiento 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media de 58.760 g y en último lugar se ubica el tratamiento 1 correspondiente al testigo quien fue el que menor peso del follaje obtuvo con una media de 52.901 g.

Cuadro 12. Comparación de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.

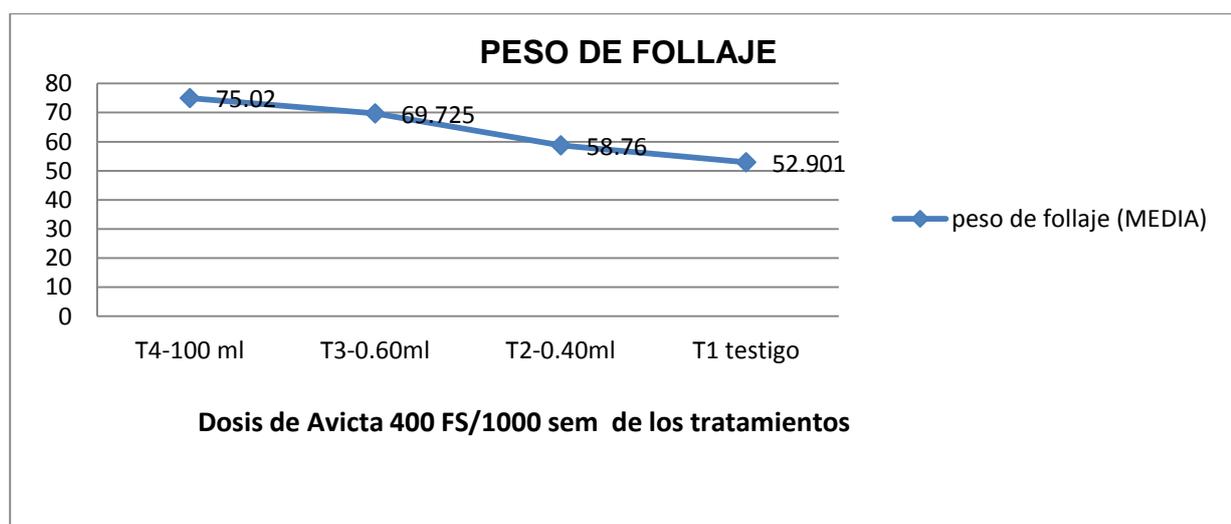
<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis PF en Peso</b>	<b>del Comparación</b>
	<b>1000 semillas</b>	<b>follaje (Media) (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
<b>4</b>	1.00 ml	75.020 A*
<b>3</b>	0.60 ml	69.725 A
<b>2</b>	0.40 ml	58.760 A
<b>1</b>	Testigo	52.901 A

PF: Producto formulado

\*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Tukey al 0.05 por ciento.

C.V.: 17.6289

Figura 5. Gráfica de medias en la evaluación del peso del follaje con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México 2011.



### Índice de agallamiento radicular

Al evaluar el índice de agallamiento de acuerdo a la prueba de Tukey, se muestra que existe una diferencia significativa en el tratamiento 4 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 75.96 agallas radiculares (ver cuadro 13 y gráfica 6), con respecto a los tratamientos 2 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 18.66 agallas radiculares, tratamiento 3 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 17.39 agallas radiculares y el tratamiento 1 (testigo absoluto) con una media de 1.16 agallas radiculares que fueron iguales estadísticamente hablando.

Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS) en 1.00, 0.60 y 0.40 ml/1000 semillas de pepino, presentan mayor índice de agallamiento, concordando con los resultados obtenidos por Appleman y Hanmer (2003) en trabajos realizados en lechuga a los 45 dds y con el agallamiento similar al testigo sin aplicación en pepino obtenidos por Chen *et al.*, 2006.

Cuadro 13. Comparación de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.

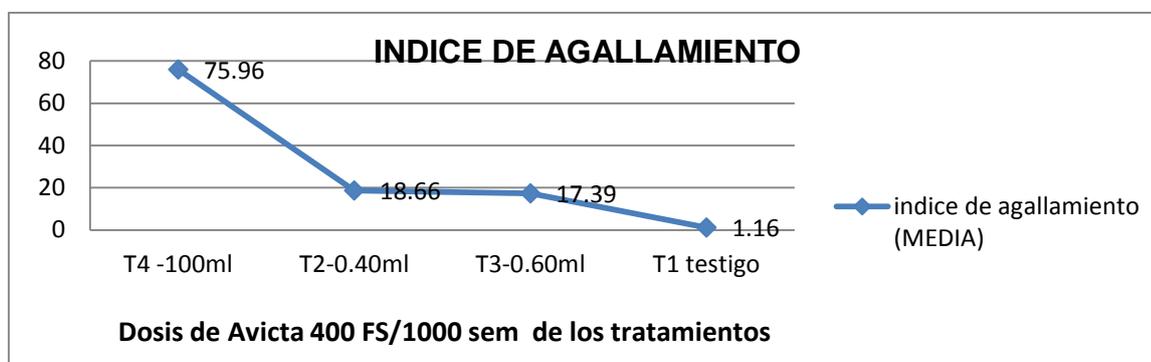
<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis PF en 1000 semillas</b>	<b>Índice de agallamiento (Medias)</b>	<b>de Comparación (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
<b>4</b>	1.00 ml	75.96	A
<b>2</b>	0.40 ml	18.66	B*
<b>3</b>	0.60 ml	17.39	B
<b>1</b>	Testigo	1.16	B

PF: Producto formulado

\*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Tukey al 0.05 por ciento

C.V.: 59.4442

Figura 6. Gráfica de medias en la evaluación del índice de agallamiento con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de pepino en Torreón, Coah., México. 2011.



El sistema utilizado para obtener el índice de agallamiento de acuerdo a la escala propuesta por Barker (1985), está basada en el índice 0 – 10. De acuerdo con lo citado por Barker el índice de agallamiento de los distintos tratamientos quedó de la siguiente manera: el tratamiento 1 correspondiente al testigo absoluto con una media de 1.16 por ciento obtuvo un índice de agallamiento de 0 (sin agallas), el tratamiento 2 con una dosis de 0.40 ml de Abamectina (Avicta 400 FS/1000 semillas) con una media de 18.66 % otorgó un índice de agallamiento de 3 (21 – 30 agallas), el tratamiento 3 con una dosis de 0.60 ml de Abamectina (Avicta 400FS/1000 semillas) con una media de 17.39 por ciento mostró un índice de agallamiento de 2 (11 – 20 agallas) en la escala y el tratamiento 4 con una dosis de 1.00 ml de Abamectina (Avicta 400 FS/1000 semillas) y una media de 75.96 por ciento de agallas presentó el índice de agallamiento más alto correspondiente a 9 (81 – 90 agallas).

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

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

## VI. RECOMENDACIONES

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

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

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

## VII. LITERATURA CITADA

- Appleman, L. y D. Hanmer. 2003. Screening for root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) using lettuce. UW-L Journal of Undergraduate Research VI.3.p.
- Ayoub, S. M. 1997. Plant nematology. A Agricultural. Training Aid. Departament of food and Agriculture. Div. of Plant Industry. Laboratory Services Nematology. Sacramento, California. pp. 39-71.
- Barham, J. D., T. L. Kirkpatrick y R. Bateman. 2005. Field evaluations of Avicta a new seed-treatment nematicide. Summaries of Arkansas Cotton Research 2005. Arkansas Agricultural Experiment Station. Research series 543. pp. 128-134.
- Barker, K. R. 1985. Nematode extraction and bioassays.[en línea]. <http://www.plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Methods/Rkindx.htm>. [fecha de consulta: 04/04/15].
- Bastarrachea F., J. A. Febrero. 2007. Identificación de enfermedades que atacan al cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en la Comarca Lagunera (Ciclo Agrícola, 2006). 51p.
- 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://www.apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp>. [fecha de consulta: 03/04/15].
- Berzoza M., M. 2005. El clima y las enfermedades en las hortalizas. En: Memorias primer foro sobre control integrado de enfermedades en chile y tomate con relevancia en virosis. 5 y 6 de mayo de 2005. Cd. Delicias, Chihuahua. México. p. 74.
- Brust, E. G., W. D. Scout y J.M. Ferris. 2003. Root-knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [en línea]. Purdue University.E-212-W. 3.p. <http://www.72.14.205.104/search?q=cache:http://www.entm.purdue.edu/Entomology.com> [fecha de consulta: 03/04/15]
- Bruton, B., J. Amador y M. E. Miller. 2004. Atlas Of Soilborne Diseases of Melons. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A&M University System. College Station, Texas. B-1595. p.12.
- CMRAB (California pepino Research Advisory Board's 2005 Strategy). [en línea]. [http://www.epa.gov/oppbopd1/pepp/strategies\\_2005\\_cmrab05.htm](http://www.epa.gov/oppbopd1/pepp/strategies_2005_cmrab05.htm). [fecha de consulta: 03/04/15].

Claridades Agropecuarias, 2000; Islas, 1992; SARH, 1992).

CMRAB (California pepino Research Advisory Board's 2006 Strategy). 2006. [en línea]. <http://www.epa.gov/pesp/strategies/2006/cmraab.htm> [fecha de consulta: 04/04/15].

CAEVA (Campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán). 1986. Análisis Técnico y Socioeconómico de pepino, Mango, Plátano, y Limón en el Valle de Apatzingán, CIAPAC-INIFAP. Apatzingán, Mich., México. pp. 23-43.

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

Chen, X., S. Muller y J. O. Becker. 2006. Improved Plant Protection Against Root-Knot Nematodes by Combining Biological Control and Biorationals Approaches. [en línea]. University of California. Riverside, Ca. <http://www.mbao.org/2006/06PowerPoints/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20%Biorationals/Becker.pdf>. [fecha de consulta: 05/04/15].

Chew M., J. I., y F. Jiménez, D. 2002. El pepino: Tecnología de su Producción y Comercialización. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coahuila. pp. 161-185.

Chew M., J. I., y F. Jiménez, D. 2002. Enfermedades del pepino. En: En pepino: Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. pp. 161-195. Claridades Agropecuarias. 2005. El pepino Núm. 84: pp. 1-22.

Cid del Prado V., I., A. Tovar, S. y J. Alfonsina. 2001. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 19 (1):32-38.

De Candolle A., 1967. Origen de las Plantas Cultivadas. Harfner Publishing Co. USA. pp. 261- 262.

Driver, J. G., y F. L. Louws. 2006. Effects of seed treatment to manage nematodes as an alternative to methyl bromide on cantaloupe. [en línea]. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. Raleigh, N.C. <http://mbao.org/2006/06PowerPoints/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20%Biorationals/Driver.pdf>. [fecha de consulta: 04/10/15].

El Siglo de Torreón. 2011. Resumen Agrícola de la Región Lagunera durante 2011. p. 24

Espinoza A., J. J. 1983. Producción y Comercialización del pepino en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 85.

Espinoza A., J. J. 1998. México-U.S.- Caribbean nations pepino trade: A simulation análisis of economic forces y government polices. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University. p .4.

Espinoza A., J. J. 2000. Competencia entre México y Países de América Central en los Mercados Estadounidenses de Pepino y Sandía. Revista Información Técnica Económica Agraria (ITEA), Vol. 96. Zaragoza, España. pp. 173-184.

Faske, T. R. y J. L. Starr. 2006. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectin. [en línea]. INIST-CNRS. [http://cat.inist.fr\\_aModele=afficheN&cpsidt=18114435.htm](http://cat.inist.fr_aModele=afficheN&cpsidt=18114435.htm). [fecha de consulta: 15/10/15].

Fu J., G. 2002. Tendencia del Mercado de Pepino de los Estados Unidos. Conferencia Dictada en el X Congreso de Productores y Exportadores de Pepino y Sandía de Centroamérica, Panamá, México y el Caribe. Cámara Nacional de Productores y Exportadores de pepino y Sandía de Costa Rica. San José, Costa Rica. 31 de Julio, 1 y 2 de Agosto, 2002. pp. 13-21.

Guzmán G., B. 2007. Identificación de las especies de *Meloidogyne* spp que infectan pepino, chile y tomate en La Comarca Lagunera mediante observación de las características morfológicas. Tesis Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. UAAAN-UL. Torreón, Coah. pp.1-37.

Gowen, S. R., T.K. Ruabete and J. G. Wright. 2005. Root-Knot Nematodes. Plant Protection Service. Secretariat of The Pacific Community. Pest Advisory Leaflet N° 09. pp. 1-4.

Greco N. 2006. Alternatives to Methyl Bromide to control plant parasitic nematodes in greenhouses. [en línea]. Instituto di Nematologia Agraria. Bari, Italia. [http://www.miniagric\\_gr/greek/data/files2251/GRECO1.DOC](http://www.miniagric_gr/greek/data/files2251/GRECO1.DOC). [fecha de consulta: 22/10/15].

Islas E., M. 1992. Posibilidades de Exportación del Pepino Mexicano a Japón. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Economía Agrícola. Chapingo. México. p. 167.

- INFOAGRO. (INFORMACION AGRICOLA). 2007. El cultivo del pepino [en línea]. [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/pepino.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/pepino.htm) [fecha de consulta: 25/10/15].
- Jacobsen B. 2003. La iniciativa de Manejo Integrado de Plagas del USDA. Universidad de Minnesota. [en Línea]. [http://www.pmworld.Umn-edu/cancelado/spchapters/Jacobsen\\_sp.htm](http://www.pmworld.Umn-edu/cancelado/spchapters/Jacobsen_sp.htm). [fecha de consulta: 26/10/15].
- Jiménez D., F. 1996. Maleza hospedera de virus, fluctuación poblacional de vectores y su relación con enfermedades virales del pepino (*Cucumis sativus* L.) en la Comarca Lagunera. México. Revista Mexicana de Fitopatología. No 14. pp. 31-37.
- Jenkins, W. R., y D. P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation . New York- Amsterdam-London. Pp.102-105.
- Kim, L., J. S. Feitelson., J. Harvey y P.S. Zorner. 1997. Materials and methods for controlling nematodes. [en línea]. <http://www.materials&methodscontrolnemasAvermectin.htm>. [fecha de consulta: 27/10/15].
- Maluf, W. R., S. M. Azevedo., L. A. A. Gómez y A. C. Barneche. 2002. Inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. [en línea]. Genet. Mol. Res. 1(1):64-71. [http://www.funpeerp.com.br/gmr/year2002/vol1-1/gmr0008\\_full\\_text.htm](http://www.funpeerp.com.br/gmr/year2002/vol1-1/gmr0008_full_text.htm). [fecha de consulta: 30/10/15].
- Mai, W. F., y H. H. Lyon. 1975. Pictorial key to general of plant-parasitic nematodes. Fourth Edition. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp 64-65
- Marín R., L. 2008. Control de nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* en el cultivo de pepino en la Comarca Lagunera. Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coah., México. pp. 16 – 30.
- Marco M., H., 1969. El pepino: Economía, producción y comercialización. Editorial Acribia. España. pp. 42-64.
- Morales M., A., 2007. Control de nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* en el cultivo de pepino en la Comarca Lagunera de Durango. Tesis

profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coah., México. pp. 51 – 61.

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.

Phipps, P. M., 2006. Disease Control. 2006 Virginia Cotton Production Guide. [en línea]. <http://www.ext.vt.edu/pubs/cotton/424-300-06/diseasecontrol.pdf>. [fecha de consulta: 31/10/15].

Rajedran, G. S., J. Ramakrishnan and J. Jayakuman. November 2003. Avermectin, a novel nematocide for root-knot nematode control in tomato. Proceedings of National Symposium of Biodiversity and management of Nematodes in Cropping Systems for Sustainable Agriculture. Jaipur, India.

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

FIAV (Fundación para la Investigación Agrícola). Enfermedades Causadas por Nematodos. DANAC- Venezuela. [en Línea]. <http://www.danac.org.ve/indice/enfermedades.php?letra=X&listado=t&ps=9.htm>. [fecha de consulta: 2/11/15]

Rex V., C. 1969. El mercado de Frutas y Legumbres Mexicanas en Estados Unidos y Canadá. Banco Nacional de Comercio Exterior. Revista Comercio Exterior, Vol. 19. México. pp. 225-232.

Robinson, Elton. February 2006. Gall mapping root-knot nematode variation. [en línea]. Delta Farm Press. [http://deltafarmpress.com\\_news/060223-gall-mapping/.htm](http://deltafarmpress.com_news/060223-gall-mapping/.htm). [fecha de consulta: 10/11/15].

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

Sabori P., R. 1995. Efectos de la Fertilización con K y P en Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.). *In*: VI Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencia Hortícola A. C., Hermosillo, Sonora. p. 69.

- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1992. Estrategia Nacional de Mediano Plazo (1992-1999) de desarrollo y Promoción de Exportaciones de pepino; Datos Básicos para su Elaboración. México, D. F. p. 36.
- Santiago G., J. C. 2006. Manejo Integrado de Nematodos Fitoparásitos cosmopolitas (Gemmar) en el cultivo de plátano. [en línea]. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez.  
<http://www.grad.uprm.edu/tesis/santiagogonzalez.pdf>. [fecha de consulta: 14/11/15].
- SIAP (Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2002. SIACON 1980-200. SAGARPA, México. Página Web: <http://www.siea.sagarpa.gob.com>. [fecha de consulta: 15/11/15]
- Sitterly, W. R. 1972. Breeding for resistance in cucurbits. Annual Rev. of Phytopathology, 10: pp. 471-490.
- Stirling, G., J. Nicol y F. Reay. 2002. Advisory services for nematode pests. Operational Guidelines. Rural Industries Research & Development Corporation. Protection Pty. Ltd. RIRDC. Publication N° 99/41. p.p.1 – 103.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. [en línea].  
<http://www.sagarpa.gob.com> [fecha de consulta: 04/04/15].
- Tamaro D. 1974. Manual de Horticultura. 7 ed. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, España. pp. 56-70.
- Tang, B., G.W. Lawrence., R. G. Creech., J. N. Jenkins y J. C. McCarty, Jr. April 1994. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* in cotton roots. Mississippi Agricultural & Forestry Station. Mississippi State University. Technical Bulletin 195. pp. 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., y 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. p. 111.

Turini, T. y A. Ploeg. 2004. Imperial Agricultural Briefs. Cooperative Extension University of California. p. 9.

UCDa (University of California Davis), 2006. [en línea]. Control de Nematodos. . <http://www.plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxamnus/G076mnu.htm>. [fecha de consulta: 18/11/15].

UCDb (University of California Davis). [en línea]. 2006. *Meloidogyne incognita*, Taxonomy, Common Name, Disease. <http://www.ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemap/ENT156HTML/nemas/meloidogyneincognita>. [fecha de consulta: 20/11/15].

UF/IFAS (University of Florida and Institute of Food y Agricultural Sciences) 2008. Management Integrated of Nematodes [en línea]. <http://www.translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://edis.ifas.ufl.edu/NG032&sa=X&oi=translate&resnum=2&ct=result&prev=/search%3Fq%3DManagement%2Bintegrated%2Bnematodes%26hl%3Des>. [fecha de consulta: 21/11/15].

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

US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). Manejo Integrado de Plagas (IPM). 2008. [en línea]. <http://www.translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%3Fq%3DDefinition%2BManagement%2Bintegrated%2Bof%2Bpest%26hl%3Des>. [Fecha de consulta: 04/04/15].

Valadéz L., A. 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa, México. pp. 78-91.

Ware, G. W., y D. M. Whitacre. June 2004. Radcliffe's IPM World Textbook. An Introduction to Insecticides. [En línea]. 4<sup>th</sup> Edition. University of Minnesota. <http://www.ipmworld.umn.edu/Cancelado/spchapters/w&winseetSP.htm>. [Fecha de consulta: 25/11/15].

Westerdahl, B. B. y J. O. Becker. 2005. Cucurbits nematodes. University of California. UC ANR. Publication. 3445.

Wikipedia. 2011 Cucumber [en línea]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis\\_sativus](https://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis_sativus) [fecha de consulta: 22/10/15].

Whitaker, T. y G. Davis, 1962. Cucurbits: Botany, cultivation y utilization. Ed. Interscience Publishers. New York USA. pp. 1-192.

Zapata M., P. Cabrera, S. Bañon y P. Rooth. 1989. El pepino. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España. pp. 23-27.