

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



Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de macrotúnel

POR

YURIDIA GALVEZ BRAVO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de macrotúnel

POR:

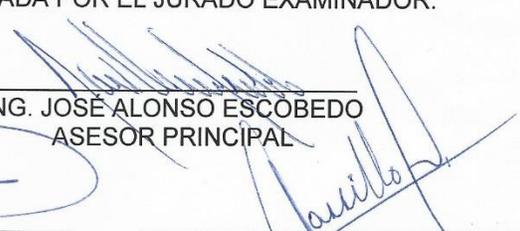
YURIDIA GALVEZ BRAVO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

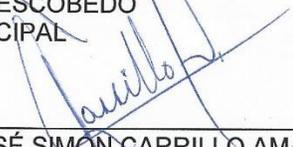
APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR:



ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO
ASESOR PRINCIPAL



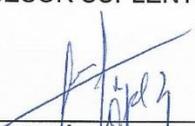
DR. ALFREDO OGAZ
ASESOR



M.C JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA
ASESOR



M.C CLAUDIO IBARRA RUBIO
ASESOR SUPLENTE



M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO
SEPTIEMBRE 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Eficacia de nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de macrotúnel

POR:

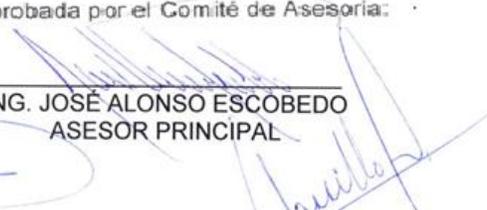
YURIDIA GALVEZ BRAVO

TESIS

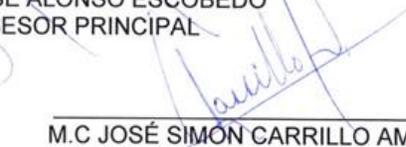
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

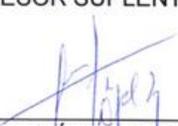
Aprobada por el Comité de Asesoría:


ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO
ASESOR PRINCIPAL


DR. ALFREDO OGAZ
ASESOR


M.C JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA
ASESOR


M.C CLAUDIO IBARRA RUBIO
ASESOR SUPLENTE


M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO
SEPTIEMBRE 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios, Principalmente por darme la vida y por haberme permitido llegar al fin de una etapa más de mi vida. Porque siempre fuiste mi guía para seguir con este proyecto que hoy pude cumplir. Gracias por haberme ayudado durante estos años, el sacrificio fue grande, pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo.

A mis padres, Amílcar Galvez Salas y Celia Bravo Miguel, gracias por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento de mi vida, y sobre todo por su gran confianza y creer en mí, gracias por su amor incondicional, consejos que siempre los lleve a cabo durante mi preparación profesional.

A mis hermanos (a), Edgardo Galvez Bravo, Huber Galvez Bravo, Otoniel Galvez Bravo, Adiel Galvez Bravo, Nahum Galvez Bravo, Aldo Salas Miguel, Paula Galvez Bravo, Yareni Galvez Bravo, Leydi Galvez Bravo, agradezco mucho su gran apoyo tanto en lo económico como también moralmente, por sus consejos que me sirvieron de mucho para crecer en mi vida profesional.

A mi novio, Yorlin López Vázquez por brindarme el apoyo incondicional en este proyecto ha sido fundamental no fue fácil, pero estuviste motivándome a pesar de la distancia. Gracias mi amor **TE AMO**.

A mis amigos (as), Patricia Maldonado, Rodolfo Martínez, Victorio Marcelino, Jesús soriano, Martha Morales, Jacinto de león, Fabiola Morales, Marco Martínez, Ernesto López, Karina del Ángel, por ser siempre mis mejores amigos, gracias por su maravillosa amistad, por compartir buenos y malos momentos conmigo los quiero mucho.

A mi Alma Terra Mater, Por cobijarme y por darme el privilegio de ser parte de ella durante 4 años y medio, finalmente por haberme forjado en mi formación, en mi preparación profesional dándome el honor de llevar su emblema para toda la vida. Por darme la oportunidad de formar parte de ti. Cobijarme en tu seno y brindarme todas las herramientas para la acumulación de este logro tan

importante y muy grande en mi vida que ahora puedo decir con orgullo mi carrera profesional.

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

A todos mis Maestros del departamento de Parasitología, por haberme transmitido su sabiduría y porque fueron parte importante de mi formación como profesionista.

DEDICATORIAS

Honor a quien honor merece:

A mi padre Amílcar Galvez Salas, gracias a ti existo, por cuidarme de pequeña y darme un hogar, un pan en la boca, proporcionarme un techo donde vivir, siempre motivándome a seguir adelante y nunca abandonar mis sueños, te admiro y te respeto.

A mi madre adorada Celia Bravo Miguel, a ti te debo la vida, por ser una persona super maravillosa, con tu sabiduría, cariño nunca me faltó siempre me llevaste por el buen camino, me diste fuerzas para seguir adelante y nunca dejarme vencer te agradezco con toda mi admiración y espero tenerte por mucho tiempo te amo mamita de mi alma, te amo.

A toda mi familia, gracias por su apoyo, consejos y sobre todo de la confianza que siempre me han tenido.

A mi abuela, Lucrecia Miguel Salas por sus consejos, apoyo y motivación a seguir adelante, gracias por tu gran cariño.

A mi hermano, Huber Galvez Bravo, por inculcarme a seguir adelante por su gran apoyo incondicional, por su gran cariño y amor de hermandad.

A mi tía, Oralia Salas Miguel por ser una de las personas, que más admiro enseñándome que la dignidad y la humildad es ante todo lo primero.

A mis maestros, Quienes aportaron conocimiento en mi preparación y formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, bajo condiciones de macrotúnel. Se evaluó la eficacia de 3 nematicidas para el control de *Meloidogyne incognita*, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Los tratamientos se evaluaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar: T1 Furadan 5%G con la dosis de 1.0 gr, T2 Chimal *P. lilacinus*PH con la dosis de 5.0/l de agua, T3 Avicta 400 FS con la dosis de 1.0 ml/l de agua, T4 testigo absoluto, con 4 repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 macetas, para así tener un total de 24 macetas por tratamiento y se completaron un total de 96 macetas. Cabe mencionar que el objetivo general fue evaluar y analizar los cuatro tratamientos en estudio y considerar seis parámetros (diámetro de la base del tallo, longitud y peso de la raíz, longitud y peso del follaje, e índice de agallamiento). Los primeros cuatro parámetros evaluados resultaron estadísticamente iguales, aunque numéricamente el tratamiento 1 Furadan 5%G fue el mayor, con un diámetro promedio de la base del tallo, de 2.955 cm; este mismo tratamiento, fue el mejor con 25.8875 cm en longitud de raíz, en tanto que para peso de raíz mostró 6.1325 y para peso del follaje, el valor obtenido fue una media de 7.1025. Para altura de planta, los resultados fueron estadísticamente iguales, pero numéricamente el T2 Chimal 6.53 PH, alcanzó mayor altura de planta, cuyo valor promedio fue 22.455 cm. Se consideró que el parámetro de mayor importancia fue el índice de agallamiento radicular, el cual al tratarse con el T1 Furadan 5%G, resultó con el menor índice de agallamiento, con una media de 3.565.

Palabras clave: Furadan, *Phaseolus vulgaris* L, *Meloidogyne incognita* L, nódulos, agallamiento.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Historia del origen del frijol	4
2.2 Generalidades del frijol	5
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Composición química del frijol	5
2.5 Composición de proteínas	6
2.6 Composición de carbohidratos	6
2.8 Fitoquímicos del frijol	6
2.9 Importancia del cultivo de frijol	7
2.9.1 Alimenticia	7
2.10 Económica	8
2.11 Consumo de frijol	8
2.12 Clima	8
2.13 Manejo agronómico del cultivo	9
2.14 Preparación del terreno	9
2.14.1 Subsoleo	9
2.14.2 Barbecho	10
2.14.3 Rastreo	10
2.14.4 Nivelación	10
2.15 Descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo de frijol	10
2.15.1 Virus del Mosaico Común del Frijol (VMCF)	10
2.15.2 Virus del Mosaico Severo del Frijol (VMSF)	11
2.15.3 Bacteriosis Común	11
2.15.4 Antracnosis	11
2.15.5 Roya	12

2.16 Principales plagas en frijol	12
2.16.1 Diabrotica <i>Diabrotica balteata</i> y <i>D. undecimpunctata</i> (Coleóptera).	12
2.16.2 Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Hemíptera).	13
2.16.3 Mosca de la semilla <i>Delia</i> sp (Díptera)	13
2.16.4 Pulgones <i>Myzus persicae</i> y <i>Aphis gossypii</i> (Hemíptera)	13
2.16.5 Chicharritas <i>Empoasca fabae</i> (Hemíptera)	14
2.16.6 Conchuela <i>Epilachna varivestis</i> (Coleóptera)	14
2.16.7 Minador <i>Liriomyza</i> sp (Díptera).....	14
2.16.8 Trips <i>Thrips</i> sp, <i>Caliothrips phaseoli</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i> (Thysanoptera).	15
2.18 Importancia	15
2.19 Enfermedades ocasionadas por nematodos	16
2.20 Especies de <i>Meloidogyne</i> spp.	16
2.21 Distribución	17
2.22 Importancia económica	17
2.23 Hospedantes	18
2.24 Clasificación taxonómica	18
2.25 Síntomas	18
2.26 Ciclo de vida	19
2.28 Morfología y Anatomía de <i>Meloidogyne incognita</i>	20
2.29 Biología de <i>M. incognita</i>	20
2.30 Factores edafoclimáticos que afectan el desarrollo de <i>M. incognita</i>	21
2.30.1 Temperatura	21
2.30.2 Humedad	21
2.30.3 Textura	22
2.30.4 Aireación	22
2.30.5 pH del suelo	22
2.31 Índice de agallamiento	22
2.32 Manejo integrado de nematodos	23
2.33 Control cultural	23
3.34 Control biológico	23
2.35 Control químico	24
2.36 Abamectina (Avicta 400 FS) como tratamiento a la semilla	25

2.36.1 Abamectina	26
2.36.2 Usos de Abamectina (Avicta 400 FS).....	27
2.37 Carbofuran.....	27
2.39 Chimal (<i>P. lilacinus</i>).....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1 Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera	31
3.2 Lugar de la realización del estudio.....	31
3.3 Acciones realizadas durante el experimento	31
3.4 Diseño experimental.....	32
3.5 Aplicación antes de la siembra	33
3.6 Siembra	34
3.7 Riego.....	34
3.8 Emergencia.....	34
3.9 Aplicaciones	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 Vigor de las plantas	36
4.2 Longitud de raíz.....	37
4.3 Peso de raíz	38
4.4 Peso del follaje.....	39
4.5 Altura del follaje	40
4.6 Índice de agallamiento radicular	41
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. LITERATURA CITADA	45

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Furadan 5G, se recomienda para el control de las siguientes plagas en los cultivos.....	29
Cuadro 2. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar para evaluar TI Furadan 5%G (Carbofuran), TII Chimal (<i>P. lilacinus</i>), TIII Abamectina (Avicta 400 FS) y TIV (Testigo) aplicados para control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) en la UAAAN-UL. 2017.....	32
Cuadro 3. Tratamientos y dosis a evaluar para el control del nematodo agallador (<i>Meloidogyne incognita</i>) UAAAN – UL. 2017.....	34
Cuadro 4. Promedios de diámetro del tallo, con aplicación de (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). UAAAN – UL. 2017.....	36
Cuadro 5. Promedios de longitud de la raíz con aplicación de (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, y Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). UAAAN – UL. 2017.....	37
Cuadro 6. Promedios de peso de raíz con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) UAAAN – UL. 2017.....	38
Cuadro 7. Promedios de peso del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) UAAAN – UL. 2017.....	39

Cuadro 8. Promedios de altura del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017.....40

Cuadro 9. Promedios del índice de agallamiento con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017.....42

I. INTRODUCCIÓN

El frijol es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, ubicándose en segundo lugar por superficie destinada, la mayor importancia radica en el papel que juega para la economía campesina y como fuente vital de proteínas para amplias capas de la población mexicana, sin embargo, a pesar de ser un producto tan necesario para las personas este es muy sensible a las condiciones climáticas que se presentan durante el año agrícola primavera-verano (Infoaserca, 1997).

El frijol en México se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del país, ya que representa toda una tradición como para el desarrollo socioeconómico. A lo largo de la historia, se ha convertido no solo en un alimento tradicional, sino también en un elemento de identificación cultural, comparable con otros productos como el maíz y el chile, que son básicos para explicar la dieta alimentaria de la población mexicana. El cultivo de frijol se realiza prácticamente en casi todas las regiones del país y condiciones de suelo y clima. Por lo anterior, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia dentro de la superficie sembrada total a nivel nacional, solo después del maíz. No obstante, lo anterior, la principal limitante en su producción, la constituye sin duda la escasa disponibilidad de agua, fenómeno que se agudiza en regiones con bajo régimen pluvial como Zacatecas, Durango y Chihuahua (Secretaría de la Economía, 2012).

Los nematodos parásitos de las plantas, se encuentran entre las enfermedades más extendidas en las últimas dos décadas que atraen la atención de los investigadores, especialmente en el campo de la protección de las plantas. Existen miles de géneros y especies de nematodos parásitos vegetales (PPN), que causan daños en calidad y cantidad de rendimiento en cultivos variados; además aumentan los costos de producción (Khalil, 2013).

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

pueden ser cuantiosas, pero variaran dependiendo del cultivo y de la especie de nematodos. Los síntomas típicos del daño por nematodos pueden aparecer a nivel superficial o en el subsuelo, en el follaje y en las raíces. Los síntomas foliares generalmente se presentan en forma de achaparramiento de las plantas, marchitez prematura y clorosis foliar (amarillamiento). Bajo infestaciones graves de nematodos, las plántulas o los trasplantes pueden dejar de desarrollarse, se quedan enanas o mueren; provocando mal desarrollo de la densidad de población. Los síntomas ocasionados por nematodos agalladores pueden ser muy notorios. Los nematodos agalladores de raíz se caracterizan por formar áreas hinchadas en las raíces llamadas agallas (Giles, 2014).

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

1.1 Objetivos

Evaluar la eficacia de nematicidas aplicados en presembrado en frijol *Phaseolus vulgaris* L., para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incógnita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel.

1.2 Hipótesis

La aplicación de nematicidas en presembrado en frijol *Phaseolus vulgaris* L., evita el daño a raíces por el nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incógnita*, bajo condiciones de macrotúnel.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia del origen del frijol

El frijol es de origen americano. Los restos más antiguos de esta planta, ya domesticada se encuentran en cuevas de Coxcatlán, en Valle de Tehuacán, Puebla y datan de hace 4975 años A.C. Debido a la gran variedad arqueológica de *Phaseolus vulgaris* L. y tal vez a su grado de endemismo, se ha sugerido una domesticación múltiple dentro de Mesoamérica a partir de una especie ancestral, la cual esa polimórfica y estaba ampliamente distribuida. La planta de frijol más antigua encontrada en Perú data de hace 2200 años; debido a esto se cree que el frijol fue introducido a las costas de Perú por América Central (Téllez-Guzmán, 2003).

Durante la época precolombina es tal la importancia adquirida del frijol, que la civilización azteca lo incluyó en la lista de artículos que debían cobrarse como tributo que era un permiso que se exigía por el aprovechamiento de los recursos naturales o sitios en los que se establecían y habitaban las poblaciones de menor poderío. México, como parte de Mesoamérica, es considerado como uno de los centros de origen más importantes del mundo de varios tipos de frijol del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es *Phaseolus vulgaris* L. Existen antecedentes de que esta planta se viene cultivando desde hace aproximadamente 8 mil años. La gran diversidad de climas y nichos ecológicos, así como culturales de nuestro país, llevó durante este gran periodo de la historia a que se desarrollaran una gran diversidad de tipos de frijoles: negros, azulados, flores, bayos, pintos, ayacotes, espolón, lves, cambas y muchos otros más, lo cual constituye un mercado muy variado en cuanto a preferencias y precios (Reyes-Rivas, *et al.*, 2008).

2.2 Generalidades del frijol

El género *Phaseolus* incluye los llamados frijoles y abarca a un gran número de especies algunas de amplia distribución como anual o perenne, dominantes en las regiones tropicales cálidas, usualmente herbáceas y poco leñosas en la base cultivándose muchas de ellas como plantas ornamentales, pero otras producen semillas comestibles. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es el cultivo más importante de Latinoamérica y otras regiones donde forma parte de la dieta (Aserca, 1997).

2.3 Clasificación taxonómica

Nombre común: frijol

Reino	Metaphyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Lotoideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Phaseolinae
Genero	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Vulgaris</i>

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1982)

2.4 Composición química del frijol

El grano de frijol contiene 22% de proteínas de alta digestibilidad, es un alimento de alto valor energético, contiene alrededor de 70% de carbohidratos totales y además, aporta cantidades importantes de minerales (Ca, Mg, Fe), Vitamina A, Tiamina, Riboflavina y Ácido ascórbico. El frijol contiene

metabolitos secundarios como taninos, flavonoides, ácidos fenólicos y fibra, entre otros (De Mejía, *et al.*, 2003).

El grano de frijol consiste en tres partes diferentes: el cotiledón, la capa de la semilla o testa y embrión (germen), estos representan el 89%, 10% y 1% respectivamente de total de peso (Dueñas, *et al.*, 2006).

2.5 Composición de proteínas

El frijol es una buena fuente de aminoácidos aromáticos como lisina, leucina e isoleucina. Sin embargo, es deficiente en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), valina, triptófano y treonina. La digestibilidad aparente de los frijoles cocidos es de 68.8%. La valina es el aminoácido menos disponible, mientras que la lisina es el más disponible. No obstante, el tratamiento térmico excesivo puede disminuir la disponibilidad de algunos aminoácidos (Voyses-Voysest, 2000).

2.6 Composición de carbohidratos

Los carbohidratos son los componentes mayoritarios del frijol. La mayor parte son carbohidratos complejos, almidón y fibra dietética, mientras que la fracción de azúcares (mono, di y oligosacáridos) es significativamente menor (Tovar, 1992).

2.7 Composición de grasas

Aunque el contenido de grasa del frijol es bajo, tiene un alto porcentaje de fosfolípidos (25-35% de contenido total de grasa). El ácido linoléico es el ácido graso más abundante (Matthews, 1990).

2.8 Fitoquímicos del frijol

A los componentes o ingredientes fisiológicos activos de ciertos alimentos denominados nutraceuticos o funcionales se les conoce con el término fitoquímico. A su vez, un alimento nutraceutico o funcional es aquel que, por sus componentes fisiológicos activos, proporciona beneficios más allá de la nutrición y puede prevenir enfermedades o promover la salud. Algunos de

los fitoquímicos actualmente reconocidos en el frijol son: fibra, polifenoles, ácido fítico, taninos, inhibidores de tripsina y lectinas. El papel que juega la fibra del frijol como fitoquímico es por su efecto hipocolesterolémico, es decir, porque disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre. Por otra parte, la fermentación en el colón de la fibra soluble y el almidón resistente que generan ácidos grasos de cadena corta, provoca la disminución de la síntesis hepática del colesterol (Ulloa, 2011).

Los inhibidores de tripsina confieren protección contra rotavirus, inhiben las carcinogénesis y pueden ser utilizadas como agentes quimiprotectores, es decir, para proteger al organismo contra efectos secundarios de tratamientos de ciertas enfermedades. Por otro lado, las lectinas del frijol disminuye el crecimiento de linfomas no-hodking (cáncer del tejido linfoide, que abarca los ganglios linfáticos, el bazo y otros órganos del sistema inmunitario), y pueden utilizarse como marcadores de tumores al identificar células que se encuentran en las primeras etapas de diferenciación a células cancerosas (Ulloa, 2011).

2.9 Importancia del cultivo de frijol

2.9.1 Alimenticia

La producción mundial de frijol registra tendencia al alza durante la década reciente, impulsada por aumentos en la superficie cultivada y en los rendimientos promedio por unidad de superficie. En siete países se concentra el 63.0 por ciento de la cosecha mundial de la leguminosa: India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, México, China y Tanzania. El comercio de frijol en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas; en general, los principales países productores destacan también como importantes consumidores (FIRA, 2016).

En México, el frijol ocupa la cuarta posición en importancia por la superficie que ocupa, después del maíz, pastos y sorgo. Durante el año agrícola 2015 se cosecharon 1.56 millones de hectáreas, de las cuales el 90.0 por ciento se cultivaron en condiciones de temporal. Debido a lo anterior, la cantidad y distribución de la precipitación es uno de los principales factores que afectan la

productividad del cultivo. En 2014, la producción nacional de frijol se redujo a una tasa anual de 4.2 por ciento, mientras que en 2015 disminuyó 23.9 por ciento con respecto al año previo, para ubicarse en 969.1 miles de toneladas (FIRA, 2016).

2.10 Económica

Las variaciones en el precio del frijol en México se relacionan principalmente con la disponibilidad del grano cosechado. Así, los precios de las principales variedades de esta leguminosa mantienen tendencia al alza desde finales de 2015, como resultado de la disminución en la producción nacional en el año agrícola 2015. El precio del frijol azufrado ha mostrado los incrementos más fuertes en los últimos doce meses, de manera que en octubre de 2016 registró un aumento de 47.5 por ciento a tasa anual. En el mismo mes, los precios de las variedades pinto, flor de mayo y negro registraron aumentos anuales de 44.7, 41.4 y 15.7 por ciento, respectivamente (FIRA, 2016).

2.11 Consumo de frijol

El consumo de frijol en México, en los últimos tres años, se ubicó en un promedio de 1.1 millones de toneladas. México registra una balanza comercial de frijol deficitaria, cuyo saldo negativo durante 2014 fue el más reducido en la última década. Las importaciones del grano, que alcanzaron su nivel máximo en 2012, se redujeron significativamente durante los dos años siguientes y en 2015 se incrementaron 7.7 por ciento respecto a 2014, para ubicarse en 88,543 toneladas. Por su parte, las exportaciones se redujeron a una tasa del 43.9 por ciento anual, después de haber alcanzado su nivel máximo en la última década en 2014. Durante 2015, las importaciones netas de frijol representaron el 5.0 por ciento de consumo aparente de frijol en el país (FIRA, 2016).

2.12 Clima

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 10°C a 27°C, la planta de frijol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenado. El pH óptimo para sembrar frijol, fluctúa entre 6.5 y 7.5,

dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presenta su máxima disponibilidad, no obstante, se comportan bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5 (Lardizábal, 2013).

2.13 Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico del frijol incluye actividades como la preparación del terreno, siembra, labores culturales, cosecha, trilla y manejo postcosecha, las cuales se describen en este apartado. Es importante realizar todas las actividades del manejo agronómico, las cuales tienen como finalidad optimizar el rendimiento del frijol, sin incrementar considerablemente los costos de producción (Cesaveg, 2015).

2.14 Preparación del terreno

La preparación del terreno incluye la labranza mediante el subsoleo, barbecho, rastreo y nivelación. Si se prepara adecuadamente el suelo se facilita la emergencia de un número adecuado de plántula de frijol, estas son vigorosas y con ello se incrementa las posibilidades de obtener rendimientos altos (Thung y Rao, 1999). La emergencia adecuada de plántulas evita la resiembra, hace eficiente el uso del terreno y reduce los problemas durante las escardas y cosecha, ocasionados por falta de uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plántulas. El suelo debe estar libre de terrones y piedras grandes que causan problemas en la emergencia de plántulas de frijol (Lardizábal, 2013).

2.14.1 Subsoleo

En esta actividad se utiliza el subsolador (cincales) y permite el rompimiento de capas compactas del suelo. Se sugiere realizar esta práctica cada año después de la cosecha y en caso de que el suelo lo permita, se puede barbechar cada cuatro años. Se puede combinar el subsoleo con el barbecho, para facilitararlo, evitar el desgaste de la maquinaria y mejorar la calidad de la preparación del terreno (Escoto, 2013).

2.14.2 Barbecho

Se sugiere realizar esta práctica, con el arado de vertedera, inmediatamente después de la cosecha a una profundidad de 25 a 30 centímetros. El barbecho incorpora los residuos de la cosecha, facilita la captación de agua y favorece el buen desarrollo de las raíces. También se exponen las larvas de los insectos plaga a las temperaturas bajas del invierno, lo que reduce su incidencia y ataque en el siguiente ciclo de cultivo (Cesaveg, 2015).

2.14.3 Rastreo

Según el tipo del suelo, después del barbecho se recomienda efectuar uno o dos pasos de rastra en forma perpendicular al barbecho para deshacer los terrones y conservar la humedad del suelo. El primer paso de rastra debe hacerse 15 días después del barbecho el segundo poco antes de la siembra para eliminar la primera generación de la maleza y facilitar la siembra, germinación de la semilla y el desarrollo de las raíces del cultivo (Lardizábal, 2013).

2.14.4 Nivelación

En las áreas de riego y en algunas de temporal se sugiere esta práctica para lograr una buena distribución del agua de riego y evitar encharcamiento en las partes bajas del terreno (Cesaveg, 2015).

2.15 Descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo de frijol

Se hace una descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo de frijol en cuanto a los agentes o virus que los producen, condiciones para su presencia y los síntomas para identificarlas.

2.15.1 Virus del Mosaico Común del Frijol (VMCF)

El Virus del Mosaico Común del Frijol (VMCF) es el patógeno viral más importante de este cultivo, debido a que puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía mecánica, por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo. Las condiciones ambientales favorables para la aparición del virus

son de temperaturas medias entre 18 a 25°C y altas de 28°C. Los síntomas causados por el VMCF dependen de la variedad, de la cepa del virus y de las condiciones ambientales. En las variedades susceptibles, los síntomas se manifiestan con áreas verdes claras y oscuras delimitadas por la nervadura de las hojas y las cuales se enrollan hacia el envés (Cesaveg, 2015).

2.15.2 Virus del Mosaico Severo del Frijol (VMSF)

La enfermedad es transmitida por especies de coleópteros de los géneros *Diabrotica*, *Cerótoma* y *Epilachna*. También el virus es transmitido en forma mecánica por herramientas contaminadas. Los síntomas inducidos son severos, deforman las hojas, causan enanismo de la planta y pueden producir necrosis en algunas variedades de frijol (Mena, 2010).

2.15.3 Bacteriosis Común

Bacteriosis *Xanthomonas campestris* Pv. *Phaseoli* (Smith). Esta enfermedad se conoce con otros nombres: Bacteriosis, Tizón Común y Bacteriosis Común. La Bacteriosis Común tiene una amplia distribución geográfica, por su importancia económica se considera una de las principales enfermedades del frijol. La enfermedad causa daños en zonas calientes (28°C) con alta humedad relativa. La bacteria puede sobrevivir por periodos cortos en residuos de cosecha infectados. Los síntomas se presentan en las hojas, tallos, vainas y semillas. Inician con manchas húmedas o exudación en el envés de las hojas; luego las manchas aumentan irregularmente de tamaño, uniéndose una con la otra. Las partes infestadas se ven flácidas, rodeadas de una zona estrecha de tejido amarillo limón, posteriormente se vuelven necróticas y de color marrón, llegando a cubrir unas áreas tan grandes para causar defoliaciones (Cesaveg, 2015).

2.15.4 Antracnosis

La antracnosis del frijol es causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*. Es una enfermedad de importancia económica del cultivo del frijol. Es muy frecuente en localidades con clima fresco a fríos y alta humedad relativa. La enfermedad es favorecida a temperaturas entre 13 y 26°C, con una

óptima de 17-18°C y lluvias moderadas a intervalos frecuentes. Las lluvias acompañadas de viento son favorables para la diseminación de las esporas del patógeno a corta distancia. La antracnosis es frecuente en las localidades superiores a 1000 msnm., rara vez ocurre en lugares con climas secos y calientes. La semilla infectada es el medio más común de diseminación del patógeno. La transmisión del hongo en la semilla es alta. El agente patógeno tiene la capacidad de atacar la planta en cualquier etapa del desarrollo. En el estado de plántula, los síntomas se observan en el hipocotilo como pequeñas lesiones de color marrón oscuro, de aspecto acuoso, ligeramente hundidas y de forma ovalada. A medida que la planta se desarrolla, estas lesiones se pueden observar sobre el tallo principal o el pedúnculo de las hojas. En las hojas, los síntomas están muy bien definidos, sobre todo en el envés. El hongo avanza por las venas primarias o secundarias, causando necrosis en los tejidos (Escoto, 2013).

2.15.5 Roya

La roya (*Uromyces appendiculatus*) es una enfermedad de mucha importancia en el cultivo de frijol, los síntomas que causa pueden afectar cualquier parte aérea de la planta, ya sea en el tallo o vainas, pero es más común en las hojas, tanto en el haz como en el envés se inician como pequeños puntillos de color blanco-amarillento levantados, que posteriormente se incrementan y rompen la epidermis formando una pústula que pueden alcanzar un diámetro de un milímetro. Al madurar liberan una cantidad de polvillo color rojizo, que corresponde a las esporas del hongo. Las condiciones ambientales favorables para la aparición del patógeno son los periodos prolongados de 10-18 horas de alta humedad relativa (mayor de 90%) y temperaturas moderadas 17-27°C (Escoto, 2013).

2.16 Principales plagas en frijol

2.16.1 Diabrotica *Diabrotica balteata* y *D. undecimpunctata* (Coleóptera).

Existen varias especies de Diabrotica que se alimentan del frijol; sin embargo, es *D. balteata* la más importante para este cultivo. La hembra oviposita los huevecillos en el suelo cerca de las raíces de las plantas hospederas. El adulto es el que se alimenta del follaje; flores y vainas del frijol causando una reducción de la actividad fotosintética de la planta. El daño son pequeñas perforaciones circulares a ovaladas en hojas y vainas del frijol (Cesaveg, 2015).

2.16.2 Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemíptera).

La hembra adulta pone los huevecillos en el envés de las hojas, posteriormente emergen las ninfas o estados inmaduros que son de color pálido o amarillo pálido pasando por cuatro estadios. Las ninfas y adultos sobreviven alimentándose en el envés de las hojas donde succionan la savia. El follaje se torna color amarillo moteado, seguido de defoliación y muerte de las plantas. Además, ninfas y adultos de la mosca blanca secretan una sustancia azucarada (mielecilla) que permite el desarrollo de un hongo llamado fumagina reduciendo la actividad fotosintética de las plantas dañadas (Lardizábal, 2013).

2.16.3 Mosca de la semilla *Delia* sp (Díptera)

Este insecto plaga es una mosca gris oscuro y de 5 a 6 mm de longitud con el cuerpo cubierto de setas. Las larvas de color blanco cremoso de 7 a 8 mm de longitud y con la parte posterior del cuerpo más ancha que la anterior. El daño es causado por la larva al alimentarse dentro de la semilla o plántulas durante la germinación o emergencia. Cuando el ataque es en plántulas recién emergidas se observa un hinchamiento en la base del tallo (Cesaveg, 2015).

2.16.4 Pulgones *Myzus persicae* y *Aphis gossipii* (Hemíptera)

Existen alrededor de 300 especies de pulgones consideradas como plagas de cultivos agrícolas. De todas ellas hay algunas que solo afectan a un solo cultivo y otras que lo hacen a un gran número de cultivos. Los pulgones causan daños directos que al succionar la savia de las plantas provocan una alteración fisiológica que trae como consecuencia bajos rendimientos, además de ser transmisores de virus (Cesaveg, 2015).

2.16.5 Chicharritas *Empoasca fabae* (Hemíptera)

Los adultos son pequeños insectos que miden de 3-4 mm de longitud de color verde claro a verde oscuro o amarillento, presentan manchas blanquecinas en la cabeza. Las hembras invernantes de las chicharritas ponen los huevecillos sobre la laminilla foliar, peciolo de hojas y tallos tiernos de las plantas del frijol, 8 a 10 días después emergen los estados inmaduros (ninfas) que pasan por 4 a 5 etapas alimentándose en el envés de las hojas. Los daños causados por la alimentación de estos insectos se observan como pequeños puntos amarillentos y posteriormente viene un encarrujamiento y clorosis completa de hojas manifestándose en un crecimiento raquítico de las plantas. Los ataques y daños provocados por este insecto son mucho más severos en épocas secas y cálidas del año y sobre todo en etapas tempranas de desarrollo del cultivo (Cesaveg, 2015).

2.16.6 Conchuela *Epilachna varivestis* (Coleóptera)

Los adultos son pequeños escarabajos de cuerpo ovalado y convexo de color café dorado con 8 manchas negras circulares en cada ala. Estos insectos plaga son de mayor importancia en la temporada de lluvias. Las hembras adultas llegan a los cultivos de frijol donde depositan los huevecillos en grupos de 40 a 60 sobre las hojas. Una o dos semanas después emergen las larvas (borreguitos) los cuales, al igual que los insectos adultos se alimentan del tejido foliar dejando únicamente nervaduras, en poblaciones muy elevadas llegan a alimentarse tanto de vainas como tallos de las plantas (Cesaveg, 2015).

2.16.7 Minador *Liriomyza* sp (Díptera).

Es una plaga común en frijol y los mayores daños se observan cuando las plantas son pequeñas (de plántula hasta tercera hoja trifoliada). El daño es causado por las larvas que al alimentarse perforan y minan las hojas. El adulto es una mosquita de color amarillo con manchas oscuras en el cuerpo y cabeza, mide alrededor de 2 mm de largo, son de forma cilíndrica con la parte anterior puntiaguda y el otro extremo achatado. Las pupas son de color café, de forma cilíndrica y permanecen en el suelo (Cesaveg, 2015).

2.16.8 Trips *Thrips* sp, *Caliothrips phaseoli*, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera).

Estos insectos miden de 1 a 2 mm de longitud con una coloración que varía del marrón oscuro al amarillo claro. Poseen un aparato bucal picador-raspador. Los adultos presentan alas bien desarrolladas y rodeadas por una serie de flecos mientras que las larvas carecen de alas. Generalmente se localizan en las flores y puntos de crecimiento donde se alimentan y reproducen a gran velocidad. El daño lo causan ninfas y adultos al alimentarse del follaje que se torna a un color plateado para posteriormente causar la muerte del tejido afectado. También son considerados como transmisores de enfermedades virales en frijol y otros cultivos hortícolas (Cesaveg, 2015).

2.17 Nematodos asociados al frijol

Muchos nematodos están asociados con las raíces y suelos en el cultivo del frijol y varios causan daño considerable a planta. Sin embargo, únicamente especies de los géneros *Meloidogyne* (nematodo agallador), *Nacobbus* (falso agallador) y *Pratylenchus* (nematodos lesionadores) si se encuentran en poblaciones elevadas pueden ocasionar pérdidas que van del 10 al 90 por ciento. Por otra parte, en particular el nematodo agallador predispone a muchas plantas incluyendo al frijol a patógenos del suelo que incitan enfermedades tales como pudriciones de raíz y marchitez (Abawi, *et al.*, 1991).

2.18 Importancia

Los nematodos parásitos de las plantas son de gran importancia en la agricultura porque se alimentan de los tejidos vegetales y algunos actúan como vectores de enfermedades virosas, estos animales causan pérdidas anuales en la agricultura estimadas en un 10 por ciento (Alonso, 1979).

Hasta mediados de este siglo se reconoció a nivel mundial, la importancia de los nematodos como agentes causantes de enfermedades en las plantas, aunque estos organismos ya se habían estudiado hace más de 100 años, tanto en Europa como en las Islas Británicas (NAS, 1978).

Yépez (1972), cita que las especies de nematodos que causan mayor daño a las plantas en todo el mundo son primeramente parásitos de raíces, y en la mayoría de los casos pasan todo su ciclo biológico en el suelo o en las raíces de las plantas hospederas.

2.19 Enfermedades ocasionadas por nematodos

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

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

Kodira y Westerdahl (1997), reportan a los nematodos lesionadores *Pratylenchus scribneri* y *Pratylenchus* spp. También los nematodos noduladores de la raíz a: *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, y *M. javanica*, en donde estos son considerados que causan daño significativo, las reducciones en la producción pueden ser 45 a 80 por ciento lo cual se debe a poblaciones altas de nematodos.

2.20 Especies de *Meloidogyne* spp

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

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

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

2.21 Distribución

Campos (1987), menciona la presencia de nematodo del género *Meloidogyne* son comunes en los cultivos de frijol, en el Norte del Estado de Tamaulipas; Delicias, Chihuahua; Villa Constitución, Baja California Sur, y en La Laguna. Por otra parte, Agrios (1991), cita que los nematodos del nódulo de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido e inviernos cortos y moderados. Caswell- Chen (1999), reporta que su distribución es cosmopolita, pero es más común en áreas templadas, tropicales y subtropicales.

2.22 Importancia económica

De los nematodos agalladores, *M. incognita*, es uno de los fitoparásitos de mayor importancia por el deterioro económico que produce por su distribución mundial, su extenso grupo de hospederos y por su interacción con otros agentes como hongos y bacterias, constituyendo de esta forma uno de los mayores problemas para las plantas cultivadas en el mundo (Giles, 2014).

Los daños y pérdidas ocasionados por *Meloidogyne*, al igual que la mayoría de los nematodos fitoparásitos se incrementa en regiones con clima tropical debido a la diversidad de los patógenos; las condiciones para la colonización, desarrollo, reproducción y dispersión se ven favorecidas, además de recursos humanos y financieros para el manejo de los cultivos incrementa el problema (De Weale y Elsen, 2007).

2.23 Hospedantes

Caswell-Chen (1999), cita que el rango de hospederos es muy amplio, más de 700, en los cuales se incluyen cultivos de grano y plantas ornamentales.

2.24 Clasificación taxonómica

Según Caswell (1999)

Phylum	Nematoda
Clase	Secernentea
Subclase	Diplogasteria
Orden	Tylenchida
Suborden	Tylenchina
Superfamilia	Heteroderoidea
Familia	Heteroderidae
Subfamilia	Meloidogyninae
Género	<i>Meloidogyne</i>
Especie	<i>M. incognita</i>

2.25 Síntomas

En raíces de las plantas atacadas se forman numerosas agallas y tumores de forma y tamaño variable; la deformación de raíces dificulta el desarrollo de las plantas y las debilitan. Durante la floración se cae mucha flor o provoca abortos, lo que disminuye considerablemente el rendimiento. En la

parte aérea los síntomas son distintos, semejantes a plantas con problemas de raíces, como amarillamiento, achaparramiento y marchitez prematura (Campos, 1997; De la Garza, 1996).

El nematodo al alimentarse incita el agallamiento y proliferación de las células resultando hinchamientos, llamadas agallas en las raíces. Sin embargo, algunos tipos de frijol no agallan mucho, un ejemplo es el Blackey CB3 el cual es susceptible y puede soportar altas poblaciones de este nematodo, pero muestra poco agallamiento (Kodira y Westerdahl, 1997)

2.26 Ciclo de vida

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

Las hembras de *Meloidogyne* ssp se reproducen por partenogénesis, de tal manera que los machos vermiformes no están involucrados en la reproducción y dejan la raíz después de la muda final. Los huevos son depositados en una matriz gelatinosa (masas de huevos) que emergen a la

superficie de la raíz. Tanto huevos como J2 contribuyen a la sobrevivencia hibernante siendo los J2 el inoculo primario en la primavera (Faske, 2006).

2.28 Morfología y Anatomía de *Meloidogyne incognita*

La morfología y anatomía son importantes en estudios taxonómicos para la identificación de especies de *Meloidogyne*, y en la comprensión de las funciones fisiológicas. La morfología de los nematodos agalladores cambia durante su ciclo de vida. El primer estadio juvenil se forma al final de la embriogénesis, inmediatamente muda dentro del huevo pasando a juvenil de segundo estadio llamándose “estado infectivo”, llamado así, porque es el único capaz de penetrar en la raíz de las plantas hospedantes considerándose como un ecto o endoparásito migratorio (NAS, 1978).

Los machos a diferencia de las hembras, no son esféricos, son vermiformes, una vez que alcanzan el estado de adulto presentan de 1000 a 1500 micras de longitud, no obstante, en las primeras fases de su desarrollo 2º larvario, su cuerpo es ligeramente engrosado. La longitud labial de los machos es alargada, presentando labios laterales; el estilete presenta nódulos basales prominentes y el poro excretor está localizado a nivel del anillo nervioso; el esófago presenta desarrollo normal del procorpus y del bulbo medio valvado, teniendo istmo estrecho y región glandular sobrepuesta ventralmente al intestino, pero no tan fuertemente desarrollada como en las hembras. Actualmente las características morfológicas de la cabeza del macho son más usadas para identificar con precisión, las especies más comunes de este género (Sasser, 1977).

2.29 Biología de *M. incognita*

Generalmente pasan el invierno en suelo en forma de huevos. En primavera conforme la temperatura del suelo se incrementa, los juveniles de segundo estado J2, eclosionan, emigran a través del suelo y penetran en las raíces de las plantas hospederas, donde establecen sitios de alimentación. Durante el crecimiento, los juveniles van engrosando y mudando hasta convertirse en hembras adultas o machos. Las hembras son redondeadas e

inmóviles, los machos filiformes y generalmente abandonan la raíz pues no se alimentan. Las hembras producen hasta 300 o 400 huevecillos envueltos en una masa gelatinosa. Generalmente los nematodos agalladores completan su ciclo en menos de un mes dependiendo de la temperatura del suelo y por lo tanto puede tener varias generaciones durante un ciclo (Talavera, 2003).

2.30 Factores edafoclimáticos que afectan el desarrollo de *M. incognita*

La mayoría de la población de *M. incognita* se encuentra de 5 a 30 cm de profundidad de suelo, decreciendo su densidad hasta los 100 cm de profundidad (Van Gundy, 1985; Taylor y Sasser, 1983). Debido a que el hábitat de *M. incognita* es el suelo, los principales factores (temperatura, humedad, textura, aireación y química del suelo) que afectan a esta especie pueden influir directa o indirectamente en la severidad del daño causado (Daulton y Nusbaum, 1961; Van Gundy, 1982).

2.30.1 Temperatura

Esta afecta la producción, reproducción desarrollo y la supervivencia de los huevos, determinando así la localización y parasitismo del nematodo agallador, las especies de *M. incognita*, *M. javanica*, *M. Arenaria* y *M. exigua* son termófilas y no sobreviven en suelos con temperaturas menores de 10 °C y se restringen a áreas inferiores a los 2000 msnm. En conclusión, las especies de *Meloidogyne* presentan el siguiente orden de resistencia al frío (de mayor a menor, respectivamente): *M. chitwoodi*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* (Van Gundy, 1982; Jatala, 1986).

2.30.2 Humedad

La fluctuación de la humedad del suelo debido a la lluvia o la irrigación es el factor importante para la dinámica de las poblaciones de *M. incognita* (Jiménez y López, 1987). El exceso de humedad propicia la carencia de oxígeno en el suelo e incrementa las toxinas de los microorganismos anaeróbicos. Los nematodos de género *Meloidogyne* son activos en suelos con niveles de humedad de 40 a 60 por ciento la capacidad de campo (Jatala, 1986).

2.30.3 Textura

La actividad y los movimientos del nematodo en el suelo, para alcanzar la raíz, se encuentran relacionados con la porosidad y el tamaño de las partículas del suelo, espesor de la película de agua que existe y del movimiento específico del nematodo, *M. incognita* y *M. hapla* son más abundantes en suelos limo-arenosos que en los arcillosos (Taylor y Sasser, 1983; Van Gundy, 1985 y Jatala 1986).

2.30.4 Aireación

La aireación escasa en el suelo reduce la supervivencia y la densidad poblacional de los nematodos. Este es el caso típico de los suelos irrigados. La supervivencia se reduce porque el suministro de oxígeno llega a niveles bajos durante el periodo de irrigación durante anegamiento (Taylor y Sasser, 1983; Jatala, 1986).

2.30.5 pH del suelo

La especie *M. incognita* sobrevive normalmente en un pH de 4 a 8 (Van Gundy, 1985).

2.31 Índice de agallamiento

De acuerdo con Barker (1985), existen varias escalas para medir el índice de agallamiento:

- a) El índice de 0 – 4, indica que 0 = 0; 1 = 25; 2 = 50; 3 = 75 y 4 = 100 % de raíces con agallas.
- b) El índice de 0 – 5, indica que 0 = 0; 1 = 10; 2 = 20; 3 = 50; 4 = 80 y 5 = 100 % de raíz agallada.
- c) El índice de 1 – 6, indica que 1 = 0; 2 = 10; 3 = 20; 4 = 50; 5 = 80 y 6 = 100 % del sistema radicular con agallas.
- d) El índice de 0 – 10; indica que 0 = 0; 1 = 10; 2 = 20; 3 = 30; 4 = 40; 5 = 50; 6 = 60, 7 = 70; 8 = 80; 9 = 9 y 10 = 100 % del sistema radicular con agallas.

Asimismo, se trabaja con otro índice de agallamiento en escala de 1 – 5, basado en el número de agallas por sistema radicular y diámetro de agallas y

así: 1 = Sin agallas o escasas agallas con un promedio de diámetro de agallas menores de 1 mm, 2 = Escasas agallas, con un promedio de diámetro de agallas entre 1 y 2 mm, 3 = Las agallas en su mayoría no están unidas, con un diámetro promedio entre 2 y 3 mm, 4 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio entre agallas entre 3 y 4 mm, 5 = Agallas numerosas y unidas, con un diámetro promedio de agallas mayores de 4 mm (Maluf, *et al.*, 2002).

2.32 Manejo integrado de nematodos

El Manejo Integrado de Plagas es un método socialmente aceptable, ambientalmente responsable y económicamente práctico para controlar las poblaciones de plagas. El MIP incorpora una variedad de métodos culturales, biológicos y químicos para manejar eficientemente las poblaciones de plagas, mientras reduce la dependencia de los medios químicos de control (Sikora y Skowronek, 2002).

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).

2.33 Control cultural

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

3.34 Control biológico

En la actualidad los agentes de control biológico existentes en el mercado no suelen ser considerados alternativas de control de nematodos y de

acuerdo con la experiencia actual no es previsible a corto plazo la sustitución de los nematicidas de origen químico por los agentes de control biológicos, pero estos se pueden tener una función en las alternativas de control integrado o ecológico, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Con carácter, el control biológico con agentes nematicidas o nematostáticos es menos consistente y efectivo, resultando más lento en su acción que los nematicidas de origen químico (Barres, *et al.*, 2006).

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

2.35 Control químico

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

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

Los nematicidas que han sido más comúnmente utilizados en la producción de algodón a nivel mundial son los carbamatos y los organofosforados granulados y ambos son clasificados como fumigantes (Nel, *et al.*, 2007).

Debidos a que *Meloidogyne incognita*, tiene una amplia gama de hospedantes, su combate resulta difícil. Se recomiendan aplicaciones de nematicidas fumigantes en replantación con 1,2 Ddcloropropeno y Metam sodio, que son considerados efectivos para reducir infestaciones tempranas de este nematodo (Davis, 2017). Sin embargo, aunque los nematicidas son efectivos presentan riesgos de seguridad y daños al medio ambiente. Por lo anterior, se vuelve muy importante el desarrollar métodos de combate no selectivos y más económicos, como los métodos de biocontrol (Noling, 2009).

Para el control de *Meloidogyne spp* se ha utilizado el método químico, donde el bromuro de metilo ha sido el fumigante de suelo que más efectividad ha mostrado. Sin embargo, su uso ha sido registrado y en muchos países prohibido debido a los efectos nocivos que provoca al medio ambiente y al hombre (Cuadra, *et al.*, 2017).

2.36 Abamectina (Avicta 400 FS) como tratamiento a la semilla

El producto Avicta FS 400, es un nematicida que tiene como ingrediente activo a la Abamectina al 40 %, equivalente a 400 gr/l AL, en una formulación floable. Actúa a nivel de las terminaciones nerviosas propiamente dichas o en la zona de contacto entre una fibra nerviosa y una fibra muscular. La Abamectina estimula la liberación masiva a este nivel de un compuesto químico el Ácido Gamma Aminobutírico o GABA, el cual cumple con la función de neurotransmisor. La presencia de grandes cantidades de GABA a nivel sináptico conduce a un bloqueo total de los receptores específicos localizados

en las terminaciones nerviosas, abre el canal de cloro, hiperpolarizan la neurona, lo que produce las interrupciones de los impulsos nerviosos del parásito y en consecuencia de su muerte por parálisis flácida y eliminación del parásito. Este modo de acción original es propio de las avermectinas, entre ellas las Abamectina y la distingue de las otras familias de sustancias antiparásitas (Chen, *et al.*, 2006).

Avicta es un verdadero nematicida que elimina a los nematodos instantáneamente. Presenta una intrusiva actividad matando a los nematodos de manera instantánea. Estudios en invernaderos demuestran que las plantas que se desarrollan a partir de semillas tratadas con Avicta fueron más altas, presentaron sistemas radiculares mayores y estadísticamente tuvieron menos agallas en la raíz y nematodos en el suelo (Syngenta, 2017).

2.36.1 Abamectina

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

Investigaciones preliminares han demostrado que la semilla tratada con Abamectina (Avicta) tiene un buen potencial para mitigar los daños temprano en temporada causados por el nematodo de los nódulos radiculares. En particular protege la parte apical la raíz contra las infectivas larvas juveniles durante la germinación y al estado de plántula previniendo de esta manera el daño al tejido meristemático que a menudo da como resultados bifurcaciones de las raíces. Además, puede ser una efectiva herramienta en el MIP en combinación en otras estrategias de manejo (Becker, 2011).

2.36.2 Usos de Abamectina (Avicta 400 FS)

El uso de 3 dosis diferentes de Abamectina (Avicta 400 FS), 0.40 ml, 0.60 ml y 1.00 ml de PF/1000 semillas de chile habanero, presentaron un mayor desarrollo en todos los parámetros evaluados y por tanto tendrán una mejor estructura que los conlleve a tener una mayor producción al final de su ciclo (Mejía, 2016).

El uso de Abamectina (Avicta 400 FS) a una dosis de 1.00 ml de PF/1000 semillas de zanahoria, fue la dosis que obtuvo un menor índice de agallamiento y en base a ello se recomienda para el control de *Meloidogyne incógnita* en el suelo con altas infestaciones, a los 30 dds (López, 2017).

Se sugiere el uso de las tres dosis de 0.40, 0.60 y 1.00 ml de producto formulado de Abamectina en el cultivo de chile güero *Capsicum annum* (Avicta 400 FS), para el control de *Meloidogyne incognita* en suelos con altas infestaciones bajo condiciones de macrotúnel a los 30 días después de la emergencia, ya que en la evaluación; todos los parámetros presentaron un mayor desarrollo y por lo tanto se logra establecer una buena producción del cultivo (Pérez, 2016).

2.37 Carbofuran

Nombre químico: 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metil-carbamato,
Nombre común: carbofuran (ANSI, ISO), Ingrediente activo: Benzofuranil metil carbamato. Es un carbamato sistémico con actividad insecticida, nematicida y acaricida, que actúa por ingestión, contacto y un poco por inhalación. Es bien absorbido por vía radical y transportado a la parte aérea sin alcanzar el fruto. Actúa por contacto sobre nematodos e insectos del suelo y por ingestión sobre insectos chupadores y masticadores de la parte aérea, en especial, durante los primeros estados de desarrollo del cultivo. Puede ser aplicado tanto al suelo, en su totalidad o en bandas: para el control de nematodos, larvas terrícolas de insectos e insectos y ácaros de la parte aérea, como en pulverización de la parte aérea. Interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa (Terralia, 2018).

Carbofuran resulta efectivo para el control de nematodos: Nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*), nematodo agallador (*Meloidogyne* sp.), nematodo anillado (*Criconemoides* sp.), nematodo barrenador de la raíz del banano (*Radopholus similis*), nematodo daga (*Xiphinema* sp.), nematodo daga de la vid (*Xiphinema americanum*), nematodo de la soya (*Heterodera glycines*), nematodo de los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*), nematodo del raquitismo (*Tylenchorhynchus* sp.), nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*), nematodo *dorylaimus* (*Dorylaimus* sp.), nematodo enquistado (*Heterodera* sp.), nematodo espiral (*Helicotylenchus* sp.), nematodo naccobus (*Nacobbus aberrans*), nematodo lesionador de la raíz (*Pratylenchus* sp.), nematodo *rotylechus* (*Rotylechus* sp.), nematodo *thornei* (*Pratylenchus thornei*) (Terralia, 2018).

Su eficacia se reduce en suelos en condiciones secas. Puede utilizarse en todos los tipos de suelos minerales y orgánicos. La eficacia del tratamiento con gránulos puede disminuir cuando la biodegradación es rápida y deja la concentración del producto en el suelo, para matar las larvas cuando eclosionan los huevos. No aplicar en un mismo lugar más de 1 vez en 2 años para reducir el riesgo de estimular la biodegradación (Terralia, 2018).

2.38 Furadan 5% G

Composición: Carbofuran: Concentración: 5g/Kg Formulación: Granulado Grupo Químico: Carbamatos Clase de Uso: Insecticida-Nematicida (FMC, 2005). Furadan 5G, es un insecticida, nematicida sistémico y de contacto protege el cultivo por medio de su amplio espectro de control de las plagas o acción múltiple. En mecanismo de acción de Furadan 5G es el de inhibir la Acción de la Acetil Colinesterasa (ACHE), ocurriendo un aumento de la enzima acetilcolina, luego se producen los síntomas de la intoxicación en los insectos como hiper excitación, parálisis y luego la muerte del mismo (FMC, 2005).

Cuadro 1. Furadan 5G. Se recomienda para el control de las siguientes plagas en los cultivos aquí indicados.

Cultivo	Plaga	Dosis	Observaciones
Caña de Azúcar	Nematodos <i>Meloidogyne spp.</i> <i>Pratylenchus spp.</i> <i>Helicotylenchus spp.</i>	En banda:30-40 kg/ha	A la siembra, incorporar el producto lo más cercano a la semilla.
Maíz	Nematodos <i>Pratylenchus spp.</i> <i>Tylenchorhynchus spp.</i> <i>Aphelenchus spp.</i> Barrenadores <i>Zeadiatraea grandiosella</i>	24-30 kg/ha 24-30 kg/ha	Aplicar al suelo alrededor del de la base de la planta, cuando las larvas estén en 1er y 2do instar.
Sorgo	Nematodos <i>Pratylenchus spp.</i> <i>Aphelenchus spp.</i> Nematodo radical <i>Tylenchorhyncus spp.</i>	12 kg/ha	Círculos de 20 cm alrededor de la semilla.

2.39 Chimal (*P. lilacinus*).

Paecilomyces lilacinus, es uno de los hongos nematocidas con muy buenos potenciales de uso para el control de nematodos en la agricultura, registrados durante las dos últimas décadas (Neethling, 2002). Es un hongo del suelo, cuyas conidias son encontradas naturalmente en los suelos de Zamorano (Miralles,1999). EL descubrimiento de este hongo ha estimulado el estudio para el control biológico de nematodos parasíticos de plantas.

Paecilomyces lilacinus parasita huevos y hembras de nematodos causando destrucción de ovario y reducción de eclosión, se han conseguido resultados muy satisfactorios en el control biológico de este nematodo en cultivos oleícolas como el tomate. Este hongo al parasitar las masas de huevos de los nematodos, dejan estériles y muertos a nematodos hembras. Ataca en la masa gelatinosa donde son puestos en colonias sobre la hembra que después de unos días eclosionan causando desastrosos efectos en los nematodos; por consiguiente, por esta acción parasítica hay un efectivo control para las generaciones sucesivas (Fernández, 2002).

Fernández (2002), asegura que el hongo ha demostrado capacidad de regular las poblaciones de nematodos a niveles no dañinos al cultivo y en algunos casos, ha servido como estimulador de desarrollo de las plantas. Sin embargo, en algunos estudios encontraron baja efectividad de este organismo en el control de nematodos, lo cual se puede atribuir a la época de aplicación, ya que el hongo debe establecerse en el suelo para poder actuar, siendo principalmente parásito de huevos de nematodos (Ibarra, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera tiene una extensión territorial de 500,000 has y está situada en la parte suroeste del Estado de Coahuila. Se encuentra ubicada entre los paralelos 25°25' y 25°30' de latitud norte, y entre los meridianos 102°51' y 103°40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich teniendo una altura de 1129 msnm., localizado en el Suroeste del Estado de Coahuila y Noroeste del Estado de Durango, al Norte con el Estado de Chihuahua y al Sur con el Estado de Zacatecas.

3.2 Lugar de la realización del estudio

El presente estudio se realizó en el interior de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, localizada en periférico carretera Santa Fe, Municipio de Torreón, Coahuila, México, que de acuerdo al GPS StretPilot™ Garmin, se encuentra ubicada geográficamente a los 25°33'24.8" latitud norte, 103° 22' 18.40" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel medio del mar de 1107 m.

3.3 Acciones realizadas durante el experimento

Para iniciar el trabajo en campo el día 17 de octubre de 2017, se realizó la colecta de suelo y raíces de arbustos de truenos de los jardines de la UAAAN – UL y de “Rancho El Negro” infestados con nematodos de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita*, ya que el trueno *Ligustrum lucidum* es uno de los hospederos para la supervivencia de este nematodo fitoparásito. Se extrajeron 10 submuestras de suelo y raíces, para luego realizar la homogenización de una muestra compuesta.

Una vez obtenida 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 del nematodo *Meloidogyne incognita*, con la finalidad de verificar la viabilidad de los nódulos radiculares. Se detectó una

gran cantidad de nódulos radiculares en las raíces de trueno *L. lucidum* extraídas, lo que demostró una severa infestación de este nematodo y altas infestaciones de este patógeno en el suelo utilizado para lograr el experimento en las plantas de frijol.

3.4 Diseño experimental

En este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 4 repeticiones; cada unidad experimental constó de 6 macetas y 24 macetas por tratamiento, obteniéndose 96 macetas en total, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución del diseño experimental de bloques completamente al azar para evaluar TI Furadan 5%G (Carbofuran), TII Chimal (*P. lilacinus*), TIII Abamectina (Avicta 400 FS) y TIV (Testigo) aplicados para control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) en la UAAAN-UL. 2017

Croquis del experimento para evaluación de cuatro tratamientos de nematicidas para control de nematodos.

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

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

Para la realización de este trabajo se utilizaron semillas de frijol negro, vaso de precipitado, recipiente de polipropileno con tapa de rosca para el tratamiento de semillas; macetas con capacidad de 3.5 kg; herramientas de campo, como son: pala azadón y manguera de riego, y materiales para la toma de los datos a obtener, libreta de campo, lápices, cámara fotográfica, báscula, microscopio estereoscópico, vernier, regla graduada, bolsas de polipropileno y una aspersora manual.

El día 22 de octubre del 2017 se realizó el llenado de macetas con una capacidad de 3.5 kg, de suelo, dejando un espacio vacío para el manejo del riego, esto se realizó días después de coleccionar las submuestras y obtener la muestra compuesta para evitar la inanición de los nematodos expuestos al sol y al viento. Las macetas fueron colocadas sobre plástico para evitar la contaminación de nematodos del suelo. Posteriormente se etiquetaron las macetas con los respectivos datos de los diferentes tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron Abamectina (Avicta 400 FS), Furadan 5%G, (Carbofuran), Chimal *P. lilacinus* 6.53 PH y un testigo sin aplicación y se presenta en el siguiente cuadro 3. Con sus respectivas dosis.

La aplicación de Avicta 400 FS consistió en agregar la dosis recomendada de 1ml/1.5 de agua destilada en un recipiente con tapa de rosca para el tratamiento, mezclando el producto con 72 semillas de frijol. Para el tratamiento de Furadan 5%G (Carbofuran), se pesó en la báscula la dosis recomendada de 1.0 gr se colocó en 24 papelitos con un total de 24.0 gr de Furadan para después agregarlo a las macetas de 2 a 3 cm profundidad en del suelo antes de la siembra. El tratamiento de Chimal *P. lilacinus* 6.53 PH se pesó en la báscula la dosis recomendada de 5.0gr/l de agua para las 24 macetas por último el tratamiento testigo sin aplicación.

3.5 Aplicación antes de la siembra

El día 25 de octubre del año 2017, con la ayuda de una aspersora manual se realizó la primera aplicación antes de la siembra del tratamiento Chimal *P. lilacinus* 6.52 PH con su respectiva dosis 5gr/ 1lt de agua.

Cuadro 3. Tratamientos y dosis a evaluar para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) UAAAN – UL. 2017

TRATAMIENTOS	DOSIS	DOSIS
1. Furadan 5%G (Carbofuran)	1.0 gr	
2. Chimal (<i>P. lilacinus</i>)6.53	5gr/1l agua	5gr/1l agua
3. Abamectina (Avicta 400 FS)	1.0 ml/l agua	
4. Testigo absoluto (sin aplicación)	_____	_____

3.6 Siembra

La siembra se llevó a cabo el día 26 de octubre 2017, se efectuó un riego de presiembra y posteriormente a tierra venida se depositaron 3 semillas de frijol por cada maceta a una profundidad de aproximadamente de 1 a 2 cm, para garantizar la germinación.

3.7 Riego

Los riegos después de la germinación fueron realizados cada tercer día para mantener la humedad del suelo.

3.8 Emergencia

La emergencia de las plántulas ocurrió el día 2 de noviembre del 2017 a los 7 días después de la siembra en un 70% de las macetas, el otro 30% se llevó a cabo un día después. A los 5 días se realizó el aclareo de las plantas dejando una sola planta por maceta. Las labores culturales de deshierbe y

aporque se realizaron dos veces por semana. Asimismo, después de la germinación se prestó un mayor cuidado de las plantas y del área completa.

3.9 Aplicaciones

7 de noviembre 2017 se realizó una segunda aplicación del tratamiento Chimal *P. lilacinus* 6.52 PH con su respectiva dosis 5gr/ 1l de agua.

A los 25 días de desarrollo y crecimiento vegetativo de la planta se observaron un promedio de 10 moscas blancas (*Bemisia tabaci* Genn.) en 12 plantas por cada tratamiento establecido. De inmediatamente al ser determinada esta infestación de la plaga se procedió a realizar dos aplicaciones del insecticida Abaneem a dosis de 1ml/l de agua, para las 96 macetas logrando así suprimir la densidad poblacional de la plaga.

A los 40 días, tomando en cuenta los días a partir de la emergencia, el día 7 de diciembre del año 2017 se realizó la toma de datos de los parámetros requeridos para evaluar y determinar el vigor de las plantas. Lo primero que se realizó fue la extracción de las plantas de frijol de las macetas cuidadosamente para no romper el sistema radicular. Luego con agua a presión fueron lavadas, para descubrir el sistema radicular, este proceso se realizó con mucho cuidado para no dañar las raicillas de las plantas. Al terminar de remover el suelo de la raíz de las plantas, se colocaron 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 longitud y peso de la raíz; diámetro de la base del tallo, con un vernier y longitud y peso del mismo. Y con un microscopio estereoscópico se realizó el conteo del número de agallas radiculares (de acuerdo con la escala propuesta por Barker).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sembradas se desarrollaron bajo condiciones de macrotúnel y con suelo infestado del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, en comparación con plantas de lotes donde la distribución de este nematodo no es uniforme se obtuvieron los siguientes resultados.

4.1 Vigor de las plantas

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

4.2 Diámetro de la base del tallo

La comparación de medias de diámetro del tallo de las plantas del frijol de acuerdo a la prueba de Tukey, demostró que todos los resultados son estadísticamente iguales como se puede observar en el cuadro 4 y figura 1.

Cuadro 4. Promedios de diámetro del tallo, con aplicación de (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Diámetro del tallo (Media)	del Comparación ($\alpha=0.05$)
Furadan 5%G	1.0 gr	2.955	A
Testigo (SA)	Testigo	2.9125	A
Chimal 6.53 PH	5.0 gr/l agua	2.705	A
Avicta 400 FS	1.0 ml/l agua	2.435	A

*Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05

PF: Producto formulado CV (24%)

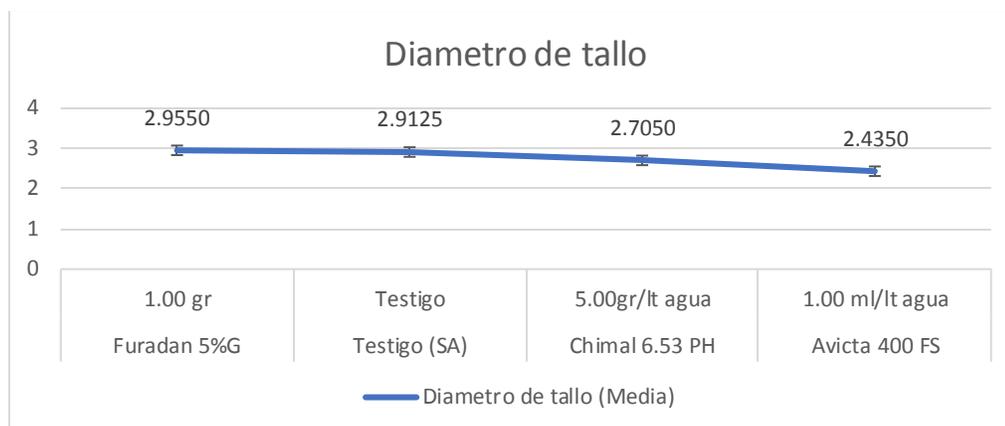


Figura 1. Medias del tallo con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris*L.) UAAAN – UL. 2017

4.2 Longitud de raíz

La comparación de medias de longitud de la raíz de las plantas de frijol de acuerdo a la prueba de Tukey, demostró que los resultados son iguales estadísticamente como se muestra en el cuadro 5 y figura 2.

Cuadro 5. Promedios de longitud de la raíz con aplicación de (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, y Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Longitud de raíz (cm)	Comparación ($\alpha=0.05$)
Furadan 5%G	1.0 gr	25.8875	A
Testigo (SA)	Testigo	25.7875	A
Chimal 6.53 PH	5.0 gr/l agua	24.7875	A
Avicta 400 FS	1.0 ml/ l agua	24.52	A

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

PF: Producto formulado

C.V.:(24%)

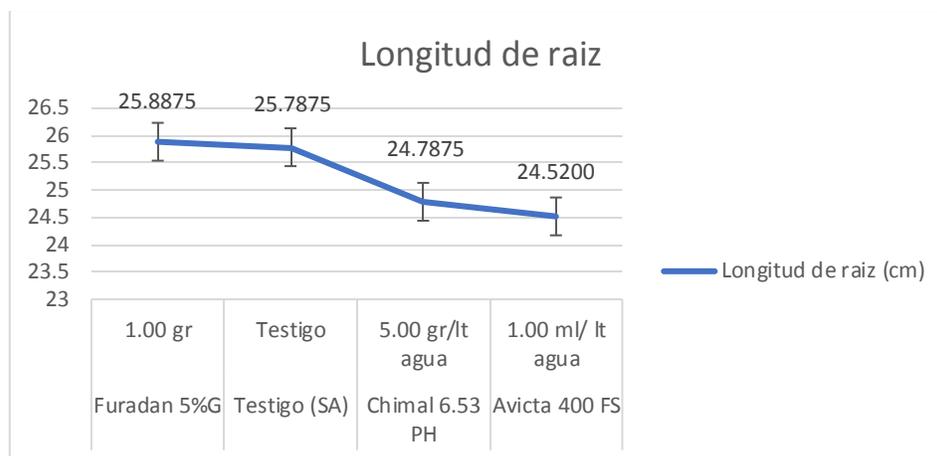


Figura 2. Medidas de longitud de raíz con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

4.3 Peso de raíz

La evaluación del peso de la raíz de las plantas de frijol de acuerdo a la prueba de Tukey, nos muestra que los resultados son estadísticamente iguales, como se señala en el cuadro 6 y figura 3.

Cuadro 6. Promedios de peso de raíz con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Peso de raíz (gr)	Comparación ($\alpha=0.05$)
Furadan 5%G	1.0 gr	6.1325	A
Testigo (SA)	Testigo	6.040	A
Chimal 6.53 PH	5.0 gr/l agua	5.8525	A
Avicta 400 SF	1.0 ml/l agua	5.6325	A

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

PF: Producto formulado

C.V.:(24%)

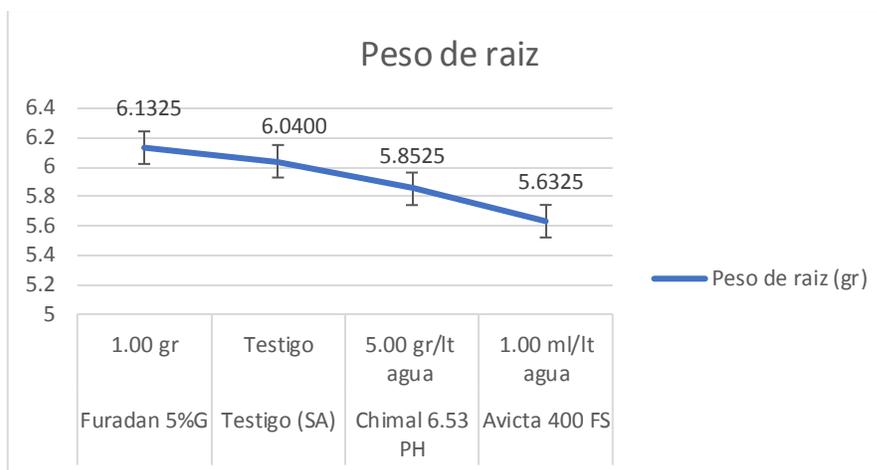


Figura 3. Medias del peso de raíz con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

4.4 Peso del follaje

De acuerdo a la prueba de Tukey, todos los tratamientos evaluados para el peso del follaje de las plantas de frijol son iguales estadísticamente, como lo podemos observar en el cuadro 7 y figura 4.

Cuadro 7. Promedios de peso del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Peso de follaje (gr)	Comparación ($\alpha=0.05$)
Furadan 5%G	1.0 gr	7.1025	A
Testigo (SA)	Testigo	6.6225	A
Chimal 6.53 PH	5.0 gr/l agua	6.3075	A
Avicta 400 FS	1.0 ml/l agua	6.110	A

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

PF: Producto formulado

C.V.:(24%)

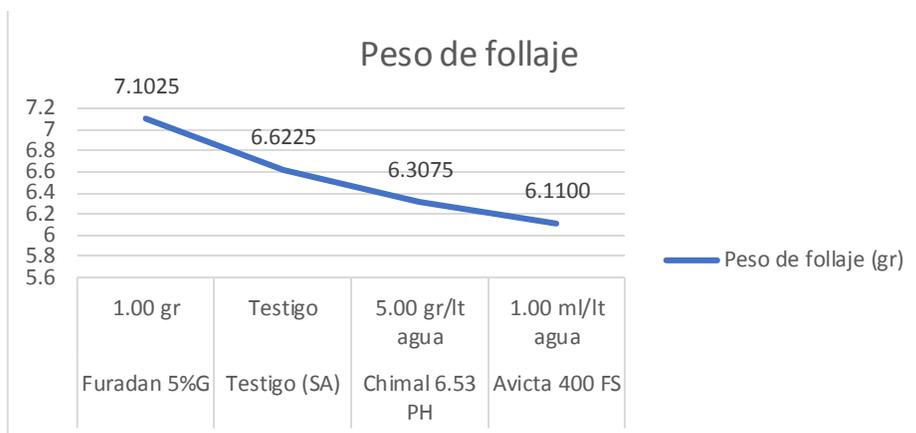


Figura 4. Medias de peso del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

4.5 Altura del follaje

Al evaluar la altura de las plantas de frijol, de acuerdo a la comparación de medias de Tukey, los resultados fueron estadísticamente iguales, como se muestra en el cuadro 8 y figura 5.

Cuadro 8. Promedios de altura del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Altura del follaje (cm)	Comparación ($\alpha=0.05$)
Chimal 6.53	5.0 gr/l agua	22.455	A
Furadan 5%G	1.0 gr	22.433	A
Testigo (SA)	Testigo	21.04	A
Avicta 400 FS	1.0 ml/l agua	21.038	A

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

PF: Producto formulado

C.V.:(24%)

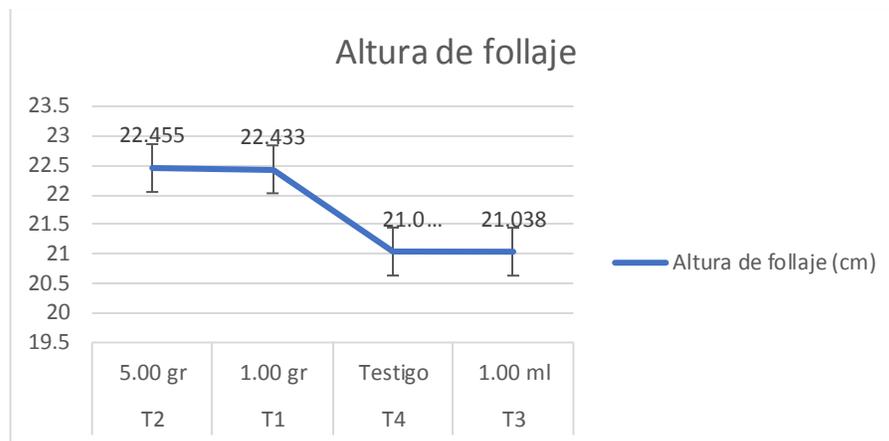


Figura 5. Medidas de altura del follaje con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

4.6 Índice de agallamiento radicular

La evaluación del índice de agallamiento radicular de acuerdo a la prueba de Tukey, a los 30 días después de la siembra, se muestran en el cuadro 9 y figura 6.

Los resultados de las observaciones al sistema radicular de las plantas y conteo de nódulos radiculares, nos muestran que el T4 Testigo (SA) fue significativamente diferente a los otros tres tratamientos, con una media de 11.495, presentando así el mayor valor en el índice de agallamiento radicular de acuerdo con la escala de Baker, seguido del T3 Avicta 400 FS con la dosis de 1.0 gr con una media 4.748 agallas radiculares y posteriormente con significancia semejante T2 Chimal 6.53 PH con la dosis de 5.0 gr/l de agua con una media de 3.850 y el T1 Furadan 5%G con la dosis de 1.0 gr, con una media de 3.565. agallas radiculares respectivamente.

Cuadro 9. Promedios del índice de agallamiento con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

Tratamientos	Dosis PF en frijol	Índice de agallamiento radicular	Comparación ($\alpha=0.05$)
Testigo (SA)	Testigo	11.495	A
Avicta 400 FS	1.0 ml/l agua	4.748	B
Chimal 6.53 PH	5.0 gr/l agua	3.830	B
Furadan 5%G	1.0 gr	3.565	B

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

PF: Producto formulado

C.V.:(24%)

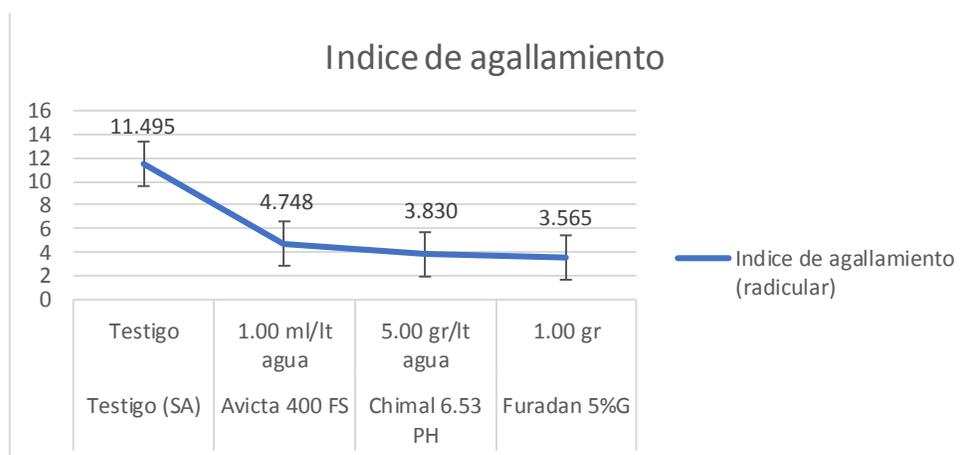


Figura 6. Medidas de índice de agallamiento con aplicación (Furadan 5%G, Chimal 6.53 PH, Avicta 400 FS) y testigo, en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) UAAAN – UL. 2017

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente.

1. En lo que se refiere a diámetro de tallo, longitud de raíz, peso de raíz, peso de follaje y altura de follaje. Todos los tratamientos se comportaron de una manera semejante al ser todos, estadísticamente iguales.
2. En lo que respecta al índice de agallamiento por *Meloidogyne incognita*, el tratamiento que presenta mayor índice de agallamiento fue el testigo sin aplicación con 11.495%, el resto de los tratamientos resultaron estadísticamente iguales, aunque numéricamente furadan 5%G fue mejor con 3.65%, Chimal 6.53 PH 3.830% y el Avicta 400Fs con 4.748% de agallamiento radícula.
3. Estos datos de índice de agallamiento demuestran la acción positiva que presentaron los nematicidas evaluados en este estudio para el control del nematodo de los nódulos radiculares *Meloidogyne incognita* en el cultivo del frijol negro.

VI. RECOMENDACIONES

En base o los resultados obtenidos en el presente estudio, es recomendable seguir evaluando otros productos con acción nematicida para el control de este nematodo patogénico (*Meloidogyne incognita*) considerado el más dañino del mundo.

VII. LITERATURA CITADA

- Abawi, G. S., A. Muilin and W. F. Mai. 1991. Diseases by Nematodes, Compendium of Bean Diseases. APS Press. American Phytopathological Society. St. Paul MN. U.S.A. 45 p.
- Academia Nacional de Ciencias. (NAS). 1978. Control de nematodos Parásitos de Plantas. Editorial Limusa. Primera edición. Vol. IV. México 219 p.
- Agrios, N. G. 1991. Manual de enfermedades de las plantas. Editorial Limusa. Primera edición., México. D.F. 756 p.
- Appleman, L., and D. Hanmer. 2003. Screening for root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*), using lettuce, UW-L Journal of Undergraduate Research VI. 3. p.
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (Aserca). 1997. Revista de Publicación Mensual No 44. noviembre 44 p.
- Alonso E, J. 1979. Nematología General. Escuela Superior de Agricultura. Ejido Venecia. Gómez Palacio, Durango 136 p.
- Agroquímica de México. FMC. 2005. Uso agrícola. S de R.L. de C.V. [en línea]. <http://fmcagroquimica.com.mx/sites/default/files/downloads/Furadan5G.pdf>. [fecha de consulta: 16/01/2018].
- Barker, K. R. 1985. Nematode extraction and bioassays. [en línea] <http://www.plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Methods/Rkindx.htm>. [fecha de consulta: 25/11/2017].
- Barres B., T. 2006. La eliminación del bromuro de metilo en la protección de cultivos como modelo mundial para conservación del medio ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. España. 501 p.

- Brust, E. G., W. D. Scott and J. M. Ferris. 2003. Root – Knot nematode control in Melons. Department of Entomology. [en línea]. <http://72.14.205.104/search?qcache:Z9s9Na413kj:www.entm.purdue.edu/Entomology/htm>. [fecha de consulta: 15/11/2017].
- Becker, J. O. 2011. Avicta seed coating for protection of carrots against plant parasitic nematodes. Dept. Nematology, University of California, Riverside. [en línea] <http://ir4.rutgers.edu/FoodUse/PerfData/3181.pdf>. [fecha de consulta: 20/10/2017].
- Campos A., J. 1987. Enfermedades de frijol. Editorial Trillas, México. D.F. 132. p.
- Caswell-Chen E. 1999. Nematology 110. Lecture Ouhin and Syllabus. UC Davis. California. USA. [en línea] <http://ucdnema.uacdavis.edu/imagenmap/ENT156HTML/contents>. [fecha de consulta: 15/11/2017].
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). 1982. Etapas de desarrollo de las plantas de frijol común. Guía de estudio. Cali, Colombia. p. 23.
- Comité Estatal del Sanidad Vegetal Guanajuato. (Cesaveg). 2015. Manual de Plagas y Enfermedades. Campaña Manejo Fitosanitario del Frijol. [en línea] http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_frijol_11.pdf [fecha de consulta: 27/11/2017].
- Coleman, D. C., D. Crossley and P. Hendrix. 2004. Fundamentals of Soil Ecology. 2nd Ed. Academic Press. New York. USA. 408 p.
- Cuadra R., J. Ortega., L. Soto y María de los A. Zayas. 2009. Efecto del dazomet en el control de nematodos agalladores en producción de pepino en condiciones de cultivo protegido. [en línea] instituto de Investigaciones de Agricultura tropical. Santiago de Las Vegas,

boyeros, ciudad de la Habana, Cuba.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1010275220090001000108script=sci_arttext. [fecha de consulta: 09/09/2017].

- 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].
<http://www.mbao.org/2006/06PowerPoints/MBAO%20PDFs/Preplant/10%20Biorationals/Becker.pdf>. [fecha de consulta: 20/10/2017].
- Daulton, R. A., and C.J. Nusbaum, 1961. Some weed hosts of the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Nematológica. 488 p.
- Davis, R. F. 2017. Effect of *Meloidogyne incognita* on watermelon yield. Rev. Nematológica. 37(2):287-293 pp.
- De Mejía E., S. H. Guzmán., J. A. Acosta and R. Reynoso. 2003. Effect of cultivar and growing location on the trypsin inhibitors, tannin, and lectins of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the semiarid highlands of México. Journal Agriculture and Food Chemistry, 51 (20), 5962-5966.
- De Waele, D. y Elsen, A. 2007. Challenges in tropical plant nematology. Annual Review of Phytopathology 45:457-485.
- Dueñas M., H. and E. López. 2006. Assessment of in vitro antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents. Food Chemistry, 98 (1), 95-103.
- 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%20Biorationals/Driver.pdf>. [fecha de consulta: 02/21/2017].

- Eapen, S. J., B, Beena and K, Ramana. 2005. Tropical soil microflora of spice based cropping systems as potential antagonist of root-knot nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology* 88: 218-225.
- Eisenback, J. H., J. Sasser and A. Triantaphyllou. 1983. Guía para identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne sp*), con una clave pictórica. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*, Raleigh, Carolina Norte, USA 48 p.
- Escoto N., D. y M. Villeda. 2013. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*): Secretaria de Agricultura y Ganadería Dirección de Ciencias y Tecnología Agropecuaria. [en línea]. http://www.agronegocioshonduras.org/wpcontent/uploads/2014/06/el_cultivo_de_frijol_dicta.pdf. [fecha de consulta: 27/12/2017].
- 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: 12/11/2017].
- Fernández B. E., y L. Vázquez. 2002. Manejo de plagas en la agricultura orgánica [en línea]. La Habana, Cuba. [en línea]. <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/AGRIURBA.htm>. [fecha de consulta: 25/11/1017].
- Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura. (FIRA). 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. [en línea]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf. [fecha de consulta: 18/01/2018].
- Giles F. Productores de hortalizas. 2014. Estrategias de agricultura de conservación. La edición Verde. México. 44 p.

- Halbrendt, J. M and J. A. Lamondia. 2003. Crop rotation and other cultural practices. (In: Chen, Z.X., Chen, S. Y. & Dickson, D. W., (eds) Nematology: advances and perspectives, volumen 2. Nematode management and utilization. 909-924 p.p.
- Ibarra V., F. S. 1997. Evaluación de productos botánicos y el hongo *Paecilomyces lilacinus* para el control de *Pratylenchus coffeae* a nivel de vivero de café. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 31p.
- Infoaserca. 1997. La producción del frijol en México: diversidad y libre mercado. 5-10p.
- Jatala P. 1986. Nematodos parásitos de la papa. 2ed. Centro Internacional de la papa (CIP). Boletín de información técnica 8. Lima, Perú. 43 p.
- Jiménez, M. 1972. Fluctuaciones anuales de la población de *Radopholus similis* en la zona bananera de Pococí, Costa Rica. Nematropica. 33-40 p.
- Kerry, B. R. 2000. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology 38: 423-441.
- Khalili, M.S. 2013. Abamectin and Azadirachtin as Eco-friendly Promising Biorational Tools in Integrated Nematodes Management Programs. Journal Plant Pathology & Microbiology. 4(3):174 p.
- Kodira, U. C. y B. B. Westerdahl. 1997. Dry Bean Nematodes. UC IPM Pest Management Guidelines. University of California Davis, California, USA.
- Lardizábal R., A y R. Segura. 2013. Manual de producción de frijol. [en línea] [file:///C:/Users/yuri/Downloads/Manual-Frijol-ACCESO\(1\).pdf](file:///C:/Users/yuri/Downloads/Manual-Frijol-ACCESO(1).pdf) [fecha de consulta: 28/12/2017].

- López C, A. 2017. Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de Zanahoria (*Daucus carota* L.), para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel. Tesis de Licenciatura UAAAN U-L 70 p.
- Maluf, W. R., S. M. Azevedo., L. A. A. Gómez, and A. C. Barneche. 2002. Inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. Online Journal GMR (Genetics and Molecular Research). 1(1):64-71 pp.
- Matthews R. 1990. Legumes, Chemistry, Technology and Nutrition. USA: Marcel Dekker, 187-191.
- Mena C., J. y R. V. Velázquez, 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas. CIRNO-INIFAP. 83 p. [en línea] <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PlagasFrijol.pdf> [fecha de consulta: 10/12/2017].
- Mejía D., M. E. 2016. Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de variedades de chile Habanero *Capsicum Chinense* J., para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel. Tesis de Licenciatura UAAAN U-L. pp. 47-48.
- Miralles G., F.E. 1999. Epizootiología de tres hongos entomopatógenos en parcelas de café con tres prácticas de recolección de frutos residuales para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Páginas?
- Neethling D. 2002. Fourth International Congress of Nematology Programme and Abstracts. The commercialisation of *Paecilomyces lilacinus* as an agent for the control of plant-parasitic nematodes. [en línea]. <http://www.ifns.org/cd2002/ISKAS/086.PDF>. [fecha de consulta: 25/12/2017].

- Nel A., M. Krause and N. Khelawanlall. 2007. A guide for the control of plant pests. 40th Edition. Department of Agriculture, Republic of South Africa. Pretoria: Government Printer. 275 p.
- Noling, J. W. 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. 1004. p.
- Pérez L., B. Y. 2016. Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de variedades de chile Güero *Capsicum annuum* L., para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel. Tesis de Licenciatura UAAAN U-L. 43 p.
- Reyes-Rivas E., P. 2008. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Revista Investigación Científica Nueva Época, 56, 1-21.
- Sasser, J. N. 1977. Worldwide dissemination and importance of the root knot nematodes *Meloidogyne* spp. Journal Nematology. 9(1): 2-29 pp.
- Secretaria de la Economía. 2012. Análisis de la cadena de valor del frijol. [en línea].
http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf. [fecha de consulta: 25/12/2017].
- Sikora, R. A., A. Felde., B. Niere. y A. A. Dababat. 2008. Mutualistic endophytic fungí and in plant supprissenivenss to plant parasitic nematodes. Biological Control 46 (1): 15-23.
- Syngenta. 2017. Avicta complete corn-A Competitive Comparison. [en línea].
http://www.syngentacropprotection.com/prodrender/imagehandler.ashx?_mid=93969bc6-f547-4ef0-b876-7027083774f0&fty=0&et=8. [fecha de consulta: 27/10/17].
- Talavera R., M. 2013. Manual de Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para los agricultores y técnicos de

agrupaciones de defensa Vegetal. Instituto de Recerca ¿Formación agraria? Pesquera. 76 p.

Taylor, L.A y Sasser N.J. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especie de *Meloidogyne*). Proyecto Internacional de Meloidogyne. Departamento de Fitopatología de la Universidad del Estado de Carolina del Norte-Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Raleigh, USA, 109. P

Téllez-Guzmán V. 2003. Proyecto de fomento a la producción y la competitividad del frijol en el norte de Guanajuato Región Ocampo-San Felipe. Celaya, Guanajuato, 2, 506-513. pp. 506-513.

Terralia. 2018. Información técnica Actualizada sobre productos Fitosanitarios y Nutricionales para la agricultura convencional y orgánica, noticias y empresas del sector. [en línea]. https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?book_id=3&composition_id=12830. [fecha de consulta: 15/01/2018].

Tobar J. 1992. Bioavailability of Starch in processed legumes. Importance of physical inaccessibility and retrogradation. Suecia: Tesis Doctoral. Universidad de Lund. 55 p.

Triviño G., C y V. A. Quimi. 1984. Los nematodos agalladores de raíces del género *Meloidogyne*. INIAP. Quito, Ecuador. pp. 6-8. [en línea] https://books.google.com.mx/books?id=csYzAQAAMAAJ&pg=PA7&dq=CONTROL+CULTURAL+DE+NEMATODOS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKwjKn_2V8dDQAhXq7oMKHfZSA7QQ6AEISjA#v=onepage&q=CONTOL%20CULTURAL%20DE%20NEMATODOS&f=fals.

[fecha de consulta:24/11/2017].

Ulloa A., J y P. R. Ulloa. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): Su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente Año 3 No. 8Julio. [en línea].

<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf> [fecha de consulta: 04/12/2017].

- Van Gudy, S. D. y Waines, J. G. 1982. Reaction of wild and domesticated Triticum and Aegilops species to knot nematode Meloidogyne Nematologia 182-191 pp.
- Voysest-Voysest O. 2000. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp.10-110-117.
- Walia R. K. y R. Vats. 2000. Fungal antagonist of Phytonematodes. In: Biocontrol Potential and its Exploitation in Sustainable Agriculture: Crop Diseases, Weeds, and nematodes, Vol 1. Upadhyay, R. R., Mukerji, K. G., Chamola, B. P. (Eds). Kluwer Academic Plenum. New York. USA. pp. 155-172.
- Yépez T., G. 1972. Los nematodos: Enemigos en la Agricultura. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 220 p.