

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de abamectina, en el tratamiento a semilla de calabacita *Cucurbita pepo* (L.H. Bailey) para el control del nemátodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood.

POR

ANGEL AVILÉS MORALES

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

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:



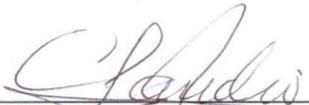
Ph.D. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL:



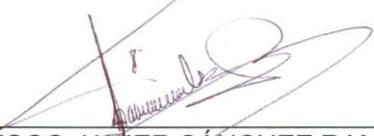
M.C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE:



M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de abamectina, en el tratamiento a semilla de calabacita *Cucurbita pepo* (L.H. Bailey) para el control del nemátodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood.

POR

ANGEL AVILÉS MORALES

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



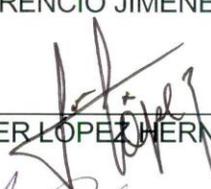
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR:



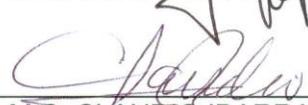
Ph.D. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

ASESOR:



M.C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE:



M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

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 y a mi madre Teresa de Jesús Morales Hernández por estar conmigo siempre apoyándome y confiar en mí. ¡Los quiero mucho! ¡Gracias por todo!

A MIS HERMANOS

A mis hermanos Iván, Diego, Jesús Daniel y mi hermana Ariana Amaris, siempre han sido unos excelentes hermanos. ¡Gracias por estar conmigo!

A MIS MAESTROS

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

¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!

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 MIS SINODALES

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

¡A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS POR TODO!

RESUMEN

En la República Mexicana las principales cucurbitáceas son la calabacita (*Cucurbita* spp.), melón (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y la sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf]. En México el cultivo y consumo de la calabaza es muy popular, atribuible a la variedad de tipos criollos que existen en las diferentes regiones del país. Una de las plagas más destructivas de las cucurbitáceas 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. 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. 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 calabacita. El tratamiento y aplicación de Abamectina se dirigió a la semilla de calabacita, 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 por tratamiento; cada uno de los 6 bloques constó de 16 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. 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 el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizado en el Ejido San Antonio de los Bravos, Mpio. de Torreón, Coah., que de acuerdo al GPS Street Pilot™ Garmin, se encuentra ubicado geográficamente a los 25° 33' 367" de latitud norte, 103° 22' 498" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1107 m. 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 calabacita, ofrecieron resultados estadísticos similares en el desarrollo de diámetro de la base del tallo, peso radicular, altura de la planta, peso del follaje e índice de agallamiento 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 calabacita, 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: *Meloidogyne incognita*, Abamectina, *Cucurbita pepo*, Nódulos, cucurbitáceas.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Características generales de la calabacita	4
2.1.1. Origen	4
2.1.2. Clasificación taxonómica	4
2.1.3. Distribución geográfica	5
2.1.4. Especies cultivadas	5
2.1.5. Importancia de su cultivo	6
2.1.6. Características morfológicas de la calabacita	7
2.2. Importancia de la calabacita en México	7
2.2.1. Superficie sembrada	8
2.2.2. Producción	9
2.2.3. Consumo	11
2.2.4. Comercialización	11
2.2.5. Exportación	12
2.3. Importancia de la calabacita de la Comarca Lagunera	13
2.4. Problemas fitosanitarios de la calabacita	14
2.4.1. Artrópodos plaga de la calabacita	14
2.4.2. Enfermedades causadas por hongos	14
2.4.3. Enfermedades causadas por virus	15
2.4.4. Enfermedades causadas por nematodos e historia	15
2.5. Taxonomía, morfología, biología, hábitos y daño de <i>Meloidogyne</i> spp	17
2.5.1. Ubicación taxonómica	17
2.5.2. Características morfológicas	17
2.5.3. Hospedantes	19
2.5.4. Ciclo de vida	20
2.5.5. Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp y su relación con daños	22
2.5.5.1. Síntomas causados por <i>Meloidogyne</i>	23
Índice de agallamiento	25
2.5.5.2. Efectos de la infección de <i>Meloidogyne</i> sobre el desarrollo de la planta	26
Efectos físicos	26
Efectos fisiológicos	26
Predisposición	26

2.5.5.3. Interacción hospedero-parásito	27
2.6. Manejo integrado de nematodos	29
2.6.1. Control cultural	30
2.6.1.1. Barbecho	31
2.6.1.2. Inundación	32
2.6.1.3. Solarización	32
2.6.2. Rotación de cultivos	32
2.6.3. Variedades resistentes	34
2.6.4. Control biológico	34
2.6.5. Control químico	35
2.7. Información técnica del producto evaluado	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. Lugar de realización del estudio	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
Vigor de las plantas	47
Diámetro de la base del tallo	48
Altura de la planta	49
Peso radicular	51
Peso del follaje	52
Índice de agallamiento radicular	54
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	57
VII. LITERATURA CITADA	58

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Producción de calabaza (de cualquier tipo) por países	8
Cuadro 2. Producción de calabacita en México	10
Cuadro 3. Superficie Sembrada y Producción de Calabacita en México	10
Cuadro 4. Importaciones Estadunidenses de calabacita proveniente de México	12
Cuadro 5. Resumen de la producción de calabacita en la Comarca Lagunera	13
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 calabacita para el control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en Torreón, Coah., México. 2011.	43
Cuadro 7. Tratamientos y dosis a evaluar en tratamiento de semilla de calabacita para el control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en Torreón, Coah., México. 2011.	44
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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011	48
Cuadro 9. Comparación de medias en la evaluación de la altura de la planta con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	50
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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	51
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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	53
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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Gráfica 1. Gráfica de medias en la evaluación del diámetro del tallo con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla de calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	49
Gráfica 2. Gráfica de medias en la evaluación de altura de la planta con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	50
Gráfica 3. Gráfica de medias en la evaluación del peso de la raíz con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	52
Gráfica 4. 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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	53
Gráfica 5. 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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.	55

I. INTRODUCCIÓN

La calabaza es quizá uno de los cultivos cuya presencia a lo largo de la historia de los pueblos americanos la han convertido no sólo en un alimento tradicional, sino también en un elemento cultural. En México el cultivo y consumo de la calabaza es muy popular, atribuible a la variedad de tipos criollos que existen en las diferentes regiones del país. La importancia de la calabaza se debe a su contenido de sustancias nutritivas y a las cualidades gustativas de su fruto (Villanueva, 2007); las semillas son muy ricas en grasas, proteínas y albúminas (Guenkov, 1974).

Como cualquier otro cultivo, las calabacitas son afectadas por plagas y enfermedades que, disminuyen su rendimiento y calidad de los frutos. Entre las principales enfermedades fungosas se encuentra el tizón de las cucurbitáceas *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everh.), mildiú *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.), cenicilla *Erysiphe cichoracearum* (D.C.) y oidiopsis *Leveillula taurica* (Arnaud), antracnosis *Colletotrichum lagenarium* (Ell. & Halsted), pudrición radical y marchitez *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, ahogamiento y pudrición de la raíz *Pythium* spp, marchitez *Fusarium oxysporum* (Schltdl) y pudrición de raíz y cuello *Rhizoctonia solani* (J.G.KÜHN). Las bacterias que provocan daños al cultivo son las especies *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans* (Smith and Bryan), responsable de la mancha angular; *Xanthomonas campestris* pv. *Cucurbitae* (Bryan), responsable de la pudrición bacteriana de los frutos de calabaza; *Erwinia tracheiphila* (Winslow et al), responsable del marchitamiento bacteriano (Blancard et al., 1991).

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* (Burgess), 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), diabrótica *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) y *D. balteata* (LeConte), pulgón del melón *Aphis gossypii* (Glover) y araña roja *Tetranychus* spp (Ramírez *et al.*, 2002).

Los nematodos son de gran importancia, pero debido a que habitan en el suelo, se encuentran entre las plagas que requieren métodos de laboratorio para su diagnóstico e identificación. Los nematodos parásitos de plantas causan, cada año, una pérdida estimada de 14% en cultivos de hortalizas y frutales económicamente importantes en los Estados Unidos de América (Appleman y Hanmer, 2003).

De los nematodos fitoparásitos el género *Meloidogyne*, conocido como nematodo agallador o nodulador, es el que más daño causa en hortalizas y se encuentra ampliamente distribuido en las regiones hortícolas de México y en el mundo (Cepeda, 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).

1.1. Objetivo:

Evaluar la eficacia biológica de 3 dosis de Abamectina, en tratamiento a semillas de calabacita cultivadas en macetas, para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White).

1.2. Hipótesis:

La semilla de calabacita 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 dds, dando lugar a plantas más vigorosas.

II. Revisión de literatura

2.1 características generales de la calabacita

2.1.1 Origen

El origen del calabacín no está del todo claro, por una parte parece ser que procede de Asia. Su nombre aparece entre las hortalizas citadas por egipcios y existen pruebas de que también eran conocidos por los romanos. Otras fuentes atribuyen su origen a la América precolombina, concretamente en la zona de México; siendo una de las especies que introdujeron los españoles en Europa, durante la época del descubrimiento. Dentro de la especie *Cucurbita pepo* (L.H. Bailey) se distinguen dos subespecies, la subsp. *ovifera* y la subsp. *pepo*, el calabacín pertenece a esta última. El grupo de los calabacines fue seleccionado a partir del tipo "cocozele" en el sur de Europa, extendiéndose posteriormente a todas las regiones templadas del mundo (infoagro, 2010).

2.1.2 Clasificación taxonómica de la calabacita

REINO :Plantae
DIVISIÓN :Magnoliophyta
CLASE :Magnoliopsida
ORDEN :Violales
FAMILIA :Cucurbitaceae
GÉNERO :*Cucurbita* L., 1753
ESPECIE :*pepo* L., 1753
SUBESPECIE :*pepo* NA

2.1.3. Distribución geográfica

Es difícil obtener datos de superficie y producción de calabacín por países productores, ya que la mayor parte de ellos incluyen en las estadísticas oficiales calabazas y calabacines conjuntamente. Los principales países productores en el año 2002 son China (4,095,838 toneladas), India (3.500.000 toneladas), Ucrania (915.000 toneladas), Estados Unidos (750.000) y Egipto (706.829 toneladas), ocupando España la décimo primera posición con 300.000 toneladas de la producción mundial y una superficie cultivadas de 7.000 hectáreas. No obstante, en España casi el 90% de esta producción total corresponde a calabacín, siendo el tercer productor entre los países del mediterráneo, detrás de Italia (430.000 toneladas) y Turquía (340.000). La producción española ha experimentado un incremento, paralelo al incremento en los rendimientos medios, debido fundamentalmente a la mayor importancia relativa del cultivo bajo plástico (Infoagro, 2010).

2.1.4. Especies cultivadas

El género *Cucurbita* es uno de los más importantes, cuenta con 27 especies. Las especies de este género forman el grupo conocido como calabazas, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. pepo* L. (calabaza de india), *C. ficifolia* Bouché (chilacayote), *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret (calabaza de castilla); *C. maxima* Duchesne ex Lam (calabaza kabosha) y *C. argyrosperma* Huber (calabaza pipiana), son importantes desde el punto de vista económico, nutricional y cultural tanto a nivel nacional como mundial. Las partes

alimenticias van desde los frutos inmaduros, maduros, semillas, flores y algunas partes vegetativas. Además del uso alimenticio, las calabazas se pueden emplear con fines industriales, comerciales, medicinales y tradicionales como recipientes para artesanía (Lira, 1995; Villanueva, 2007).

2.1.5 Importancia del 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] (Espinoza, 1998).

Entre los años de 1996 a 2009, la producción de calabacita se incrementó en 19%, de 391,326 toneladas a 464,096 toneladas. Fue precisamente en el año 2009 en que se alcanzó la mayor producción de calabacita en nuestro país, con una superficie sembrada de 26,318 hectáreas y una superficie cosechada de 25,841 hectáreas. En lo referente al comercio de calabacita entre México y Estados Unidos, podemos mencionar que durante los últimos años el 95% de las importaciones estadounidenses de calabacita han tenido como origen a nuestro país. El precio de la calabacita se incrementó 74% entre el año 1996 y 2009, de \$2,219 a \$3,859 la tonelada. El punto más alto que alcanzó en este periodo fue de \$3,896 en el año 2008, el cual disminuyó un 1% para 2009 (Financiera rural, 2011).

2.1.6. Características morfológicas de la calabacita

Es una planta herbácea, anual, monoica (con flores masculinas y femeninas separadas), erecta y también puede ser rastrera; los tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo (hasta antes del tercer corte de frutos) y después se tornan rastreros; son angulares, cinco bordes o filos, cubiertos de vellos; las hojas se sostienen por medio de pecíolos (tallos de las hojas) largos y huecos. Las flores masculinas siempre aparecen primero, tienen tallo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que tienen tallo corto. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado. El fruto se consume todavía inmaduro, y por lo general es de color verde claro, aunque existen calabacitas para consumo fresco de color verde oscuro que alcanzan una longitud de 12 a 15 cm, las semillas son generalmente de color blanco, crema o ligeramente café (SIAP, 2011).

2.2. Importancia de la calabacita en México

México ha mostrado un comportamiento creciente en lo que respecta a la superficie sembrada y la producción tanto para la semilla de calabaza como calabaza y calabacita, lo que demuestra la confianza del productor en los beneficios del cultivo y en la demanda de los mercados. Se deben encausar mayores esfuerzos en este producto que representa una oportunidad para México, sobre todo en el cultivo que ha mostrado más dinamismo que es el de la calabaza tierna o calabacita, así como perfeccionar los niveles de productividad para lograr un mejor posicionamiento en el mercado internacional aprovechando que, de acuerdo a la

FAO, México es uno de los principales países proveedores mundiales de esta hortaliza. (Financiera rural, 2011).

2.2.1. Superficie sembrada

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo. *C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el 2011 se sembraron en la modalidad de riego y temporal una superficie total de 29,591.57 ha. Con un rendimiento promedio de 16.15 ton ha (SAGARPA, 2011).

Cuadro 1. Producción de calabaza (de cualquier tipo) por países (SAGARPA, 2011).

Países	Producción (INT \$1000)	Producción (MT)
China	1,004,454	5,757,700
India	616,770	3,500,000
Ucrania	188,980	1,072,000
Estados Unidos	141,727	804,260
Egipto	121,592	690,000
México	98,683	560,000
Cuba	91,634	520,000
Italia	89,091	505,568
Irán	88,991	505,000
Sudáfrica	66,748	378,776

La superficie sembrada de calabacita en la comarca lagunera ha presentado poca fluctuación, registrando en el 2011 una superficie de 5 ha en el ciclo primavera verano dando una producción de 35 ton con un valor de \$35,000 (El siglo de Torreón, 2011).

2.2.2. Producción

En 2009 se tuvo la siguiente distribución de la producción de calabaza tierna o calabacita: calabacita italiana (zucchini) 92.49%, calabacita criolla 6.23%, calabacita orgánica 0.16%, calabacita de invernadero 0.01%, y calabacita sin clasificar 1.11%. Entre los años de 1996 a 2009, la producción de calabacita se incrementó en 19%, de 391,326 toneladas a 464,096 toneladas. Fue precisamente en el año 2009 en que se alcanzó la mayor producción de calabacita en nuestro país, con una superficie sembrada de 26,318 hectáreas y una superficie cosechada de 25,841 hectáreas (Financiera rural, 2011).

Como podemos ver en la siguiente tabla, se observan a los principales estados en cuanto a la producción de calabacita en el año de 2012 el cual se reportó en base a toneladas (SIAP, 2013).

Cuadro 2. Producción de calabacita en México (SIAP, 20013).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
SONORA	5,612.00	3,768.00	78,522.49	20.84	4,541.46	356,606.37
SINALOA	5,217.90	2,189.50	37,304.42	17.04	3,895.41	145,316.12
PUEBLA	4,583.30	4,401.46	53,068.22	12.06	5,404.79	286,822.35
HIDALGO	2,306.00	2,051.00	21,359.55	10.41	5,263.63	112,428.86
MICHOACAN	1,807.00	1,807.00	36,032.72	19.94	4,008.80	144,448.12
MORELOS	1,150.00	1,150.00	17,467.66	15.19	5,879.35	102,698.54
MEXICO	1,084.80	1,079.55	14,554.31	13.48	4,677.92	68,083.90

Cuadro 3. Superficie Sembrada y Producción de Calabacita en México (SIAP, 2011).

Año	Producción ^{/1}	Superficie ^{/2}		Rendimiento ^{/3}			Precio Medio Rural ^{/4}	Valor Producción ^{/5}
		Sem- brada	Cose- chada	Riego (R)	Temporal (T)	R + T		
2005	425.3	29.7	29.0	14.7	14.0	14.6	3,295.0	1,401.3
2006	429.8	33.0	31.1	14.8	9.5	13.8	3,539.6	1,521.3
2007	444.8	31.7	30.7	15.7	9.6	14.5	3,690.2	1,641.5
2008	430.6	27.7	26.8	16.6	10.7	16.1	3,896.1	1,677.6
2009	464.1	26.3	25.8	18.4	12.0	18.0	3,859.3	1,791.1

/1 Miles de Ton. /2 Miles de Ha. /3 Ton/Ha. /4 Pesos por Ton. /5 Miles de Pesos.

2.2.3. Consumo

En la actualidad el uso y consumo de las diversas especies de la calabaza son muy amplios. Bien pueden servir como parte de algún platillo o también como uso forrajero, sobre todo en la explotación avícola, bovina e incluso equina. Del fruto, además de utilizarse la pulpa, se aprovecha la semilla, a la que se le pueden dar dos usos: la extracción de aceite o en la elaboración de botanas comúnmente llamadas pepitas. De la planta, también se puede utilizar para consumo humano la flor, que forma parte de una amplia variedad de platillos tradicionales de nuestro país (Claridades agropecuarias, 1999).

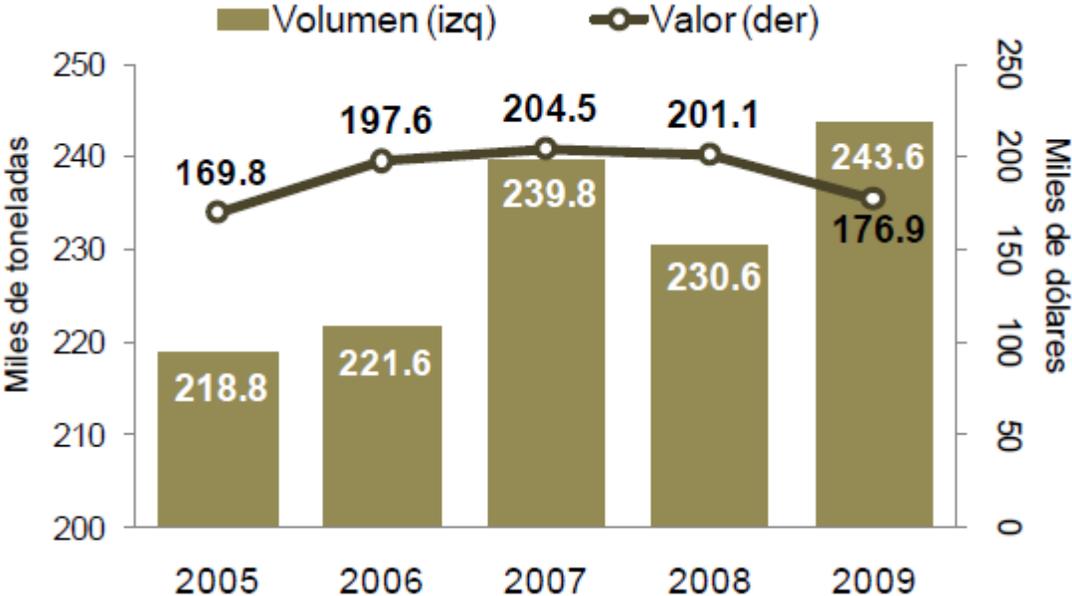
2.2.4. Comercialización

El mercado nacional sigue siendo un importante consumidor de las diferentes especies de calabaza tierna y dura que se producen en nuestro país. Si consideramos tan sólo a los tres tipos que hemos mencionado, y de los cuales contamos con datos estadísticos, puede afirmarse que durante el periodo de 1970-1997 el mercado local absorbió en promedio el 45% de la producción. Esta importante participación de la demanda interna es uno de los factores que han influido en el dinamismo que el sector hortalizas ha tenido y particularmente en el de los diversos tipos de calabaza. El comercio de los diversos tipos de calabaza que se producen en nuestro país, se da fundamentalmente en fresco, es decir, hay una escasa relación con la agroindustria, con excepción de las pepitas para botana y la elaboración de dulces regionales. Dentro de las variedades de cucurbita a las que

hemos hecho referencia, la calabacita es, sin duda alguna, la que mayor presencia tiene en el mercado. Estimaciones de 1977 indicaban que el consumo *per-cápita* se ubicaba en 0.850 kilogramos por habitante. Posteriormente, en 1981 se incrementó a 1.865 kilogramos, mientras que en 1982, volvió a disminuir a 0.833 kilogramos por habitante. En la actualidad, se estima que el consumo *per-cápita* de cucurbita en general estimado en 1.96 kilogramos por habitante, 1.45 kilogramos correspondieron a calabacita (Claridades agropecuarias, 1999).

2.2.5. Exportación

Cuadro 4. Importaciones Estadunidenses de calabacita proveniente de México, (SIAP, 2011).



Se aprecia en el gráfico que a pesar de que han aumentado los volúmenes de exportación el valor ha caído. En 2005 la calabacita importada por Estados

Unidos tuvo un valor de 776 dólares por tonelada y un año después alcanzó un valor de 892 dólares por tonelada. Mientras que en 2009 dicho valor fue de tan solo 726. Es decir, cayó el 6% con respecto a 2005 y el 19% con respecto a 2006 (SIAP, 2011).

2.3. Importancia de calabacita de la Comarca Lagunera

La superficie sembrada en la Comarca Lagunera ha presentado gran variación a través de los últimos años, registrando una superficie de 2 has en el ciclo agrícola otoño-invierno 2007, que se incrementó a 28 has en el mismo ciclo del 2008, observándose un aumento considerable en el valor total de la producción del cultivo (SIAP, 2013).

Cuadro 5. Resumen de la producción de calabacita en la Comarca Lagunera (SIAP, 2013).

AÑO	Superficie (ha)		PRODUCCIÓN (Ton)	RENDIMIENTO Obtenido (ton/ha)
	Sembradas	Cosechadas		
2008	28	28	180	6.429
2009	24	24		
2010	24	24	76	3.167
2011	5	5	35	5
2012	13	13		

2.4. Problemas fitosanitarios de la calabacita

2.4.1. Artrópodos plaga de la calabacita

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo de la calabacita desde la siembra, desarrollo vegetativo, amarre de fruto y cosecha, la calabacita 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), diabrotica *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) y *D. balteata* (Le Conte), pulgón del melón *Aphis gossypii* (Glover) y araña roja *Tetranychus* spp (Ramírez *et al.*, 2002).

2.4.2. Enfermedades causadas por hongos

Los hongos son los principales organismos que le causan enfermedades al cultivo de la calabacita, estos fitoparásitos son tantos que los encontramos dañando a toda la planta y durante todo el ciclo del cultivo. A continuación se mencionan algunas de las principales enfermedades: Ahogamiento o Damping off *Pythium* spp, Tizón tardío *Phytophthora* spp, Costra negra o sarna negra *Rhizoctonia solani*, Antracnosis *Colletotrichum orbiculare*, Podredumbre carbonosa *Macrophomina phaseolina* (Tassi), Mancha foliar *Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart, Elliot),

Cenicilla *Podosphaera xanthii*, Marchitez vascular causado por *Fusarium* spp y *Verticillium dahliae* (Kleb) (Bastarrachea, 2007).

2.4.3. 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 (Bastarrachea, 2007).

Los virus son otros 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 y encontró raíces fibrosas con numerosas agallas, algunas en la parte terminal y otras sobre el eje de la raíz, o

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

Los nematodos del suelo son gusanos diminutos que provocan la hipertrofia de las raíces, formando tumores que dan la apariencia de morcilla. Causan la necrosis y más tarde la podredumbre de los tejidos y de las raíces, el sistema radicular de las plantas atacadas muestra una fuerte ramificación, con lesiones necróticas y pudrición. El crecimiento de la planta queda obstaculizado. Las plantas muestran marchitez y se debilitan. En general las plantas atacadas por nematodos no demuestran tantas diferencias en sus síntomas como los que ocurren en plantas atacadas por hongos y bacterias. Aparte de los síntomas propios del ataque de nematodos, las lesiones que les ocasionan pueden favorecer la entrada de enfermedades fungosas, bacterianas y virales (FIAV, 2008).

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 % (Taylor y Sasser, 1978). Los estados juveniles J2 pueden medir de 0.3 – 0.95 mm de longitud, su estilete presenta pequeños nódulos basales arriba de 20 milimicras de largo y su región cefálica es frágil. El bulbo medio del esófago está bien desarrollado y las glándulas esofágicas son extensivas, traslapando principalmente al intestino ventralmente, por varias veces el ancho de su cuerpo. La cola es conoide y a menudo su terminus es angosto y redondo, su longitud es variable de 1.5 – 7.0 milimicras de lo ancho en la parte anal del cuerpo (UCDa, 2006).

Las larvas infectivas de segundo instar tienen una región labial bien definida, con 2 a 3 anillos o plana, amfidios con abertura a manera de ranuras. La región labial porta una estructura a manera de gorra. Los 6 labios marcadamente más grandes que los submedianos. Estilete delgado con bien definidos nódulos basales (Mai y Lyon, 1975).

Las larvas migratorias de 2º instar son vermiformes, fluctúan de 280 – 500 micras (μ) 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. Hospedantes

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, enlista 874 cultivos como hospederas de 7 ú 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 cultivo 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 14°C, comparado con solo 21 días a 26°C (Taylor y Sasser, 1978). En California (EUA), el ciclo de vida de huevo a huevo se completa en cerca de 25 días con temperaturas del suelo de 26.9° – 29.1°C y con un hospedante apropiado (Brust *et al.*, 2003). En mismo California se reporta que el ciclo de vida de *M. incognita* se completa en 20 – 25 días a 21.3°C (UCD, 2006b).

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

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

La proporción de pérdidas debido a nematodos varía con el tipo de cultivo, cultivares, textura de suelo, clima y manejo del cultivo. El índice de daño en 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, entre otros) 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).

Meloidogyne spp causa serios daños al melón, ya sea por las lesiones causadas por el ataque de estos o por el complejo de nematodo–hongo. Varios hongos, pero particularmente *Fusarium* spp, causa mayor daño a las plantas cuando se presenta asociado con nematodos. 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).

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

2.5.5.1. Síntomas causados por *Meloidogyne*

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

Una de las primeras indicaciones de una infección por nematodos agalladores en un área de un lote, es cuando las plantas se marchitan a mediodía aunque parezca que hay suficiente humedad para prevenir esto, lo cual es más común en suelos arenosos. Estas plantas bajo infestaciones severas también pueden estar achaparradas y amarillentas. La producción de frutos en las plantas infectadas es muy pobre, y el fruto formado frecuentemente falla al madurarse y es de mala calidad. Sin embargo, esto es a menudo confundido con bajas concentraciones de nutrientes u otras enfermedades radiculares. Cuando las plantas cultivadas son atacadas en el estado de plántula, las pérdidas son extremadamente fuertes y puede presentarse una muerte prematura (Brust *et al.*, 2003).

Los síntomas más característicos del ataque de *Meloidogyne* spp son los que se presentan en las partes subterráneas de la planta. Las raíces infectadas se hinchan en el punto de invasión y se transforman en las típicas agallas radiculares, que son 2 – 3 veces de mayor diámetro comparadas con las raíces sanas. Se pueden presentar múltiples infecciones en el sistema radicular y la raíz puede quedar completamente agallada. También, se inhibe la conducción de agua por las raíces, de manera que el movimiento de agua y nutrientes hacia la parte superior de las plantas es lenta o se detiene. Al avanzar la temporada suele presentarse pudrición de raíces (Robinson, 2006).

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

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

Índice de agallamiento

De acuerdo con Barker (1985), existen varias escalas para medir el índice de agallamiento: a) El índice de 0 – 4, donde 0 = 0 agallas; 1 = 25 %; 2 = 50 %; 3 = 75 % y 4 = 100 % de raíces con agallas. b) El índice de 0 – 5, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10 %; 2 = 20 %; 3 = 50 %, 4 = 80 % y 5 = 100 % de raíz agallada. c) El índice de 1 – 6, donde 1 = 0 agallas; 2 = 10 %; 3 = 20 %; 4 = 50 %; 5 = 80 % y 6 = 100 % del sistema radicular con agallas. d) El índice de 0 – 10, donde 0 = 0 agallas; 1 = 10 %; 2 = 20 %; 3 = 30 %; 4 = 40 %; 5 = 50 %; 6 = 60 %, 7 = 70 %; 8 = 80 %; 9 = 90 % y 10 = 100 % del sistema radicular con agallas. Así mismo, se trabaja con otro índice de agallamiento en escala de 1 – 5, basado en el número de agallas por sistema radicular y diámetro de agallas y así: 1 = Sin agallas o escasas agallas con un promedio de diámetro de agallas menores de 1 mm, 2 = Escasas agallas, con un promedio de diámetro de agallas entre 1 y 2 mm, 3 = Las agallas en su mayoría no están unidas, con un diámetro promedio entre 2 y 3 mm, 4 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio entre agallas entre 3 y 4 mm, 5 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio de agallas mayores de 4 mm (Maluf *et al.*, 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.

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.

- **Efectos fisiológicos**

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

- **Predisposición**

En los campos cultivados, la infección de plantas solo por *Meloidogyne* es improbable; bacterias, hongos y virus están siempre presentes y a menudo interactúan con los nematodos. La interacción entre *Meloidogyne* y otros nematodos fitoparásitos y otros agentes causantes de enfermedades, provocan cambios

fisiológicos en los tejidos de la planta que se le conoce como predisposición (Taylor y Sasser, 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^o instar penetran las células de la raíz próximas a la zona de elongación por medios mecánicos a través de repetidos y rápidos embates de sus estiletes y probablemente por medios químicos (celulosa y pectinasa). Esta penetración es seguida de un breve descanso después del cual los contenidos de la célula son succionados por el nematodo mediante la acción de una porción muscular de su esófago. La penetración de la larva toma más de 6 horas, dependiendo de la especie de nematodo, hospedante y factores ambientales. A medida que la larva invade la raíz se alimenta de las células internas y células de la lamela media.

Se mueven entre las células corticales hacia el ápice de la raíz, prosiguen al meristemo y regresan migrando hacia el cilindro vascular en la zona de diferenciación celular. Finalmente reposan con sus cabezas y estilete en desarrollo cerca de la región de alargamiento de células y cuerpos en la corteza. Después de que la larva alcanza lo que será su sitio permanente, en sus estados subsecuentes

se alimenta solamente sobre células que rodean su parte anterior (Jenkins y Taylor, 1967).

Inicio en el sitio de alimentación.- Los J2 penetran en las células cortando con su estilete las paredes celulares e inyectan secreciones de la glándula dorsal esofágica. Estas secreciones causan el engrandecimiento de las células en el cilindro vascular y se incrementan los grados de división celular en el periciclo. Esto lleva a la formación de células gigantes (sincitia) formada por el engrandecimiento de las células (hipertrofia), disolución de las paredes celulares, agrandamiento de los núcleos y cambios en la composición de los contenidos de la célula. Al mismo tiempo se presenta una intensa multiplicación celular (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva. Estos cambios pueden ir acompañados por un alargamiento de la raíz para formar las agallas características. Sobre raíces pequeñas, las agallas que contienen solo una hembra son redondas a fusiformes y pueden tener de 1 – 3 mm de diámetro (Taylor y Sasser, 1978; UCDA, 2006).

Los J2 de *M. incógnita* entran en el ápice de la raíz y avanzan entre y a través de las células en los tejidos de la corteza en la zona de elongación hasta que sitúan su cabeza en los tejidos vasculares. El daño a las células ocurre como resultado de la migración y si varios J2 entran en la parte apical de la raíz, la división celular se detiene y no se presenta el alargamiento de la raíz. A medida que la alimentación continúa, varias células cercanas a la cabeza del nematodo comienzan a agrandarse y se vuelven multinucleadas. Estas son denominadas células gigantes y usualmente hay de 3 – 6 asociadas con cada nematodo. Estos cambios son inducidos por sustancias (secreciones salivales) introducidas en las células y tejidos

que los rodean durante la alimentación del nematodo. Durante este proceso los vasos del xilema se distorsionan y las raíces no pueden funcionar normalmente con respecto a agua y nutrientes. Durante el proceso de formación de agallas los nematodos pasan por la 2ª, 3ª y 4ª muda para alcanzar el estado adulto (UCDb, 2006).

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 uso de técnicas 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 con 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 utilizar únicamente las prácticas culturales el manejo del suelo, no es igualmente eficaz para el control

de nematodos parásitos de plantas en comparación con la integración métodos químicos, que tienden a reducir gradualmente las poblaciones de nematodos a través del tiempo. Para el manejo integrado de nematodos se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones específicas, tales como el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, pueden ser muy importantes para determinar si las diferentes prácticas pueden ser utilizados eficazmente para el manejo de nematodos (UF/IFAS, 2008).

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 cobertera y rotación de cultivos, entre otras, reducen lo suficiente las poblaciones de nematodos parásitos de plantas cultivadas. Generalmente estas prácticas culturales causan condiciones adversas para los nematodos, por lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedad se afecta notablemente. Mediante la realización de estas prácticas no se puede tener un suelo agrícola libre de nematodos, porque muchas especies pueden soportar los cambios frecuentes que provocan tales métodos agrícolas; por otro lado, si se suspende la siembra del cultivo de plantas susceptibles, no se garantiza que el nematodo vuelva a aparecer. En contraste con el control químico, el control cultural reduce gradualmente la cantidad de nematodos, pero es relativo, porque un equilibrio económico conveniente no puede lograrse con el uso de una práctica, pero sí con una combinación de ellas (Cepeda, 1996).

2.6.1.1 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 (UCDa, 2006).

2.6.1.2. Inundación

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

2.6.1.3. Solarización

Solarización del suelo es una técnica no química que se establece con láminas delgadas de polietileno transparente sobre el suelo húmedo, en un período de 6 a 12 semanas exponiendo el suelo al calor solar a temperaturas letales a los nematodos del suelo y otros patógenos. La temperatura del suelo se magnifica debido a la captura de la radiación solar entrante en los paneles de polietileno. Para ser eficaz, el suelo debe mantener un alto contenido de humedad para aumentar la susceptibilidad (sensibilidad térmica) a cargo de las plagas del suelo y la conductividad térmica del suelo (UCDa, 2006).

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. La rotación se puede llevar a cabo utilizando plantas de baja susceptibilidad al ataque de *Meloidogyne* spp (Kim *et al.*, 1997).

En lo referente a cultivos trampa, la lechuga se siembra de trasplante, con posturas sanas y se cosecha entre 17 y 22 días para eliminar parte de la población de adultos de *Meloidogyne* y de huevecillos, de esta manera evitar una infestación fuerte al cultivo deseado. Las plantas se extraen cuidadosamente con un rastrillo para que no queden raíces en el suelo. Si se hacen dos siembras seguidas la población disminuye grandemente. También se utiliza la siembra de cempasuchitl o flor de muerto *Tagetes erecta*. A este tipo de plantas los nematodos las atacan pero no se desarrollan en sus tejidos internos, es recomendable sembrarlas y después que florezcan arrancarlas o dejarlas e incorporarlas al suelo al final del ciclo (Barham, 2005).

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

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

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

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

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. 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.

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 melón 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, ya que solo eliminan estados activos de nematodos pero no a los huevos. Se sugiere utilizarlos cuando la densidad de población de nematodos en el predio son bajas o medias. El Aldicarb (Temik), es un producto carbámico con actividad sistémica y se usa para combatir a una amplia gama de nematodos.

Además de ser extremadamente tóxico puede producir toxicidad en algunos cultivos, aún a las dosis recomendadas. El Carbofuran (Furadan), es un Metil carbamato que tiene actividad nematicida de corta duración y puede causar fitotoxicidad en algunos cultivos. El Oxamyl (Vydate), es un carbamato de buena actividad sistémica en suelos ácidos, pero no en suelos con pH menor de 7 se degrada en pocos días en compuestos sin acción nematicida. Usualmente, la acumulación de sus residuos en los tejidos de las plantas son bajos, cuando es aplicado apropiadamente (Greco, 2006).

Todos los nematicidas no fumigantes registrados son utilizados para aplicación al suelo, con la excepción del Vydate que también puede ser aplicado por la vía foliar. Estos materiales deberán ser incorporados con el suelo o acarreados con agua en el suelo para ser efectivos. Estos compuestos deberán ser aplicados uniformemente en el suelo para que alcancen la futura zona radicular de las plantas, donde tendrán contacto con los nematodos o, en el caso de sistémicos, en áreas donde estos puedan ser fácilmente absorbidos por las plantas. Proporcionan una protección para la germinación de la semilla, establecimiento de transplantes 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 nematicidas 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 nematicidas que han sido aislados de la fermentación de *Streptomyces avermitilis*, un miembro de la familia de los actinomicetos. Abamectina es el nombre común asignado a las avermectinas, una mezcla que contiene 80 % de los homólogos de avermectina B1a y 20 % de B1b que tienen casi igual actividad biológica. La forma de actuar de las avermectinas es bloqueando el neurotransmisor ácido Gama – 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. 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 nematicida agrícola en tratamiento a la semilla, un mucho más conveniente método para aplicar nematicidas (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).

Abamectina (Avicta) 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 % mediante la inmersión de plántulas, presentaron el máximo de longitud de ramas 38.5 cm, peso fresco de ramas de 23.0 g y rendimiento de fruto con 312.0 g. De igual manera se obtuvo un incremento significativo en longitud de raíz (24.5 cm) y peso fresco de raíces (6.95 g) (Rajedran *et al.*, 2003).

Estudios realizados con Abamectina por Appleman y Hanmer (2003), señalan que plantas de lechuga mostraron de 70 – 80 % 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. Semillas de pepino tratados con Avicta en California (EUA), el agallamiento y reproducción del nematodo de los nódulos radiculares fue similar al testigo sin aplicación al final de temporada (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 siete a 20 g de i.a./ha otorga buena protección a plántulas de pepino desarrolladas en suelos infestados con *Meloidogyne incognita*. La longitud de raíz y altura de plantas tres semanas después de la siembra se incrementaron considerablemente comparadas con el testigo no tratado. Resultaron incrementos en producción arriba del 50 %, y esta ganancia se le atribuye al incremento en número de frutos por planta. La protección de la semilla con Abamectina es una herramienta efectiva para retrasar el daño de *Meloidogyne incognita* y mejorar el desarrollo de plantas en suelos infestados (Becker *et al.*, 2004).

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%, 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 Acido 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, localizado en el Ejido San Antonio de los Bravos, Mpio.de Torreón, Coah., que de acuerdo al GPS StreetPilot™ Garmin, se encuentra ubicado geográficamente a los 25° 33' 367" de latitud norte, 103° 22' 498" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1107 m.

Para el trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento; cada uno de los 6 bloques constó de 16 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 calabacita 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

1, 2, 3, 4 = Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron tres dosis de Abamectina y un testigo sin aplicación y se presentan en el Cuadro 6. La aplicación del producto Avicta 400 FS se efectuó directamente a la semilla de calabacita por el método de slurry, el cual consistió en vaciar en un vaso de precipitado la dosis recomendada de abamectina (Avicta 400 FS) de cada uno de los tratamientos por separado, más 1.5 ml de agua y mezclar con 1000 semillas de calabacita, 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 de calabacita para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en Torreón, Coah., México. 2011.

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

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

Fuente: Empresa Syngenta

Para iniciar el trabajo de campo el día 02/09/2011, se colectó suelo y raíces de arbustos de arrallán *Luma apiculata* de los camellones y parques de la colonia Torreón jardín infestados con nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, ya que el arrallán 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 truenos, 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 arrallán *Luma apiculata* extraídas, se detectaron nódulos radiculares, lo que nos demostró una infestación de este nematodo y por ende infestaciones de este patógeno en el suelo utilizado para desarrollar las plantas de calabacita.

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 7), 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.

La siembra se llevó a cabo el día 07/09/2011 y esta se efectuó con un riego de presiembra a tierra venida, se colocaron 2 semillas de calabacita 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 ocurrió el día 13/09/2011 a 6 días después de la siembra (dds) en un 80% de las macetas, el otro 20% se llevó a cabo en los siguientes 4 a 5 días. 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 21/09/2011 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 el día 10/10/2011 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 49 días posteriores a la emergencia, el día 01/11/2011 se realizó la toma de datos de los parámetros para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Las plantas fueron extraídas de las bolsas de plástico y fueron lavadas con un chorro de agua de la llave a presión, para descubrir completamente el sistema radicular; esta maniobra se realizó con mucho cuidado para no dañar las raicillas más delgadas.

Al terminar de remover el suelo de la raíz de las plantas de calabacita, 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. Además se tomó el peso de la raíz y el peso del follaje con una báscula electrónica Santorius Modelo QT6100 y visualmente se realizó el conteo 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 calabacita 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 % 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

El diámetro de la base del tallo de las plantas de calabacita después de 49 días a la siembra se presenta en el cuadro 8. El tratamiento 3 (1.00 ml/1000 semillas) tuvo una diferencia significativa a los otros tratamientos, con una media de 0.625 cm presentó el mayor diámetro de tallo de plantas, seguido por el tratamiento 2 (0.60 ml/1000 semillas) con una media de 0.569 cm y 1 (0.40 ml/1000 semillas) con una media de 0.554 cm, que obtuvieron medidas de tallos estadísticamente iguales, el testigo sin aplicación con una media de 0.481 cm mostró los valores de diámetro de tallo más bajos de acuerdo a la comparación de medias en la prueba de Tukey.

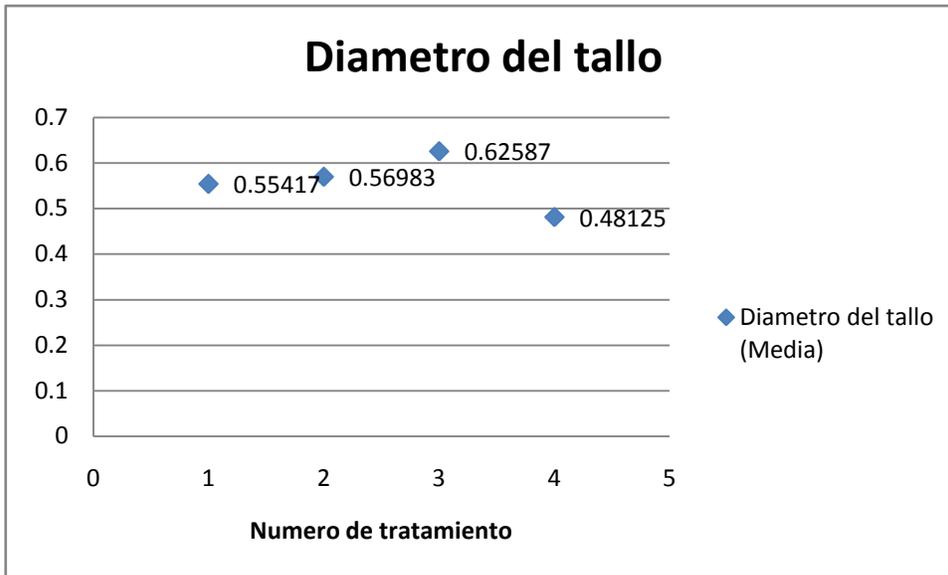
De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml de Abamectina /1000 de semilla (Avicta 400 FS) concuerdan con la hipótesis.

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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Diámetro del tallo (Media)	Comparación ($\alpha=0.05$)	
3	1.00 ml	0.62587	A*	
2	0.60 ml	0.56983	A	B
1	0.40 ml	0.55417	A	B
4	Testigo	0.48125	B	

PF: Producto formulado

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



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

Altura de la planta

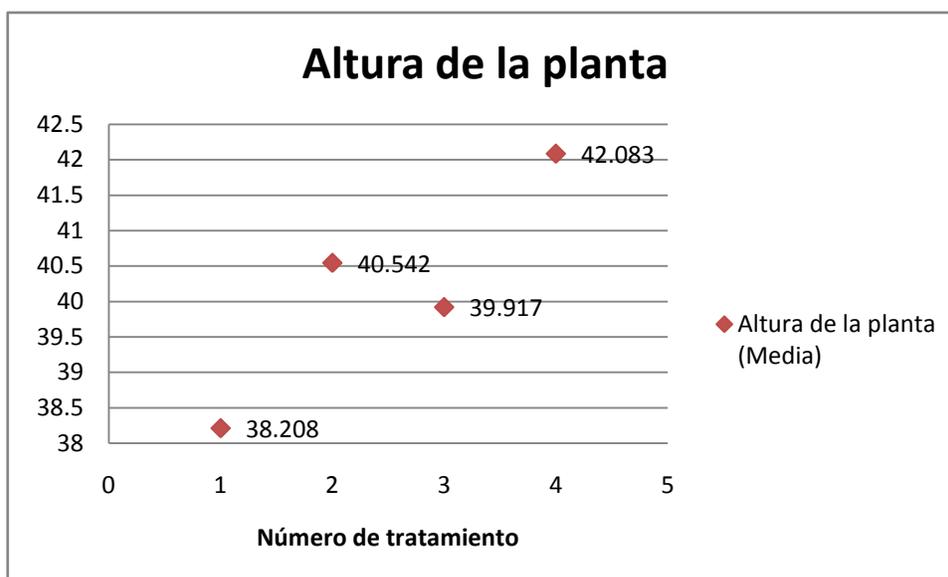
La comparación de medias de la altura de las plantas de calabacita de acuerdo a la prueba de Tukey, demostró que los resultados de los tratamientos son estadísticamente iguales y no existe una diferencia significativa como lo podemos observar en el cuadro 9 y gráfica 2. El tratamiento 4 (testigo) con una media de 42.083 cm mostró tener plantas ligeramente más altas que el tratamiento 2 (0.60 ml de dosis de PF/1000 semillas) con una media de 40.542 cm, seguidos del tratamiento 3 (1ml de dosis de PF/1000 semillas) con una media de 39.917 y el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una altura media de 38.208 cm.

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

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Altura de la planta (Media)	Comparación ($\alpha=0.05$)
4	Testigo	42.083	A*
2	0.60 ml	40.542	A
3	1 ml	39.917	A
1	0.40 ml	38.208	A

PF: Producto formulado

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



Gráfica 2. Gráfica de medias en la evaluación de altura de la planta con la aplicación de Abamectina (Avicta 400 FS), en el tratamiento a semilla en el cultivo de calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.

Peso radicular

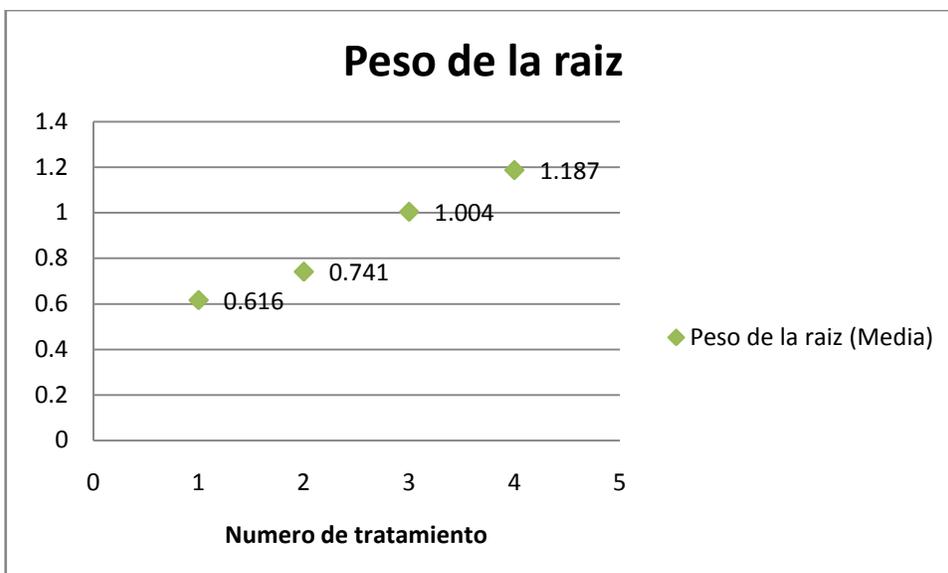
Con respecto a la evaluación del peso radicular, la comparación de medias en la prueba de Tukey (ver cuadro 10 y gráfica 3), nos muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales, obteniendo los siguientes resultados, el tratamiento 4 (Testigo) obtuvo una media de 1.187 g, siendo el tratamiento que mostró más peso radicular y el tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media de 1.004 g, el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) obtuvo una media de 0.741 g y el tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que resulto con una media de 0.616 g.

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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Peso de la raíz (Media)	Comparación ($\alpha=0.05$)
4	Testigo	1.187	A
3	1.00 ml	1.004	A
2	0.60 ml	0.741	A
1	0.40 ml	0.616	A

PF: Producto formulado

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



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

Peso del follaje

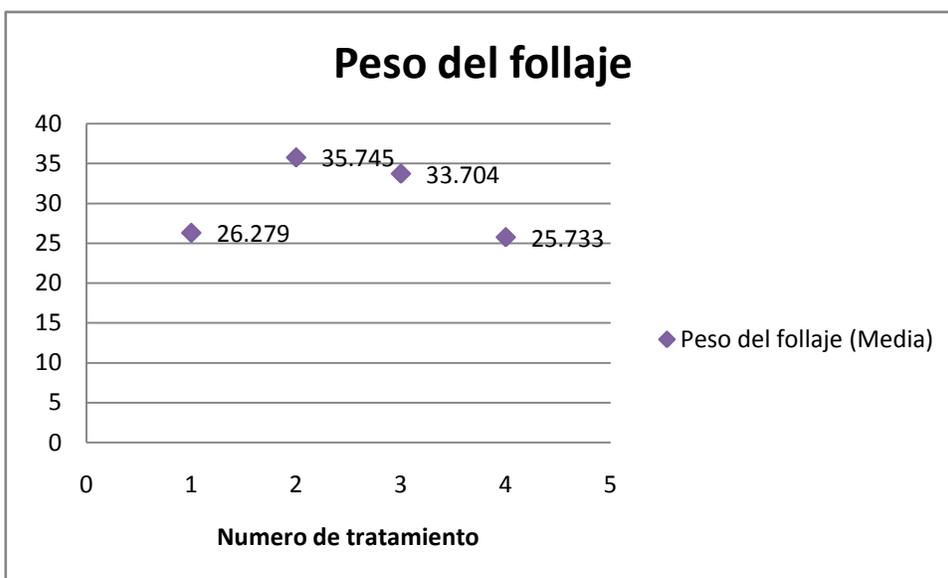
De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso del follaje de las plantas de calabacita son iguales estadísticamente hablando y no existe una diferencia significativa entre tratamientos (ver cuadro 11 y gráfica 4). Sin embargo, es prudente señalar que el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) obtuvo un mayor peso obteniendo una media de 35.745 g, mostrando una diferencia mínima en peso con respecto al tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 33.704 g, seguido del tratamiento 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) que obtuvo una media de 26.279 g y en último lugar se ubica el tratamiento 4 (Testigo) quien fue el que menor peso del follaje obtuvo con una media de 25.733 g.

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

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Peso del follaje (Media)	Comparación ($\alpha=0.05$)
2	0.60 ml	35.745	A*
3	1.00 ml	33.704	A
1	0.40 ml	26.279	A
4	Testigo	25.733	A

PF: Producto formulado

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



Gráfica 4. 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 calabacita 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 (Testigo) con una media de 39.458 agallas radiculares (ver cuadro 12 y gráfica 5), con respecto a los tratamientos 1 (0.40 ml de PF/1000 semillas) con una media de 13.458 agallas radiculares, tratamiento 3 (1.00 ml de PF/1000 semillas) con una media de 9.708 agallas radiculares y el tratamiento 2 (0.60 ml de PF/1000 semillas) con una media de 8.667 agallas radiculares que fueron iguales estadísticamente hablando.

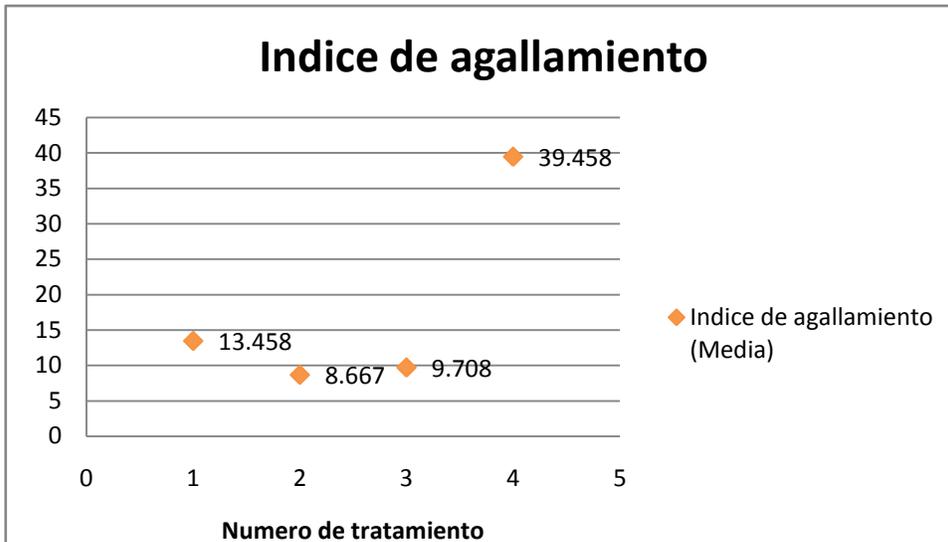
De acuerdo a lo anterior, las dosis de 1.00, 0.60 y 0.40 ml de Abamectina /1000 de semillas de calabacita, presentan menor índice de agallamiento, concordando con la hipótesis planteada.

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 calabacita en Torreón, Coah., México. 2011.

Tratamientos	Dosis PF en 1000 semillas	Índice de agallamiento (Medias)	Comparación ($\alpha=0.05$)
4	Testigo	39.458	A
1	0.40 ml	13.458	B
3	1.00 ml	9.708	B
2	0.60 ml	8.667	B

PF: Producto formulado

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.



Gráfica 5. 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 calabacita 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 con una dosis de 0.40 ml de Abamectina (Avicta 400 FS/1000 semillas) con una media de 13.458 % obtuvo un índice de agallamiento de 2 (11 – 20 agallas), el tratamiento 2 con una dosis de 0.60 ml de Abamectina (Avicta 400 FS/1000 semillas) con una media de 8.667 % otorgó un índice de agallamiento de 1 (1 – 10 agallas), el tratamiento 3 con una dosis de 1.00 ml de Abamectina (Avicta 400FS/1000 semillas) con una media de 9.708 % mostró un índice de agallamiento de 1 (1 – 10 agallas) en la escala y el tratamiento 4 correspondiente al testigo obtuvo una media de 39.458 % de agallas presentó el índice de agallamiento más alto correspondiente a 4 (31 – 40 agallas).

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas de calabacita, ofrecieron el mayor desarrollo de diámetro de la base del tallo dando resultados con una diferencia significativa.
2. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas de calabacita otorgaron resultados estadísticamente iguales de peso de raíz.
3. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas de calabacita resultaron con valores estadísticos similares en los tratamientos, para el peso del follaje.
4. Las 3 dosis evaluadas de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas presentaron menor índice de agallamiento en el sistema radicular que el testigo sin aplicación dando una diferencia significativa.
5. Las dosis de Abamectina (Avicta 400 FS), de 1.00 ml, 0.60 ml y 0.40 ml/1000 semillas de calabacita otorgaron resultados estadísticamente iguales en la altura de la planta.
6. Se sugiere el uso de Abamectina (Avicta 400 FS) a una dosis de 1.00 ml y 0.60 ml/1000 semillas de calabacita, 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 los nematodos parásitos de plantas causan, cada año, una pérdida estimada de 14 % en cultivos de hortalizas y frutales económicamente importantes, es recomendable la utilización del tratamiento a semilla con Abamectina (Avicta 400 FS).

*Se recomienda volver a experimentar cuidando las plantas de las condiciones ambientales, ya que ese fue un factor que intervino mucho en la realización de este experimento y que pudo haber afectado drásticamente en los resultados obtenidos, ya que en la mayoría de los parámetros de medición no hubo diferencia significativa entre los tratamiento con el testigo.

VII. LITERATURA CITADA

- Appleman, L., and 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. An Agricultural. Training Aid. Department of food and Agriculture. Div. of Plant Industry Laboratory Services Nematology. Sacramento, California. pp. 39-71.
- Barham, J.D., T.L. Kirkpatrick and 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: 128-134.
- Bastarrachea F., J. A. Febrero. 2007. Identificación de enfermedades que atacan al cultivo del Melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera (Ciclo Agrícola, 2006). Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coah., México. pp. 51.
- Barker, K. R. 1985. Nematode extraction and bioassays. [En línea]. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Methods/Rkindx.htm>. [Fecha de consulta: 31/10/2012].
- Becker, J.O., B. Slaats and D. Hofer. 2004. Cucumber seed coating with abamectin guards against early root damage by root-knot nematodes. [En línea]. <http://apsnet.org/meetings/div/pc03abs.asp> [Fecha de consulta: 13/12/2012].
- 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.

- Blancard D., H. Lecoq, M Pitrat (1991) Enfermedades de las cucurbitáceas observar, identificar y luchar. (Ed.) Mundi Prensa, Madrid, España. 301 p.
- Brust, E.G., W.D. Scout and J.M. Ferris. 2003. Root-knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [En línea]. Purdue University.E-212-W. 3.p.
<http://72.14.205.104/search?q=cache:Z9S9Na413kj:www.entm.purdue.edu/Entomology/htm>. [Fecha de consulta: 31/02/2013].
- Bruton, B., J. Amador and 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.
- Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas, S.A. de C. V. México, D. F. pp. 132-188.
- Chen, X., S. Muller and 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/MBA0%20PDFs/Preplant/10%20%20Biorationals/Becker.pdf>. [Fecha de consulta: 21/11/2012].
- Chew M., J. I. y F Jiménez., D. 2002. Enfermedades del melón. En: En Melón: Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. pp. 161-195.
- Claridades agropecuarias 1999. La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano. P.4. [En línea].
<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/076/ca076.pdf#page=3>. [Fecha de consulta: 20/10/2012].

Driver, J.G., and F.L. Louws. 2006. Effects of seed treatment to manage nematodes as an alternative to methyl bromide on cantaloupe. [En línea]. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. Raleigh, N.C. <http://mbao.org/2006/06PowerPoints/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20%20Biorationals/Driver.pdf>. [Fecha de consulta: 21/11/2012].

El Siglo de Torreón. RESUMEN. 2012. 1º Enero de 2013. p.26.

Espinoza A., J. J. 1998. México-U.S.- Caribbean nations melon trade: A simulation analysis of economic forces and government policies. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University. p .4.

Faske, T.R. and J.L.Starr. 2006. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectin. [En línea]. INIST-CNRS. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18114435.htm>. [Fecha de consulta: 21/11/2012].

Financiera Rural, 2011. México. [En línea]. Pagina web: [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaDaCalabaza\(ene2011\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaDaCalabaza(ene2011)vf.pdf). [Fecha de consulta: 20/11/2012].

FIAV (Fundación para la Investigación Agrícola), 2008. Enfermedades Causadas por Nematodos. DANAC- Venezuela. (FIAV). [En Línea]. <http://www.danac.org.ve/indice/enfermedades.php?letra=X&listado=t&ps=9.htm>. [Fecha de consulta: 25/09/2012].

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]. Istituto di Nematologia Agraria. Bari, Italia. <http://miniagric.gr/greek/data/files2251/GRECO1.DOC>. [Fecha de consulta: 20/11/2012].

- Guenkov G. 1974. Caracterización de calabazas (*Cucurbita spp*) Mexicanas como fuente de resistencia al *Cucumber mosaic virus* (CMV). Tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. P. 1
- Gúzman G., B. 2007. Identificación de las especies de *Meloidogyne spp* que infectan melón, chile y tomate en La Comarca Lagunera mediante observación de las características morfológicas. Tesis Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. UAAAN-UL. Torreón, Coah. pp.1-37.
- INFOAGRO (Información Agropecuaria), 2010. El cultivo del calabacín (INFOAGRO). [En línea]. <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>. [Fecha de consulta: 20/11/2012].
- Jenkins, W.R., and D.P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation . New York- Amsterdam-London. pp.102-105.
- Jiménez, D. F. 1996. Maleza hospedera de virus, fluctuación poblacional de vectores y su relación con enfermedades virales del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. México. Revista Mexicana de Fitopatología 14: 31-37.
- Kim, L., J.S. Feitelson, J. Harvey and P.S. Zorner. 1997. Materials and methods for controlling nematodes. [En línea]. <http://materials&methodscontrolnemasAvermectin.htm>. [Fecha de consulta: 20/11/2012].
- Lira-Saade R. (1995) Estudios taxonómicos y eco geográficos de las cucurbitáceas latinoamericanas de importancia económica. IPGRI. Roma, Italia. 281 p.
- Mai, W.F., and H.H. Lyon. 1975. Pictorial key to general of plant-parasitic nematodes. Fourth Edition. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp 64-65.

- Maluf, W.R., S.M. Acevedo., L.A.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/vol11/gmr0008_full_text.htm. [Fecha de consulta: 30/09/2012].
- Noling, J.W., 2005. Nematode management in cucurbits (cucumber, melons, squash). Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. ENY-025. p.104.
- Rajedran, G. S., Ramakrishnan and J. Jayakuman. November 2003. Avermectin, a novel nematicide 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. p.p 65-68.
- Ramírez D., M. U. Nava G. y A.A. Fu, C. 2002. Manejo integrado de plagas en el cultivo del melón. Tecnologías de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. CAELALA. Matamoros, Coah. pp. 129-159.
- Robinson, Elton. February 2006. Gall mapping root-knot nematode variation. [En línea]. Delta Farm Press. <http://deltafarmpress.com/news/060223-gall-mapping/.htm>. [Fecha de consulta: 15/10/2012].
- SAGARPA (2011) Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Tomo II. 765 p.
- Santiago G., J. C. 2006. Manejo Integrado de Nematodos Fitoparásitos cosmopolitas (Gemmar) en el cultivo de plátano [en línea]. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. <http://grad.uprm.edu/tesis/santiagogonzalez.pdf>. [Fecha de consulta: 31/02/2013].

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2011. SAGARPA, México. [En línea]. <http://w4.siap.gob.mx/AppEstado/Monografias/Monografias2/Calabacita.html>. [Fecha de consulta: 20/11/2012].
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2013. Resumen nacional de la producción agrícola [En línea]. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=132. [Fecha de consulta: 13/02/2013].
- Stirling, G., J. Nicol and F. Reay. 2002. Advisory services for nematode pests. Operational Guidelines. Rural Industries Research & Development Corporation Protection Pty. Ltd. RIRDC. Publication N° 99/41. p.p.1 – 103.
- Tang, B., G.W. Lawrence., R.G. Creech., J.N. Jenkins and 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: 1-13.
- Taylor A., L. 1971. Introducción a la Nematología Vegetal Aplicada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1971. p. 5.
- Taylor, A. R., and J.N. Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne species*). International Meloidogyne Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. United States Agency for International Development. 111. p.
- Turini, T. and A. Ploeg. 2004. Imperial Agricultural Briefs. Cooperative extension University of California. p. 9.
- UCDa (University of California Davis), 2006. Control de Nematodos. (UCDa). [En línea]. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxamnus/G076mnu.htm>. [Fecha de consulta: 18/03/2013].

- UCDb (University of California Davis), 2006. *Meloidogyne incognita*, Taxonomy, Common Name, Disease. (UCDa). [En línea]. <http://ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemmap/ENT156HTML/nemas/meloidogyneincognita>. [Fecha de consulta: 21/03/2013].
- UF/IFAS (University of Florida and Institute of Food and Agricultural Sciences), 2008. Management Integrated of Nematodes. (UF/IFAS). [En línea]. <http://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: 21/09/2012].
- US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 2008. Manejo Integrado de Plagas (IPM). [En línea]. <http://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: 21/09/2012].
- Vicente N. 2012. Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza. Universidad de Puerto Rico Colegio de Ciencias Agrícolas. P. 2.
- Villanueva V., C. (2007) Calabazas cultivadas. Identificación de especies, caracterización y descripción varietal. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 123 p.
- Westerdahl, B. B. and J.O. Becker. 2005. Cucurbits nematodes. University of California. UC ANR. Publication. 3445. p.86-95.