

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO PARASITOLOGÍA



Evaluación de la Efectividad Biológica de Extractos de Nogal *Carya illinoensis* Koch,
para el Control del Nematodo Agallador *Meloidogyne incognita* en Tomate *Solanum*
lycopersicum L., bajo Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ MIGUEL GARCÍA CALVARIO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de la Efectividad Biológica de Extractos de Nogal *Carya illinoensis*
Koch, para el Control del Nematodo Agallador *Meloidogyne incognita* en Tomate
Solanum lycopersicum L., bajo Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ MIGUEL GARCÍA CALVARIO

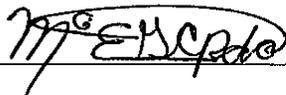
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada

Dr. Melchor Cepeda Siller
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor

Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

DEDICATORIA

A DIOS PADRE

A ti mi Dios por estar presente en mis caídas y logros que he tenido a lo largo de todo este camino por el cual he transitado, gracias por darme fuerza y valor para seguir adelante y culminar mis estudios, de igual manera te agradezco la hermosa familia que me diste

CON CARIÑO Y AMOR PARA MIS PADRES

José García Laríos y Julia Calvario Verdín, agradezco por darme a vida que ahora vivo, por brindarme tantos cariños, consejos y regaños que en ocasiones necesitaba, por impulsarme a seguir hacia adelante y creer en mí, aun en esos momentos difíciles, cuando estaba a punto de ceder ante las adversidades, agradezco de todo corazón el que estén a mi lado, los amo.

A MIS HERMANOS

María de la Luz y Marcos, por su amor y apoyo durante mis estudios, estando siempre presentes a pesar de la distancia, por llenarme de tantos momentos alegres y otros no tanto, gracias por tantos abrazos, disgustos y peleas que hemos tenido que son parte de nuestra vida, los quiero mucho.

A MIS ABUELOS

Raymundo Calvario⁺, Simona Verdín, Francisco García e Hilaría Laríos⁺ les agradezco tantos momentos que pasé y que sigo pasando junto a ustedes, gracias a mis abuelos Francisco y Raymundo⁺ que por ellos conocí el amor por la Agronomía, gracias a mis abuelas Simona e Hilaría⁺ por tantas historias y tantas tacitas de café en días lluviosos. Gracias.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Agradezco por todos sus ánimos, sus consejos, sus opiniones y orientaciones, a mi prima *Guadalupe de la Cruz Calvario* que siempre ha sido como mi hermana mayor desde pequeños.

A mi primo *Omar García Espíritu* que aunque no cursamos la misma carrera siempre fuiste ejemplo a seguir.

A toda mi familia muchas gracias por todo.

A MIS AMIGOS DE MI QUERIDO SAYULA, JALISCO

Paola Alejandra Alfaro Montoya, Nancy Berenice Candelario Martínez, Mirna Almejo Ramos, Yadira López Peregrina, Francisco Javier Avalos Chávez y Jorge Manjarrez Laríos que más que unos simples amigos se convirtieron en mis hermanos, por nuestras visitas y convivencias frecuentes, por sus trasnochadas escuchándome, dándome consejos académicos y otros tantos sobre asuntos del corazón, por toda su perseverancia y constancia dentro de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al **Centro de Bachillerato Técnico Agropecuario No.19** (CBTA. No. 19) de Sayula Jalisco, por cobijarme y mostrarme las primeras lecciones académicas sobre la agronomía que tendría, por las armas que me ayudo a formar para poder seguir avanzando en esta rama, así también por otorgarme mi primera carta y cedula profesional como Técnico Agropecuario.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme las puertas y ayudarme a tener una oportunidad de estudio a nivel licenciatura dentro del ámbito que más deseaba y culminar en la gran dicha de ser llamado Ingeniero, orgulloso de ser Parasitólogo, así como por facilitarme hospedaje y sustento durante toda esta trayectoria que significa realizar una carrera profesional, dentro de esta Universidad. Ahora podre decir orgullosamente soy Buitre de la Narro.

Al **Dr. Melchor Cepeda Siller**, por su amistad y simpática alegría que siempre lo ha caracterizado, dándome la oportunidad de realizar este trabajo, así también las muchas facilidades, apoyo y paciencia brindados durante la realización de mi tesis.

Al **Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara** que me regaló tiempo al dedicárselo a la revisión y mejora de este trabajo, de igual manera por su estricta forma de ser, que de no ser así muchos alumnos y compañeros no reaccionaríamos, por lo que no podríamos mejorar como profesionistas y personas.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** por su participación en este proyecto con sus consejos y apoyo en la realización del mismo.

A la **Q.F.B. Fabiola Garrido Cruz** que me otorgó toda su dedicación, paciencia, orientación y ayuda; antes, durante y después de la culminación de esta tesis, gracias por su amistad, apoyo y confianza.

A **María Luisa Francisco Mendoza** por su ánimo, paciencia y apoyo, por aceptarme, quererme, cuidarme y motivarme en esta aventura, por todos tus consejos y palabras de aliento.

A **Emilia Mareny Zunún Cifuentes** que con tu constante apoyo y palabras de aliento te convertirse en más que una amiga o compañera, ahora eres una nueva persona a la cual le puedo llamar hermana.

A mis queridos compañeros Parasitólogos en especial a **Kennia Moreno Ramírez, Manuel Eduardo Chi Chuc, y Gemanina López Pérez,** gracias por su compañerismo, apoyo y momentos alegres que pasáramos juntos, gracias por la amistad que cada uno de ustedes.

A mis compañeros de la generación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, porque tal vez al principio no fuimos muy unidos pero aprendimos a valorarnos, a ser unidos y tener una autentica amistad.

A todos mis nuevos amigos que esta Universidad que pudo haber dado, a mis compañeros de cuarto Juvenal Rodríguez, Francisco Aguilar, Miguel Rodríguez, y paisanos del estado de Jalisco en general.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	3
Objetivo	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	4
Importancia Nacional del Cultivo.....	5
Origen del Cultivo.....	6
Características Botánicas y Taxonómicas	6
Clasificación Taxonómica del Tomate.....	7
Etapas del Cultivo	8
Siembra o almacigo	8
Crecimiento vegetativo	9
Floración.....	9
Fructificación.....	9
Condiciones Climáticas.....	10
Variedades	11
Exigencias del Suelo.....	12
Ambientes Controlados para la Plantación del Cultivo.....	13
Invernadero	13
Los Nematodos de las Plantas Cultivadas.....	13
Historia y Antecedentes de <i>Meloidogyne incognita</i>	14
Clasificación Taxonómica del Género <i>Meloidogyne</i>	15
Especies del Género <i>Meloidogyne</i>	16
Distribución Geográfica de <i>M. incognita</i>	16
Gama de Hospedantes y Variabilidad de Especies del Género <i>Meloidogyne</i>	17

Morfología y Anatomía de <i>M. incognita</i>	17
Biología de <i>M. incognita</i>	18
Ciclo de Vida de <i>M. incognita</i>	19
Reproducción.....	20
Efectos de <i>M. incognita</i> en Plantas Hospederas.....	21
Físicos	21
Fisiológicos	21
Interacciones de <i>M. incognita</i> con otros Organismos Fitopatógenos.....	22
Importancia Económica y Pérdidas de <i>M. incognita</i> en Tomate.....	23
Factores Edafoclimáticos que Afectan el Desarrollo de <i>M. incognita</i>	23
Temperatura	24
Humedad	24
Textura	24
Aireación.....	25
pH del suelo.....	25
Exudados radicales	25
Métodos de Control de <i>M. incognita</i>	25
Extractos Vegetales	27
Antecedentes de los Extractos Vegetales	28
Descripción de los Extractos Vegetales	28
Uso de los Extractos Vegetales	29
Importancia de los Extractos Vegetales	30
Planta Utilizada en el Estudio (<i>Carya illinoensis</i>)	31
Origen del Nogal Pecanero	32
Principales Estados Productores de Nogal en México.....	32
Clasificación Taxonómica del Nogal	33
Descripción Botánica	33
Árbol	34
Raíz	35
Tronco, ramas y flores	35
Hojas	35
Frutos	36

Aspecto Natural del Nogal	36
MATERIALES Y MÉTODOS	37
Descripción de la Ubicación del Experimento	37
Establecimiento y Metodología del Experimento.....	37
Obtención del nematodo <i>Meloidogyne incognita</i>	37
Manejo y trasplante de planta de tomate	38
Aplicación y manejo posterior de la planta de tomate.....	38
Tratamientos	39
Diseño Experimental y Unidad Experimental	39
Medición de Variables Evaluadas	40
Incremento de las población del nematodo en el suelo	40
Eficiencia de los tratamientos	41
Desarrollo de la planta de tomate	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
Incremento de la Población J ₂ de <i>Meloidogyne incognita</i> Macho y Hembra en el Suelo	43
Fluctuación de la Población de <i>Meloidogyne incognita</i> en el Suelo y de Estados Larvales J ₂ Macho y Hembra	45
Eficiencia de los Tratamientos	46
Desarrollo y Crecimiento de la Planta de Tomate	47
Cuantificación del Crecimiento Longitudinal de la Planta en base a la Eficiencia de los Extractos Usados	47
CONCLUSIÓN	49
LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Plantas más conocidas de la Familia Juglandaceae	34
2. Tratamientos evaluados para determinar la eficiencia de nematicidas de origen botánico, en el control de <i>Meloidogyne incognita</i> en tomate bajo invernadero.....	39
3. Análisis estadístico para la variable incremento de la población de <i>Meloidogyne incognita</i> en el suelo con datos transformados ($\sqrt{x+1}$), registrada en los tratamientos, para determinar la eficiencia de nematicidas de extractos vegetales, en el control del nematodo en tomate.....	44
4. Prueba de Tukey (5%) para la variable incremento de la población de <i>Meloidogyne incognita</i> en el suelo, registrada en los tratamientos para determinar la eficiencia de nematicidas de extractos vegetales, en el control del nematodo en tomate.....	44
5. Eficiencia de los nematicidas de origen vegetal, en el control de <i>Meloidogyne incognita</i> determinada con datos promedios de población inicial (Pi) y final (Pf) en el suelo y relacionada con el incremento poblacional.....	46
6. Análisis estadístico para la variable de desarrollo de planta de tomate, registrada en los tratamientos para determinar eficiencia nematicida	47
7. Relación de la Cuantificación Longitudinal y Eficiencia de los extractos.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp	20
2. Distribución de los Bloques y Tratamientos en el Experimento	40
3. Fluctuación poblacional del nematodo <i>Meloidogyne incognita</i> , en el suelo registrada en los tratamientos evaluados.	45

INTRODUCCIÓN

La superficie total sembrada de tomate en México, ha mostrado una tendencia a decrecer año con año, desde 85,000 hectáreas en 1990 a 75,000 en el 2000, y unas 58,300 en 2010. A pesar de ello, los rendimientos promedio de producción se han incrementado debido a los avances tecnológicos y al uso de agricultura protegida, pasando de 23 ton/Ha en 1990 a 39 ton/Ha en 2010. (Hortalizas, 2013).

La actual demanda de hortalizas de calidad tanto en el extranjero como en México, es muy amplia dada la importancia económica y alimenticia que estos productos representan.

En México el tomate ó jitomate está, considerado como la segunda especie hortícola más importante, por la superficie sembrada que ocupa y como la primera por su valor de producción y exportación. A esta hortaliza de fruto se le encuentra durante todo el año y se consume tanto en fresco como procesado.

Este cultivo es el que tiene volumen de exportación y está altamente tecnificado en el Noreste del país principalmente en los estados de Sinaloa y Baja California, otros estados que también has proliferado son Jalisco, Colima, México, Hidalgo, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. La exportación de tomates en fresco se realiza principalmente a Estados Unidos donde se experimentó un incremento superando 934 mil toneladas en 2010 lo que representó 38% más, respecto a 2009 (Info Rural, 2012).

Sin embargo, la superficie dedicada a la producción de tomate ha ido decreciendo gradualmente debido a problemas de plagas, altos costos de producción, fluctuaciones en precios internacionales, cambio de divisas desfavorable y disponibilidad de recursos hídricos limitada.

Las condiciones bajo cubierta favorecen el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, protegiéndolo contra la acción destructiva de los vientos, lluvias, granizos y heladas; además existe una baja incidencia de enfermedades e insectos en relación a campo abierto facilitando su manejo, ya que los activos aplicados no son lavados por las lluvias, por otro lado en el caso de los nematodos agalladores y específicamente de *M. incognita*, su incidencia y severidad, se incrementa constantemente por las siembras continuas de tomate de mesa (monocultivo) que los productores realizan para recuperar la inversión de construcción de los invernaderos (Sandoval & Lomas, 2007).

Entre los nematodos fitoparásitos, los formadores de agallas pertenecientes al Género *Meloidogyne* son considerados los de mayor importancia económica a nivel mundial por los daños que causan, caracterizados por una reducción notable de los rendimientos y el gran número de especies de plantas que atacan, que incluye la mayoría de los vegetales, frutales, ornamentales y flora arvense (Mariaguetti, s/f).

Aunque hoy se tiene claro el daño potencial que los nematodos representan para la agricultura en general, todavía existen dificultades con relación a su control. Tradicionalmente se han usado diferentes alternativas de control dirigidas a reducir y/o eliminar las poblaciones de nematodos.

Durante muchos años, se han empleado de manera irracional una amplia gama de nematocidas químicos, muchos de los cuales son biocidas de impacto negativo sobre los organismos benéficos presentes en el suelo. Asimismo, el impacto nocivo que estos causan a la salud humana y el ambiente en general, han limitado su uso a nivel mundial (Nelia, 1984).

Debido a lo expuesto en nuestro país se realizan investigaciones sobre la obtención de productos de origen natural; para ellos se acude entre otros, a la utilización de extractos vegetales.

Justificación

Hoy en día los nematodos son un problema en la producción de cultivos agrícolas y este trabajo está orientado a lograr reducir de manera significativa las poblaciones del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* que afecta a cultivo de tomate mediante nematocidas biológicos- botánicos que no puedan dañar el medio ambiente.

Objetivo

Evaluar la efectividad de los extractos vegetales de nogal *Carya illinoensis*, bajo condiciones de invernadero, para el control del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en tomate.

Hipótesis

Al menos una de los extractos presentará efectividad, para el control del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Tomate (*Solanum lycopersicum*)

Se considera que a nivel nacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, superadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial (Anónimo, 2010).

En México, como en otras partes del mundo, se consume el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc., gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado (SAGARPA, 2011).

El jitomate o "tomate rojo" es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superada por el ganado vacuno (Anónimo, 2010).

Este cultivo se puede sembrar todo el año, pero los problemas cambian según la época. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el

momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha (López, 2010).

Importancia Nacional del Cultivo

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie. La producción global de tomates para consumo en fresco y proceso se estima en 108 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 36 ton/ ha. De acuerdo a cifras de FAO, el comercio mundial de tomate y sus productos creció en un 33% entre 1991 y 2001, debido fundamentalmente a los tomates frescos, cuyo comercio explica el 75% de este aumento (Monardes, 2009).

Por lo que respecta a su superficie establecida en invernadero, en México la producción de hortalizas en invierno ha demostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 Has de las cuales 830 Has eran el de tomate (principalmente bola y cherry) y estaban en construcción 365 ha más (Steta, 2003).

Entre los estados con mayor superficie con invernaderos destacan: Sinaloa, Baja California y Jalisco, de la superficie total protegida, una gran parte corresponde a tomate tipo roma, bola y cereza. Sólo en Sinaloa existen unas 15,000 Has dedicadas al cultivo de tomate, de las cuales más del 10% son protegidas en casa sombra (Info Rural, 2012).

Es importante destacar que tanto México como España, el 80% de la producción bajo invernadero se realiza en suelo. Una de las ventajas del cultivo en suelo es el que tiene una alta capacidad de amortiguamiento desde el punto de vista nutrimental y de manejo del agua, es decir que en caso de tener breves

interrupciones en el suministro del agua y elementos nutritivos, el sistema no se ve tan afectado como ocurre con el sistema de cultivo en sustrato. Además este sistema se presta para iniciar un proceso de aprendizaje en la horticultura protegida, pues es muy similar al manejo de la fertirrigación en la horticultura a cielo abierto y en el cual, por lo general, los productores de hortalizas ya tienen experiencia (Castellanos, 2003).

Origen del Cultivo

El origen del género *Lycopersicum* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En esta área crecen espontáneamente las diversas especies del género, también en esta zona *Solanum lycopersicum* muestra su mayor variación (Nuez, 2001).

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevados a España (Nuño, 2007).

Características Botánicas y Taxonómicas

La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está construida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta de la semilla. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o la cubierta epidérmica son de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de muy rápido (Berenguer, 2003).

Valadez (1993), menciona que es una planta anual en su cultivo y puede ser semiperene en regiones tropicales. Su sistema de raíces es fibroso y robusto,

pudiendo llegar hasta 1.8 m de profundidad. Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; alcanzan alturas de 0.40 m a 2.0 m presentando un crecimiento simpódico.

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos, respectivamente. La inflorescencia se forma a partir del sexto o séptimo nudo, y cada 1 o 2 hojas, se encuentran las flores en plantas de hábito determinado, en las de hábito indeterminado se forman a partir del séptimo o décimo nudo y cada cuatro hojas (Espinosa, 2004).

Los frutos de tomate son bayas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcado, aperado) e intensidad de coloración rojiza, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (Berenguer, 2003).

Clasificación Taxonómica del Tomate

Restrepo (2007), mencionó que el tomate ha sido clasificado de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *lycopersicum*

Etapas del Cultivo

El jitomate tiene cuatro etapas importantes en su cultivo:

1. Siembra o almácigo.
2. Crecimiento vegetativo.
3. Floración.
4. Fructificación.

Siembra o almácigo

El almácigo es un pequeño espacio en el que se ponen a germinar las semillas, donde se cuida que las condiciones sean las mejores para el buen crecimiento de las plántulas. Primeramente hay que seleccionar la variedad de jitomate que se desee cultivar, y procurar que las semillas elegidas sean de buena calidad, ya que de otro modo se afectará el cultivo. Luego se siembra la semilla en charolas, que pueden ser de diversos materiales y finalmente, se espera a que germinen las plántulas (Giaconi, 2004).

El sustrato para almácigo puede ser de arena de río o de cuarzo, grava fina, tezontle o piedra pómez. Se debe regar diariamente, solo con agua, asegurando mantener la humedad, pero sin exceso de agua para evitar la falta de aireación en el sustrato. A partir de que aparecen los cotiledones y las primeras hojas, los riegos se hacen con solución nutritiva a la mitad de la dosis los primeros cinco días y después se aumenta a la dosis completa hasta su trasplante (Tello, 2005).

Crecimiento vegetativo

Las tres etapas del desarrollo temprano son germinación, post-aparición, y trasplante. La germinación debe ocurrir a una semana de la sembradura; la post-aparición tarda generalmente de 5 a 12 días; y el trasplante se debe hacer entre los 12 y 14 días cuando la planta ha alcanzado una altura promedio de 10 a 12 cm y un sistema radicular bien formado, el cual permitirá al absorción adecuada de nutrientes. De esta manera no sufrirá estrés que pueda interferir en su crecimiento (Linares, 2004).

Floración

La diferenciación y desarrollo de la flor constituyen etapas previas a la fructificación y, en consecuencia, todos los factores que afectan a la floración pueden influir sobre la precocidad, rendimiento y calidad de los frutos. La floración es un proceso complejo afectado por numerosos factores entre los que destacan la variedad, la temperatura, la iluminación, la competencia con otros órganos de la planta, la nutrición mineral y los tratamientos con reguladores de crecimiento. El hábito de ramificación de la planta también tiene una influencia determinada sobre la floración, produciéndose ésta de forma prácticamente continuada de crecimiento indeterminado, mientras en los determinados lo hace en una época específica (Nuez, 2001).

Fructificación

La fructificación está ligada a un moderado crecimiento vegetativo. Si las condiciones favorecen un crecimiento rápido, los carbohidratos se utilizan en la formación de nuevos tejidos y la concentración de aquellos en la planta permanece baja, así, mientras la producción de flores es abundante, estas caen sin alcanzar a

fructificar. Bajo condiciones extremas de alto nivel de carbohidratos, como puede ocurrir cuando la luz es limitada o deficiente, aún la formación de botones florales puede no tener lugar. Por otro lado, si las condiciones permiten un pequeño crecimiento vegetativo, los carbohidratos producidos por las hojas, sobrepasan las necesidades para la formación de nuevos tejidos; así los productos de la fotosíntesis se acumulan en la planta, se produce una alta concentración de carbohidratos y, nuevamente, las flores caen antes de fructificar (Basaure, 2005).

Condiciones Climáticas

A la planta de tomate le favorece el clima caliente, sin embargo, bajo condiciones de baja luminosidad, las temperaturas de la noche y el día se deben mantener bajas, de lo contrario, se tendrá una planta raquítica y débil de floración pobre, como consecuencia de que la energía que proporciona la fotosíntesis es inadecuada para la velocidad de crecimiento. Una planta utiliza productos disponibles de la fotosíntesis, en primer lugar; para mantenimiento y crecimiento, segundo, para las raíces y tercero para formar el fruto. A temperaturas altas, con relación a los niveles de luminosidad, el cultivar utiliza toda la energía en su mantenimiento y muy poca queda disponible para raíces y frutos (León, 2001).

La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo durante el día debe estar entre 18 – 22 °C y en la noche no superior a 16 °C. Para el desarrollo productivo es necesaria una temperatura diurna entre 23 y 28 °C y en la noche, entre 15 y 22 °C. Cuando las temperaturas son mayores de 25 °C y menores de 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula, porque se disminuye la cantidad y calidad del polen, produciendo caída de flores y deformación de frutos. Con temperaturas menores de 12 °C, se producen ramificaciones en las inflorescencias. A nivel del fruto, este se puede amarillear si se presentan temperaturas mayores de 30 °C y menores de 10 °C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10 °C (Infoagro, 2004).

Por lo que respecta a la humedad; la humedad relativa óptima oscila entre 60 a 80%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se prestan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, malformación del fruto y frutos huecos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse (Noreña, *et al*, 2006).

La luminosidad puede incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. Una buena luminosidad es importante porque se obtienen colores intensos, pared delgada del pericarpio y alto contenido de sólidos solubles. Por ello las zonas productoras deben tener de 1,000 a 1,5000 horas luz al año (Aceves, *et al.*, 2008).

Variedades

El tipo de tomate dependerá del propósito de consumo y el mercado de destino; ya que podemos clasificarlo en tomate de mesa o ensalada y tomate de pasta, industrial o de cocina. Dependiendo de cuál tipo de tomate seleccionemos, la variedad tendrá que cumplir con los requerimientos que el mercado demande, siguiendo características tales como: buena firmeza, buen porcentaje de sólidos solubles, resistencia al manipuleo y al transporte etc. Además, el productor tiene que seleccionar aquellos materiales que tengan características de tolerancia o resistencia a enfermedades y plagas (Corpeño, 2004).

Nuño (2007) mencionó otro criterio para decidir la variedad de tomate a sembrar según el hábito de crecimiento de la planta, el cual se clasifica como:

Crecimiento determinado.

Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen períodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que podemos

encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones necesitamos poner tutores.

Crecimiento indeterminado.

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta unos 10 m de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda en torno a un hilo de soporte. Podemos encontrar cultivares de cocina y ensalada. Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivarse en invernaderos.

Exigencias del suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos arenados. En cuanto a pH los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos 6.5 - 7.5. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego, sin embargo, en la mayoría de las variedades, la presencia de cloruro sódico reduce el tamaño de los frutos. Es un cultivo exigente en Ca y Mg, no se adapta bien a los suelos pobres en Ca. Es bastante sensible a los excesos de humedad edáfica durante los periodos de maduración de frutos, aunque lo es más a la alternancia de periodos de estrés y de exceso (Guzmán y Sánchez, 2000).

Ambientes Controlados para la Plantación del Cultivo

Invernadero

Robledo y Martín (1981), definieron como invernadero o abrigo aquella construcción agrícola, que tiene por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos hortofrutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en cantidad y calidad. Su principal finalidad es conseguir cosechas en épocas fuera de estación, precocidad que se cotiza en el mercado por aparecer los productos con anterioridad a la época normal de recolección y/o cuando hay escasez del producto.

Núñez (1988), mencionó las principales ventajas que aportan los invernaderos, los cuales son: precocidad de cosecha (se acorta el ciclo vegetativo); aumento de rendimiento (3 a 5 veces mayor que los obtenidos al aire libre); posibilidad de obtener cosechas fuera de época; frutos de mayor calidad (limpios, sanos y uniformes); ahorro de agua (la evaporación es mínima); mayor control de plagas y enfermedades; posibilidad de instalación de riegos automatizados, siembra de variedad selecta con rendimientos máximos, posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo dos o tres cosechas al año.

Los Nematodos de las Plantas Cultivadas

Desde hace varios años se está acentuando el problema de no poder atender la demanda de alimentos con la producción nacional, ya que la población crece con más rapidez que la producción, provocando una crisis alimenticia donde la población sufre una mala nutrición o una dieta baja en calorías y proteínas (Boyle, 1984, citado por Herrera, 1990).

Los nematodos son uno de los grupos más importantes de microorganismos que viven en el suelo, vinculados a las raíces de las plantas, y con frecuencia juegan un papel vital en el crecimiento y la producción de las mismas (Jatala, 1986).

Los nematodos parásitos de las plantas causan pérdidas económicas, cuando las poblaciones se elevan o cuando aún las poblaciones bajas predisponen o causan heridas, que permiten la infección por un hongo o bacteria (Sosa, *et al.*, 1997).

Los nematodos agalladores de las raíces (*Meloidogyne* spp.), son los más importantes a nivel mundial, tanto por su amplia distribución como por el elevado número de familias y especies de hospederos que afecta (Karssen y Moens, 2006). Así mismo, Trudgill y Blok (2001), mencionan que *Meloidogyne incognita* prevalece en ecosistemas tropicales siendo el parásito más dañino de los cultivos.

Historia y Antecedentes de *Meloidogyne incognita*

El primer registro que se conoce del Género *Meloidogyne* se realizó en 1855 por Berkeley, quien observó un nematodo que causaba nudos de la raíz del pepino en invernaderos de Inglaterra, en 1877 en la provincia de Río de Janeiro, Brasil; Jobert al observar arboles de cafeto enfermos encontró raíces fibrosas con numerosas agallas. Para 1887, Göeldi investigó el mismo problema y publicó un documento señalando al nematodo del nódulo de la raíz *Meloidogyne exigua* como la causa de la enfermedad.

En los Estados Unidos de América el primer género fitoparásito de los nematodos noduladores de raíces *Meloidogyne* spp., fue reportado por Mai en 1888. Aktinson y Neal en 1889, reportaron independientemente los resultados de sus investigaciones sobre estos mismos nematodos. En 1949, Chitwood describió las cuatro especies más comunes y ampliamente distribuidas: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*; con un 47, 40, 7 y 6 %, respectivamente (Taylor y Sasser, 1983; Brodie, 1984 y Van Gundy, 1985).

El Género *Meloidogyne*, integra varias especies importantes para la agricultura. Algunas de sus especies son cosmopolitas, y por sus hábitos polípagos prácticamente parasitan cualquier tipo de cultivo, entre los que se encuentran gramíneas, hortalizas, ornamentales, frutales y forestales, en las que ocasionan considerables pérdidas de producción. Estos fitoparásitos, además de causar daños directos, predisponen a las plantas a la infección por otros fitopatógenos como bacterias, hongos y virus (Agrios, 1998).

Clasificación Taxonómica del Género *Meloidogyne*

Las especies de *Meloidogyne* conforman una pequeña parte del Phylum Nemata o Nematoda, el cual incluye parásitos del hombre y de los animales, parásitos de plantas, y especies que viven en el suelo, el agua.

Cepeda (1996) reportó la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Subclase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Tylenchoidea

Familia: Heteroderidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especies del Género *Meloidogyne*

Taylor y Sasser (1983) indicaron cerca de 37 especies, en 1984 se lograron reportar cerca de 54 y a finales de 1985 aproximadamente 60 especies, actualmente existen 80 especies pertenecientes a este género siendo *Meloidogyne incognita* el principal nematodo que ataca al tomate (Kofoid & White, 1919; Chitwood, 1992).

Distribución Geográfica de *M. incognita*

Esta especie es la más ampliamente distribuida y se encuentra en zonas tropicales y subtropicales, climas mediterráneos y otras (Franklin, 1979). Esta característica se debe a varios factores: capacidad de soportar condiciones adversas, las condiciones ambientales favorables para que se incrementen rápidamente las poblaciones, efecto de transportarse en material vegetativo, implementos o maquinaria agrícola infestada y facilidad de establecerse en nuevas áreas (Cepeda, 1996).

M. incognita es probablemente la especie de mayor distribución y la que causa daños económicos en muchos vegetales, entre los cuales se encuentra la papa *Solanum tuberosum* L., *M. hapla* es la especie dominante que parasita papa en Europa y América del Norte, seguida de *M. incognita* y *M. incognita acrita*. En África y Asia las especies predominantes son: *M. incognita* y *M. javanica*, seguidas por *M. incognita acrita* y *M. hapla* esta última se ha encontrado en Japón. *M. incognita*, *M. incognita acrita*, *M. javanica* y *M. hapla* atacan papa en América del sur; *M. arenaria* se encuentra atacando papa en la mayoría de los continentes (Brodie, 1984)

En la República Mexicana *M. incognita* se encuentra en los siguientes estados: Baja California, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tabasco,

Tlaxcala y Veracruz al igual que en algunas regiones paperas del estado de Jalisco (Cid, 2001).

Gama de Hospedantes y Variabilidad de Especies del Género *Meloidogyne*

A nivel mundial, la gama de hospederos de *Meloidogyne* spp., comprende más de 2000 especies de plantas. En México, los cultivos de importancia económica que han sido atacados por este nematodo son: aguacate, alfalfa, algodón amaranto, cacahuate, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, garbanzo, frijol, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, sandía, tabaco, tomate, vid y otros (Cepeda, 1996).

La variabilidad en las especies de *Meloidogyne*, las larvas de *M. incognita* y otras especies que invaden raíces de plantas resistentes pueden:

1. Desarrollarse como hembras adultas; pero sin producir huevos o produciéndolos defectuosos.
2. Desarrollar machos hasta llegar a adultos.
3. Detener su desarrollo antes de completar la segunda, tercera y cuarta muda.
4. Ser muertas por una reacción química inmune (Taylor y Sasser, 1983).

Para determinar el alcance de la variación patogénica de *Meloidogyne* spp., se utilizan las especies: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* y *M. arenaria*. Para estudiar dicha variación es necesario el uso de hospedantes diferenciales (Carrillo, 1989).

Morfología y Anatomía de *M.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 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 hospederas considerándose como un ecto o endoparásito migratorio (Academia Nacional de Ciencias, 1992).

Los nematodos adultos del genero *Meloidogyne* presenta dimorfismo sexual. El macho es filiforme aunque en los primeros estadios de su desarrollo larvario es ligeramente engrosado. La hembra se engruesa en forma de pera y se encuentra en las raíces de las plantas adherida como endoparásito o semiendoparásito, su cutícula esta finamente estriada y adapta un modelo en la región peritenial el cual es característico y permite diferenciar a las especies (Mariategui, s/f).

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).

Ciclo de Vida de *M. incognita*

Siddiqui (2000) explicó y resumió el ciclo de vida de *Meloidogyne* de la siguiente manera:

Meloidigyne spp., son endoparásitos obligados altamente adaptados a las raíces de su hospedero, donde tienen garantizado un continuo abastecimiento de agua y comida, además de protección dentro de la raíz. El primer estadio ocurre dentro del huevo (J_1), posteriormente los juveniles del segundo estadio (J_2) eclosionan. Estos juveniles pueden vivir durante un mes libre en el suelo y tienen energía suficiente para moverse hasta localizar y penetrar la raíz, donde establecen su sitio de alimentación, usualmente dentro del periciclo y el tejido vascular.

Una vez dentro del hospedero, la glándula esofágica inyecta secreciones dentro de las células de la raíz incitando la producción de células gigantes multinucleadas que proveen continuamente de comida y agua al parásito. Las agallas se forman en el sitio de alimentación debido a la extensiva hipertrofia e hiperplasia en las células de la raíz. Los juveniles se alimentan, crecen y toman una forma abultada en 2 o 3 semanas. Posteriormente pasan por tres estadios juveniles más, el tercer y cuarto estadio ocurre dentro de la cutícula del segundo estadio. Durante los estadios J_3 y J_4 los nematodos no tienen estilete y no se alimentan. El estilete se regenera después del cuarto estadio, una vez que se inicia la fase adulta. Los machos tienen un desarrollo vermiforme después de la forma abultada del cuarto estadio juvenil. Estos probablemente no se alimentan, pero sobreviven para fertilizar a las hembras.

Las hembras toman una forma esferoidal y son fertilizadas por los machos. Después de los 15 a 30 días de alimentarse y crecer, empiezan a producir una gran cantidad de huevos en un material gelatinoso secretado por la glándula rectal. La matriz gelatinosa de *Meloidogyne* tiene una actividad enzimática en las células de la raíz lo que ocasiona la formación de un conducto desde la parte superior de la hembra, a la superficie de la agalla. Los huevos depositados en la matriz gelatinosa forman grandes masas que pueden permanecer viables por largo tiempo (Figura 1.).

Los huevos eclosionan al exponerse a la humedad y al estímulo de los exudados de la raíz de los hospederos. Estos nematodos pueden generar de 3 a 10 generaciones por año, dependiendo de la susceptibilidad de la planta hospedante y el periodo de crecimiento de las plantas (Dropkin, 1989; Taylor y Sasser 1983)

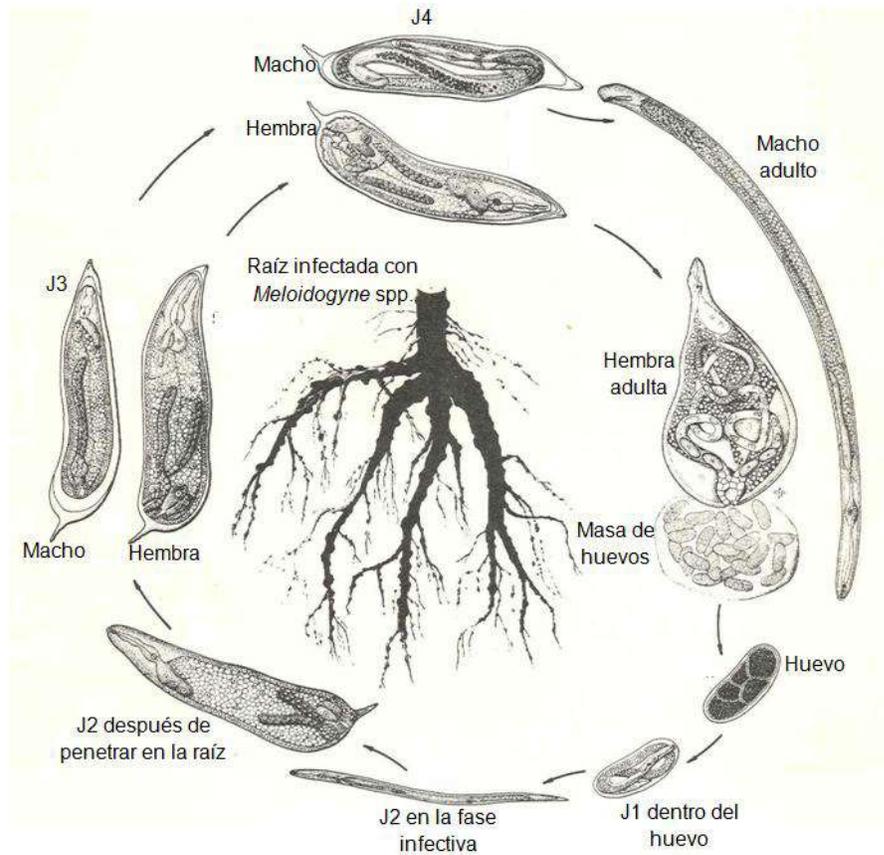


Figura 1.-Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. Tomado de Papp, (1999).

Bajo condiciones de sequía y temperaturas bajas, la eclosión de los huevecillos se detiene por periodos limitados; así, se ha visto que después de una sequía prolongada, las lluvias pueden ocasionar que un elevado número de larvas de segundo estadio queden libres en el suelo (Cepeda, 1992).

Reproducción

Estudios citológicos recientes han demostrado que muchas especies del género *Meloidogyne* se reproducen por partenogénesis, como el caso de *M. incognita*. El sistema reproductivo de la hembra de *M. incognita* consiste de dos ovarios, cada uno con una zona germinal, zona de crecimiento, oviducto,

espermateca y útero. Los huevos pasan a través de la vagina y son depositados en estado unicelular en la masa de huevos. Esta clase de reproducción se llama partenogenética (mitótica) y es muy común en *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla*. Y de esa manera se conserva el número diploide de cromosomas. (Taylor y Sasser, 1983).

Efectos de *M. incognita* en las Plantas Hospederas

Físicos

Carranza (2004) menciona que los nematodos causan daño a la planta tanto en partes aéreas como hojas, tallos, etc., así como en partes subterráneas, la planta responde a ese estímulo, lo cual constituye la sintomatología de la siguiente manera:

- Partes aéreas de la planta: Clorosis, marchitez prematura, raquitismo, muerte regresiva, baja producción, defoliación
- Partes subterráneas de la planta: necrosis, formación de nódulos, proliferación excesiva de raíces, caída de la corteza, distorsión de raíces poda de raíces.

Además el acortamiento, disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes.

Fisiológicos

Los ataques de *M. incognita* traen un aumento en la producción de proteínas en las agallas y un mal funcionamiento en los reguladores de crecimiento entre las

raíces y el tallo. Estos cambios fisiológicos contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Taylor y Sasser, 1983).

Interacciones de *M. incognita* con otros Organismos Fitopatógenos

Uno de los descubrimientos más importantes en nematología y fitopatología durante la última década, ha sido la demostración de las muchas interacciones existentes entre los nematodos y otros organismos patógenos que viven en suelo, incluyendo a los hongos, bacterias y virus, como causantes de enfermedades en las plantas (Carranza, 2004).

En el campo, el ataque de plantas únicamente por *Meloidogyne* es prácticamente imposible debido a que en la zona de la rizosfera conviven bacterias, hongos y virus que dependen unos de otros. Taylor y Sasser (1983), mencionan que todos los cambios fisiológicos que ocasiona la presencia del nematodo en los tejidos del hospedero provocan una predisposición del hospedero al ataque de otros organismos.

Cuando se produce el ingreso del nematodo en la raíz del hospedero, este puede interactuar tanto con patógenos endógenos como con los de características exógenas, de tal forma que la interacción puede ser sinérgica, aditiva o antagónica (Taylor y Sasser, 1983; Revelo, 1991). Wallace citado por Revelo (1991) anota que muchas de las enfermedades de sintomatología compleja se puede deber a este tipo de interacciones, por lo que la utilidad de los postulados de Koch está empezando a cuestionarse y actualmente es necesario examinar muchos factores simultáneamente para dilucidar la etiología de algunas enfermedades.

Importancia Económica y Pérdidas de *M. incognita* en Tomate

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 (Hortalizas, 2013).

Los nematodos causan daño cuando su población se incrementa a niveles altos como consecuencia de monocultivo, manejo deficiente y aplicación de controles químicos errados. Sin embargo Christie y Lordello citados por Sandoval y Lomas (2007), señalaron que las plantas bajo condiciones favorables de humedad, laborales culturales adecuadas y oportunas pueden soportar altas infestaciones sin que su desarrollo sea seriamente afectado.

Según Revelo *et al.* (2006) reportan que, bajo condiciones de invernadero, determinaron pérdidas de 36, 43 y 47 % en las variedades de tomate de mesa Sheila, Sahel y Charleston, respectivamente en Yuyucocha Imbabua, lo que demuestra que este parasito es un factor limitante de la población de esta hortaliza.

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 de suelo) que afectan a esta especie pueden influir directa o indirectamente en la severidad del daño causado (Daulton y Nusbaum, 1961; Van Gundy, 1985).

Temperatura

Esta afecta la producción, reproducción, desarrollo y la supervivencia de los huevos, determinando así la localización y el 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, 1985; Jatala, 1986).

Humedad

La fluctuación de la humedad del suelo debido a la lluvia o la irrigación es el factor más 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. La ausencia de humedad y muerte eventual de esta especie. Los nematodos de género *Meloidogyne* son activos en suelos con niveles de humedad de 40 a 60 por ciento de capacidad de campo (Jatala, 1986).

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).

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 por que el suministro de oxígeno llega a niveles bajos durante el período de irrigación durante anegamiento (Taylor y Sasser, 1983; Jatala, 1986)

pH del suelo

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

Exudados radicales

Las larvas de *M. incognita* son afectadas en su desarrollo y supervivencia por los exudados radicales de los siguientes vegetales: ajo, cebolla, cempasúchil, crisantemo, crotalaria, higuera, maravilla, etc., los cuales tienen propiedades nematocidas (Hackney y Dickerson, 1975 consultado por Santos, 1990).

Métodos de Control de *M. incognita*

Talavera (2003) argumentó que en primer lugar es necesaria la prevención de la entrada del nematodo, pues una vez que éste se ha establecido es difícil erradicarlo, por lo que es importante el uso de semilla y plántones certificados y material limpio de nematodos. Aquellas parcelas en las que se encuentre

Meloidogyne deberían mantenerse al margen de la producción hortícola por un periodo entre 2 y 4 años.

En la lucha contra *Meloidogyne incognita* no es fácil la elección de una buena alternativa, dada la dificultad de encontrar plantas resistentes, si bien no es preciso dejar transcurrir tantos años por no tener quistes de esta especie (Hortalizas, 2013).

Gauna (2011) presentó las siguientes medidas como métodos de control para la prevención de daños causados por *Meloidogyne*.

Medidas para bajar el nivel poblacional antes de plantar

1. Preparación del suelo.- Mantener el suelo con materia orgánica y libre de malezas.
2. Dejar un barbecho limpio.- Al descansar más tiempo el suelo mueren los nematodos por falta de alimento.
3. Destrucción de raíces del cultivo anterior.- Eliminar la fuente de alimento para la supervivencia del nematodo presente en el suelo.
4. Solarización o biofumigación.- Se realiza en lugares con veranos calurosos durante 6-8 semanas. La biofumigación libera sustancias tóxicas y aumenta el porcentaje de materia orgánica.
5. Uso de nematicidas.
6. Utilización de plantas con resistencia genética.- Con temperaturas menores a 27 °C en el suelo se comportan como resistentes.
7. Rotación de cultivos.- Abonos verdes. Cultivos con efectos nematicidas por ejemplo sorgo cuyas raíces contienen “dhurrin” y al morir las plantas liberan cianuro de hidrógeno. También con las Brassicas que al descomponerse dan isotiacianatos, estas sustancias tienen efecto sobre los nematodos.

De igual manera Sandoval y Lomas (2007) presentaron las siguientes medidas para reducir la tasa de multiplicación del nematodo en el cultivo.

Medidas para bajar el nivel poblacional después de plantar.

1. Uso de Nematicidas.- El control químico sigue siendo el más utilizado en el mundo por la rapidez de aplicación. Ninguno es aceptable en Producción Orgánica integrada porque destruyen todos los microorganismos y nematodos sin distinguir beneficiosos o perjudiciales para los cultivos.
2. Utilización de agentes de Control Biológico.- Se pueden introducir microorganismos que compitan o se alimenten de nematodos perjudiciales para ayudar a la prevención.

Extractos Vegetales

En la actualidad resulta de gran importancia investigar y encontrar las variantes que nos permitan el desarrollo de una agricultura rentable y no contaminante del medio ambiente. Sin embargo el uso de productos químicos en la agricultura aumenta notablemente los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos, pero la utilización constante de estos puede alterar el medio biológico, provocando graves daños en los diversos ecosistemas. Es por esto la utilización de prácticas sostenibles como: el empleo de productos orgánicos, rotaciones y asociaciones de cultivo, cultivo de cobertura entre otras, son las mejores variantes para garantizar una buena producción para mantener a salvo el futuro de nuestro planeta. Debido a ello en nuestro país se realizan investigaciones sobre la obtención de productos de origen natural; para ellos se acude entre otros a la utilización de extractos vegetales (Tapia, 2009).

El control de nematodos se ha basado y se basa todavía, en gran proporción, en el uso de nematicidas químicos que, además de costosos, son altamente contaminantes. En la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas y de menor costo para el control de nematodos, se han estudiado muchas plantas con efecto nematicida o nematostático, de las cuales se usan hojas, semillas y raíces en forma de extracto acuoso o simplemente como abono verde (Gommers, 1981).

Antecedentes de los Extractos Vegetales

Por más de 6 décadas el uso de productos químicos ha sido la principal estrategia para reducir las enfermedades y plagas en plantas. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos ha provocado dos grandes problemas: el incremento de residuos químicos potencialmente tóxicos al humano y la proliferación de fitopatógenos resistentes (Quintana, s/f).

Wilson *et al.* (1999) mencionó que las plantas han sido capaces de protegerse de las plagas por sí mismas antes de que el hombre jugara un rol activo en protegerlas.

Se conoce que las plantas sintetizan una gran variedad de metabolitos secundarios relacionados con los mecanismos de defensa. El proceso para obtener metabolitos secundarios de los extractos vegetales es variable; se pueden obtener extractos acuosos, polvos, o utilizar otros disolventes para obtener diferentes compuestos, según su polaridad (Bautista *et al.*, 2003; Abou-Jawdah *et al.*, 2002).

Algunos estudios realizados por Da Ponte *et al.*, citados por Reina, Crozzoli y Greco (2002), demostraron que es posible reducir las poblaciones de nematodos fitoparasíticos, bajar los costos de producción y reducir las consecuencias negativas en el ambiente y en el ser humano.

Descripción de los Extractos Vegetales

Los extractos vegetales son sustancias que se obtiene de hojas, tallos, flores o semillas, según sea la parte que contiene el ingrediente activo que actúa contra las plagas. Para obtenerla, en algunos casos se macera (muele o machaca) la parte seleccionada, pero lo más común es la cocción o la infusión (como hacer un té), al que se agrega generalmente alcohol como agente extractor y perseverante (Chávez, 2008).

La mayoría de plantas producen metabolitos como fenoles, terpenos, alcaloides, acetilenos, ácidos carboxílicos, ácidos grasos, entre otros, con propiedades insecticidas, acaricidas y nematocidas, convirtiéndolas en herramientas útiles para el manejo de plagas agrícolas (Chiwood, 1992; Vázquez *et al.*, 2007; Sosa & Tonn, 2008). Una de las formas de aprovechar estos metabolitos es mediante la preparación de sus tejidos en extractos vegetales o infusiones utilizando diferentes solventes como agua, alcohol, éter etílico, aceites, cetonas y benceno (Rodríguez & Lagunés, 1992).

Sus mecanismos de acción son variables; por ejemplo, la toxicidad de los fenoles en microorganismos se atribuye a inhibición enzimática por oxidación de compuestos. El modo de acción de los terpenos y aceites esenciales no ha sido dilucidado por completo, pero se postula que pueden causar rompimiento de la membrana a través de los compuestos lipofílicos. De los alcaloides se ha postulado que se intercalan con el DNA, y de las lectinas y polipéptidos se conoce que pueden formar canales iónicos en la membrana microbiana o causar la inhibición competitiva por adhesión de proteínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero (Cowan, 1999). Montes *et al.* (2000), evaluaron 206 especies vegetales contra 26 especies de hongos fitopatógenos, y encontraron que entre 32 y 51 % de las plantas evaluadas interactuaban con los hongos y causaban desde estimulación biológica hasta inhibición total.

Uso de los Extractos Vegetales

El uso de extractos vegetales que actúan contra hongos, insectos, nematodos o bacterias, y en algunos casos con efecto conjunto contra una o más plagas, viene a ser un recurso importante para la protección de cultivos. Una ventaja es que la materia prima se puede obtener en la propia finca y el mismo agricultor puede elaborar los extractos; además, al ser un producto natural es degradado con mayor rapidez, evitando de esta manera contaminación de suelos y aguas (Chávez, 2008).

En trabajos realizados en condiciones protegidas, para el control de *Meloidogyne incognita* en raíces de tomate var. Rio Grande, Herrera, Critobal, Tún, Gamboa y Marbán. (2009), encontraron que al aplicar extractos de hojas y raíces de *Calea urticifolia* aplicados en cuatro momentos (0, 24, 48 y 72 h después del trasplante) y concentraciones de 50 y 100%, la concentración de 100% redujo en 56% el número de agallas por planta; mientras que al 50% lo hizo en 50%, con respecto al testigo. El extracto de raíces inhibió la formación hasta un 20% más el número de huevos por g de raíz licuada, con respecto al extracto de hojas. La concentración 100%, independientemente del extracto empleado tuvo la mayor capacidad inhibitoria de reproducción del nematodo, disminuyendo la formación de huevos hasta 72% en relación a la concentración 0 y 31% en relación a la concentración 50%.

Por otra parte algunos estudios realizados con extractos bóticos de ajo (*Allium sativum*), marigold (*Tagetes* sp.), papayo (*Carica papaya*) y pasto barrenillo (*Cynodon dactylon*) señalan que el mejor nematicida para el control de *Meloidogyne incognita*, a nivel invernadero fue papayo (menor índice de agallamiento). Los extractos de ajo y papayo en dosis de 35g/maceta provocaron toxicidad en la planta. En nivel laboratorio, los extractos que presentaron un mayor número de juveniles muertos fueron ajo, marigold y papayo, lográndose una mortalidad rápida con el extracto de papayo (Parada y Guzman, 1997).

Importancia de los Extractos Vegetales

Las plantas ofrecen una fuente excelente de productos naturales biológicamente activos, a través de los años, numerosas plantas han sido exploradas como fuentes de plaguicidas, no obstante, los productos naturales de plantas han sido rezagados en el uso a pesar del enorme potencial que pueden tener en la investigación moderna de agroquímicos (Bener, 1993).

Dentro del combate de plagas y enfermedades de los cultivos una de las alternativas que más beneficios puede aportar en esta lucha, consiste en el uso de

extractos de origen vegetal. Una de las características de estos extractos es que pueden presentar varios efectos, ya que un mismo extracto puede tener un efecto sobre una plaga y sobre un hongo, a lo mismo que sobre una bacteria. Además de que su obtención es de costos más bajos que los derivados químicos en algunos casos (Segui, 1995).

Durante los últimos 30 años se ha generado un creciente interés por el uso de productos orgánicos para ser empleados como microbicidas agrícolas. Esto puede eliminar varios efectos adversos causados por el uso de compuestos sintéticos debido a la rápida biodegradabilidad de los metabolitos orgánicos, ya que estos desaparecen con facilidad del medio ambiente aéreo y del suelo después de que son aplicados en el campo (Tanaka y Andomuro, 1993).

La utilización de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades representa una alternativa para el manejo integrado de los cultivos, debido a su bajo costo y al menor impacto sobre el ambiente y los alimentos. Las hojas parecen ser la fuente más consistente de inhibidores, por lo cual muchos investigadores han evaluado a estas, sin embargo Ferenczy (1956) consideró que las semillas y los frutos de muchas especies de plantas contienen compuestos antibacterianos y antifúngicos más efectivos (Rice *et al.* citados por Segui, 1995).

Planta Utilizada en el Estudio (*Carya illinoensis*)

La búsqueda de estrategias, técnicas y métodos que incrementen la productividad agrícola y mantengan el equilibrio ecológico sin agredir los ecosistemas, sin arriesgar la salud humana, constituye hoy en día un gran reto para toda la agricultura y su desarrollo (Gallegos y *col.*, 2003). Existen antecedentes que indican el potencial antimicrobiano de los componentes de especies vegetales distribuidas en la zona semidesértica de México. Entre estas especies vegetales destacan la gobernadora (*Larrea tridentata*) (Lira, 2003), mientras que la nuez (*Carya illinoensis*), se caracteriza por tener una gran variedad de polifenoles. Dentro de los compuestos polifenólicos están los gotaninos, elagitaninos, taninos complejos y

taninos condensados, los cuales tienen funciones de protección contra los mamíferos y microorganismos, de lo cual se sabe que los taninos en concentraciones altas son antinutricionales (Osorio *et al.*, 2004)

Origen del Nogal Pecanero

El nogal pecanero, *Carya illinoensis* es un árbol perenne de hoja caduca oriundo de Estados Unidos que puede alcanzar una altura de hasta 30 - 40 m y vivir más de 100 años. El fruto de este árbol es la nuez, fruto seco de alta calidad, cuya cantidad demandada y precio ha aumentado de forma exponencial a nivel mundial, motivado por la creciente tendencia hacia el consumo de productos orgánicos, saludables y de alto valor energético (Madero, 2007).

Se han encontrado restos fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia desde antes que los americanos nativos vivieran ahí. El descubrimiento de restos fósiles junto con millones de árboles nativos de nuez pecanera han sido encontrados a lo largo de la mayoría de los arroyos y cauces de ríos en estas regiones (Sur de EUA y Norte de México) indican que el origen de la nuez pecanera es en dichas áreas (Noble, 2000).

Principales estados productores de Nogal en México

Los principales Estados productores son: Chihuahua que aporta 54 mil toneladas, Coahuila, Durango, Sonora y Nuevo León, son los estados que tienen mayor superficie plantada, la cual va en aumento. En los años en los que la producción es alta, se llega a obtener un rendimiento promedio de 2 Ton/Ha. (SAGARPA, 2012).

El nogal también se cultiva pero en menor medida en los estados de Jalisco, Querétaro e Hidalgo. Algunos estados tienen superficie plantada pero ésta aún se encuentra en etapa de desarrollo. La superficie de cultivo ha ido en aumento en

respuesta a la demanda que se tiene a nivel internacional de este producto. (Anónimo, 2007 citado por Moreno, 2008).

Clasificación Taxonómica del Nogal (Arreola *et al.*, 2002)

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Hamamelidae

Orden: Juglandales

Familia: Juglandaceae

Género: *Carya*

Especie: *illinoensis*

Descripción Botánica

La familia Juglandaceae son árboles caducifolios, leñosos, de flores monoicas, unisexuales, apétalas, hojas innatas compuestas y espaciadas, y fruto en nuez rodeado de una especie de cúpula. La familia Juglandaceae abarca siete géneros de los cuales comprenden aproximadamente 70 especies (Cuadro 1) (Cano, 2010).

Cuadro 1. Plantas más conocidas de la familia Juglandaceae

Género	Especie	Nombre común
<i>Juglans</i>	<i>Nigra</i>	Nogal negro
<i>Juglans</i>	<i>Regia</i>	Nogal persa, nogal de Castilla
<i>Juglans</i>	<i>microcarpa</i>	Nogal negro de Texas
<i>Juglans</i>	<i>Rupestris</i>	Nogal (nuez) de piedra
<i>Juglans</i>	<i>Major</i>	Nogal negro de Arizona
<i>Juglans</i>	<i>Cinérea</i>	Nogal (nuez) de mantequilla
<i>Juglans</i>	<i>sieboldiana</i>	Nogal japonés
<i>Pterocarya</i>	<i>stenoptera</i>	Nuez alada de China
<i>Carya</i>	<i>illinoensis</i>	Nogal pecanero
<i>Carya</i>	<i>Aquática</i>	Nogal amargo
<i>Carya</i>	<i>laciniocea</i>	Nogal de corteza fina
<i>Carya</i>	<i>Ovata</i>	Nogal peludo
<i>Carya</i>	<i>Texana</i>	Nogal negro
<i>Carya</i>	<i>Alba</i>	Nogal blanco

Árbol

El árbol alcanza una altura de 30m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100 Kg, de nueces por planta (Frusso, 2007).

Raíz

Las raíces se extienden en su radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m al momento de la madurez del árbol, cuando estas encuentran agua estancada detienen su desarrollo. (Camargo, 2001).

Tronco, ramas y flores

El tronco corto y robusto es de color blanquecino o gris claro, del cual salen gruesas y vigorosas ramas para formar una copa grande y redondeada. En la misma planta se dan las flores femeninas y masculinas, las primeras aparecen en las ramas del mismo año, agrupadas en racimos de dos a cinco florecillas pequeñas de color rojizo, mientras que las masculinas brotan en ramas del año anterior formando amentos colgantes de entre 5 -10 cm de color púrpura verdoso (Lemus, 2004).

Hojas

Son compuestas, dispuestas en forma alternada, imparipinada teniendo de 11 a 17 folíolos de forma oblongo-lanceolada, glabros y de borde aserrado (Frusso, 2007).

Las hojas del nogal criollo comparado con los injertados, es una característica física para poder diferenciarlos antes de los primeros 5 o 6 años de edad. Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceas, las de nogal injertado son “glabras”, es decir, carecen de vello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más notable. Las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenadas en los tallos y las raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Moreno, 2008).

Frutos

Es una drupa seca de forma oblonga y elipsoide teniendo de 3-5 cm de largo constituida por el embrión (parte comestible), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (ruezno) (Zarate, 2007).

Los frutos (nueces) se desarrollan en racimos de las flores femeninas, por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol esta viejo solo produce una por racimo (Camargo, 2001).

Aspecto Natural del Nogal

El pecan es un árbol que se puede utilizar para múltiples propósitos: frutal, forestal, ornamental e industrias derivadas. Su fruto se consume durante todo los años y tiene un alto valor nutritivo, a su madera, por las características que presenta, puede ser utilizada en ebanistería y parquets, entre otros (Madero, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la Ubicación del Experimento

El presente trabajo se realizó de enero a abril de 2013, en el invernadero del Departamento de Parasitología, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la Calzada Antonio Narro 1923, a un costado de la carretera Saltillo - Zacatecas en Saltillo, Coahuila de Zaragoza, teniendo las coordenadas, 25° 22' latitud Norte y 101° longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1743 msnm.

Establecimiento y Metodología del Experimento

Obtención del nematodo *Meloidogyne incognita*

De la cosecha de papa, en la región de Navidad, Galena, Nuevo León, del ciclo primavera – verano del 2012, se obtuvieron, tubérculos de papa de la Var. Alpha, que presentaban daño a manera de nódulos sobre la corteza del citado tubérculo, los cuales fueron transportados al laboratorio de Nematología de la UAAAN y colocados bajo condiciones de medio ambiente, a los citados tubérculos por medio de una navaja de bisturí, se les realizaron cortes longitudinales, de 2 a 3 mm., de la corteza llamada comúnmente cascara. De la parte obtenida se observó por el lado opuesto y bajo el microscopio estereoscópico, se logró localizar el daño de las células de un color café oscuro y utilizando agujas de disección esterilizadas, se procede a remover el área dañada, encontrando la hembra adulta del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* y la masa de huevos (Gilchrist, *et al.*, 1995).

Las hembras y huevos extraídos fueron colocados en frascos y fueron puestos a reposar, en una cámara bioclimática a una temperatura de 25 °C por 72 horas,

hasta llegar el momento de la eclosión de los huevos, habiendo obtenido un de 95% de eclosión.

Posteriormente se seleccionó la población de 2800 individuos, colocándose en una placa con 28 cavidades, cuya densidad de población se finiquitó en 100 nematodos por cavidad.

Manejo y trasplante de planta de tomate

Fueron sembradas en almácigos semillas certificadas de tomate de la var. Pony Express F1 el día 23 de enero de 2013, utilizando peat- moss mezclado con perlita en una proporción de 3:1, siendo hidratado con agua destilada estéril las cuales tuvieron diversos cuidados, por ejemplo el riego que se efectuaba cada tercer día, también se realizó un desmalezado de baja densidad con mucho cuidado de no perjudicar a las plántulas emergidas.

Transcurridos 51 días aproximadamente después de la siembra y una vez que las plantas alcanzaron la altura promedio de 10 cm, se procedió al trasplante a vasos con peat-moss como sustrato de crecimiento, inoculado mediante una micropipeta, aplicando en forma dirigida hacia la raíz con 100 nematodos de *Meloidogyne incognita*, para así tener la mejor homogeneidad posible.

Aplicación y manejo posterior de la planta de tomate

A los 10 días después del trasplante, se procedió a la aplicación de los extractos con las claves FIM6, FIM7 y FIM8, con sus dosis en baja y alta concentración, correspondientemente a cada tratamiento dirigido hacia la raíz.

Las labores culturales en esta etapa no fueron muy necesarias debido que la plantación fue individual y la presencia de otros organismos, como las malezas no aparecían.

Una vez que pasaron 30 días después de la aplicación de los extractos vegetales, se comenzó con la obtención de los resultados finales.

Tratamientos

Se evaluaron 7 tratamientos: 3 extractos de origen biológico en dos concentraciones distintas 1.0 ml de extracto en 50.0 ml de agua destilada estéril (concentración alta) y 1.0 ml de extracto en 75.0 ml de agua destilada estéril como (concentración baja) y un testigo, los cuales fueron proporcionados por la empresa Fitoquímica Industrial de México, S. A. de C. V., con la clave de seguridad para el estudio de los extractos en investigación en convenio con la UAAAN. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Tratamientos evaluados para determinar la eficiencia de nematocidas de origen biológico, en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate bajo invernadero.

Tratamiento	Clave	Origen	Ingrediente Activo
T1	FIM 6C1	Biológico	Ruezno etanoico
T2	FIM 6C2	Biológico	Ruezno etanoico
T3	FIM 7C1	Biológico	Cáscara acusosa
T4	FIM 7C2	Biológico	Cáscara acusosa
T5	FIM 8C1	Biológico	Ruezno acuoso
T6	FIM 8C2	Biológico	Ruezno acuoso
T7	TESTIGO	Sin control	

Diseño Experimental y Unidad Experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con 7 tratamientos y 4 repeticiones (Figura 2). La unidad experimental fue conformada por una planta de tomate delimitada por un vaso de unicel, obteniendo 28 unidades experimentales trasplantadas en 28 vasos de 8 onz con un aproximado de 100 g de peat - moss semi - húmedo.

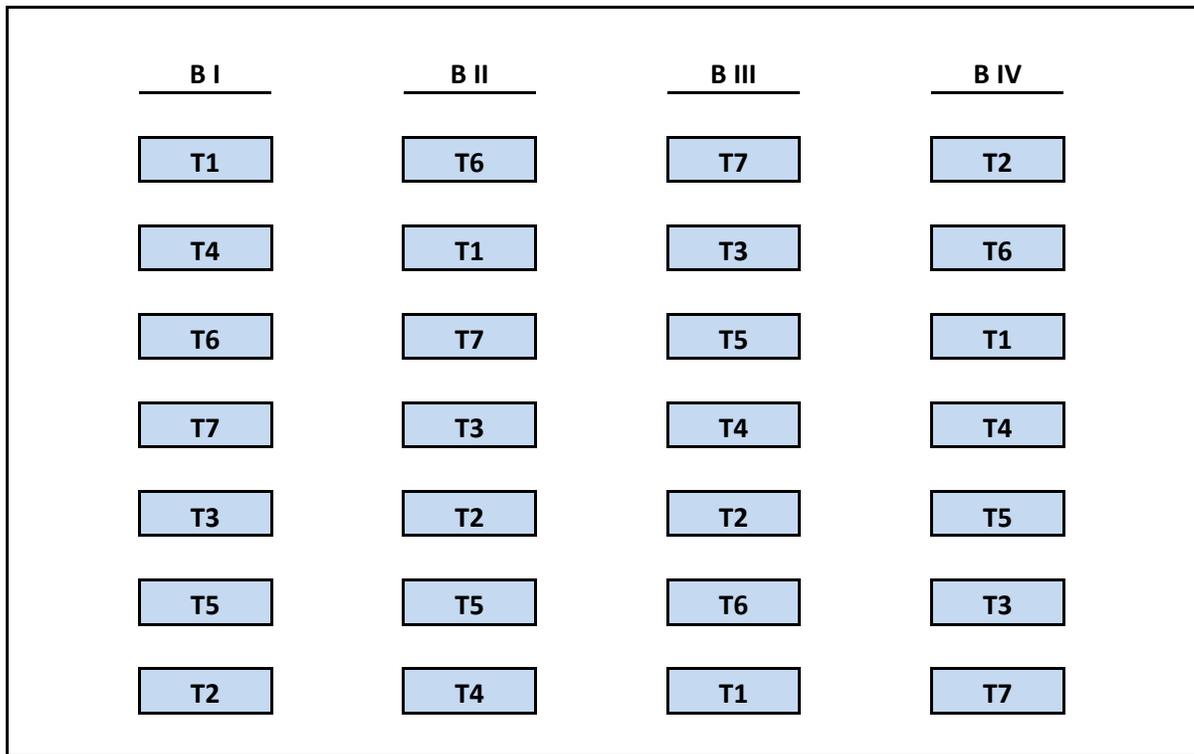


Figura 2. Distribución de los Bloques y Tratamientos en el Experimento.

Medición de Variables Evaluadas

Incremento de la población del nematodo en el suelo

Para medir esta variable, se cuantificó la población de nematodos en el suelo, al inicio y al final del experimento y se relacionaron mediante la fórmula desarrollada por Seinhorst (1970):

$$I = Pf / Pi$$

Dónde:

I = incremento

Pf = Población final

Pi = Población inicial

Con este propósito, la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo, al inicio (Pi) y al final del experimento (Pf), se determinó de la forma siguiente: de cada unidad experimental se tomó una muestra de 100 g de suelo infestado con nematodos de J₂ macho y hembra y se envolvió en papel kleenex colocándola en un embudo de Baerman y agregándole 200 ml de agua destilada, dejándose reposar 48 h (Gilchrist, *et al.*, 1995). Transcurrido este lapso de tiempo y debido a que los nematodos tienen a ir hacia el fondo de la manguera, se tomó una muestra de 2 cc de agua y nematodos, el cual se depositó en tubos de ensaye por separado y se etiquetó de acuerdo al tratamiento correspondiente.

Eficiencia de los tratamientos

La eficiencia de los tratamientos se determinó mediante la fórmula propuesta por Herderson-Tilton (1955):

$$(1 - P_{fa}/P_{ia} \times P_{ib}/P_{fb}) \times 100$$

Dónde:

P_{ia} = población inicial del tratamiento

P_{fa} = población final del tratamiento

P_{ib} = población inicial del testigo

P_{fb} = población final del testigo

Es decir, los datos de población inicial y final de *Meloidogyne incognita* en el suelo de cada tratamiento, se relacionan con los datos de población inicial y final registrados en el suelo para el tratamiento testigo.

Desarrollo de la planta de tomate

El desarrollo de la planta, se cuantificó mediante la medición de la altura inicial y final de cada unidad experimental, con el propósito de relacionar el crecimiento longitudinal y la población de *Meloidogyne incognita*, en base a la eficiencia de los extractos usados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incremento de la Población J₂ de *Meloidogyne incognita* Macho y Hembra en el Suelo

El análisis de varianza realizado, para la variable incremento de la población en el suelo (Cuadro 3), muestra diferencias significativas (5%) entre tratamientos, diferencias que son corroboradas con la prueba de Tukey (5%) que muestra rangos (Cuadro 4); en el primer rango (A) se ubicó el tratamiento T7 (testigo sin control) con un incremento de 2.65 veces la población inicial del nematodo. En el segundo rango (B) se encontró el tratamiento T4 (Cáscara acuosa en concentración baja) con incremento de 0.70 veces la población inicial, en este mismo grupo se puede considerar al tratamiento T3 (Cáscara acuosa a concentración alta) con rango (BC) y 0.42 veces el incremento poblacional. El siguiente rango (CD) consideró a los tratamientos T2 (Ruezno etanoico en concentración baja) y T1 (Ruezno etanoico a concentración alta) con un incremento de 0.29 y 0.12 veces cada uno. En el último rango (D) se encontró un incremento de 0.02 y 0.01 veces la población inicial de *Meloidogyne incognita* macho y hembra en el suelo, para los tratamientos T6 (Ruezno acuoso a concentración baja) y T5 (Ruezno acuoso a concentración alta) correspondientemente, dichos resultados se asimilan con Dama (2002) que reportó una mortalidad de 100% al evaluar el efecto de naftalinas, compuesto orgánico del nogal (Barajas *et al.*, 2012) sobre el nematodo agallador *Meloidogyne javanica in vitro*.

Los incrementos de la población del nematodo en el suelo registrados, en los nematicidas de extractos vegetales, con el rango de 0.02 a 0.01, estadísticamente indican que ejercieron mayor control poblacional, para los machos y hembras de la especie *Meloidogyne incognita*.

Cuadro 3. Análisis estadístico para la variable incremento de la población, de *Meloidogyne incognita* en el suelo con datos transformados ($\sqrt{x+1}$), registrada en tratamientos para determinar la eficiencia de nematicidas de extractos vegetales en el control del nematodo en tomate.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	21.00497	3.500829	69.4395	0
ERROR	21	1.058726	0.050416		
TOTAL	27	22.0637			

C.V = 37.13 %

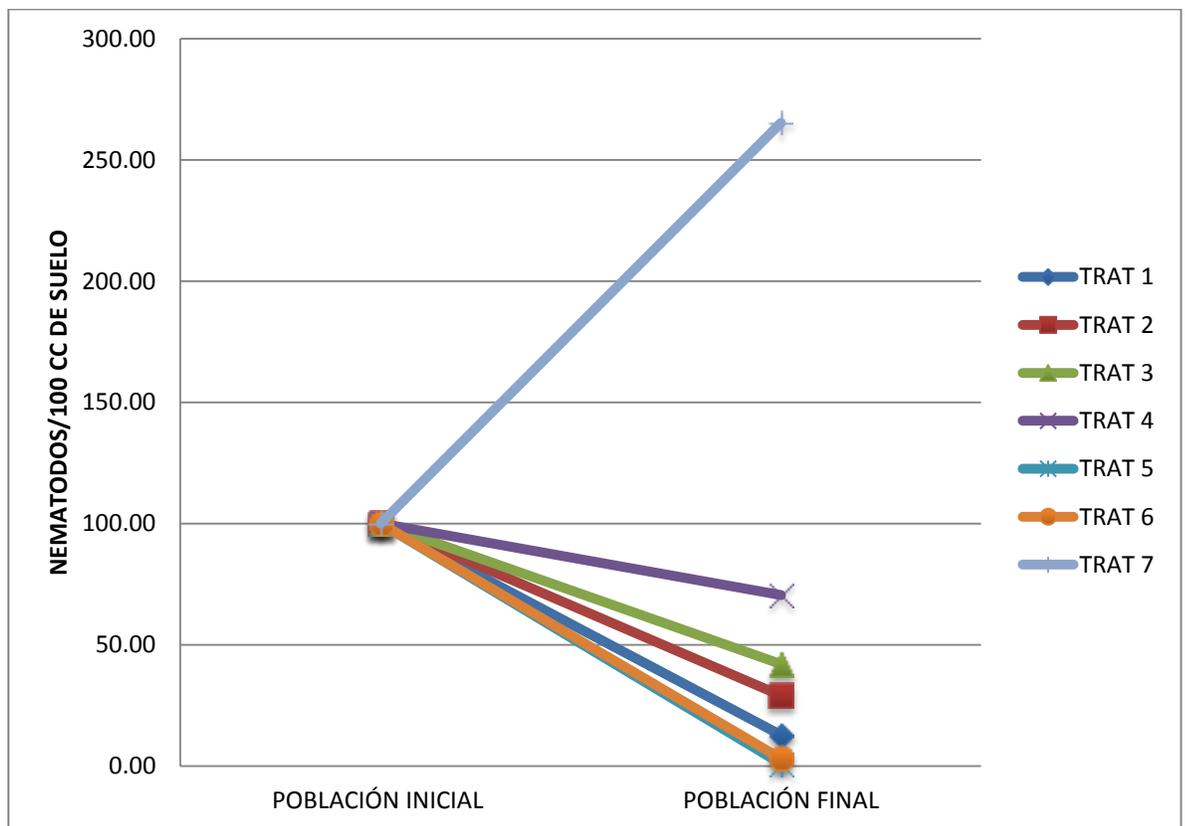
Cuadro 4. Prueba de Tukey (5%) para la variable incremento de la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo, registrada en los tratamientos para determinar la eficiencia de nematicidas de extractos vegetales, en el control del nematodo en tomate.

Código	Tratamientos		Incremento		Rangos de significación
	Clave	Ingrediente Activo	Datos reales	Datos transformados	
T5	FIM 8C1	Ruezno acuoso	0.01	0.01000	D
T6	FIM 8C2	Ruezno acuoso	0.03	0.02750	D
T1	FIM 6C1	Ruezno etanoico	0.13	0.12750	CD
T2	FIM 6C2	Ruezno etanoico	0.29	0.29000	CD
T3	FIM 7C1	Cáscara acuosa	0.42	0.42000	BC
T4	FIM 7C2	Cáscara acuosa	0.71	0.70500	B
T7	TESTIGO	Sin control	2.65	2.65250	A

Fluctuación de la Población de *Meloidogyne incognita*, en el Suelo y de Estados Larvales J₂ Macho y Hembra.

En la figura 3 podemos observar que en la lectura final, todos los tratamientos a base de extractos vegetales presentan la tendencia a reducir la población de nematodos en el suelo determinada por la lectura inicial, con excepción del tratamiento T7 (testigo, sin control), en el cual la población se incrementa de forma constante y sugiere una tendencia a seguir aumentando su población, resultados que concuerdan con Ferris y Zheng (1999), que reportaron efectividad de extractos acuosos de distintas plantas sobre juveniles de *Meloidogyne* spp.

Figura 3. Fluctuación poblacional del nematodo *Meloidogyne incognita*, en el suelo registrada en los tratamientos evaluados.



Eficiencia de los Tratamientos

En el Cuadro 5, se observa que el grado de eficiencia de control de la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo, mostrado por los nematocidas a base de extractos vegetales, en algunos casos es mayor y en otros casos es similar o ligeramente menor, fluctuando así en un rango de 95.1% en el tratamiento T1 (Ruezno etanoico en dosis alta), 98.77% para T6 (Ruezno acuoso en dosis baja) y 99.55% para el tratamiento T5 (Ruezno acuoso en dosis alta) siendo este último el que presenta la mayor eficiencia de control de *M. incognita*, que el resto de los nematocidas utilizados en el ensayo, estos resultados se asemejan en gran parte con el estudio realizado por Ruano *et. al.* (2010), quienes señalaron que el uso de extractos vegetales reducen de 80 a 95 % la población de *Meloidogyne incognita*.

Cuadro 5. Eficiencia de los nematocidas de origen vegetal en el control de *Meloidogyne incognita* determinada con datos promedios de población inicial (Pi) y final (Pf) en el suelo y relacionada con el incremento poblacional.

No.	Tratamientos		Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)	Eficiencia del tratamiento %
	Clave	Ingrediente Activo	(nematodos/ 100 cc de suelo)			
T5	FIM 8C1	Ruezno acuoso	100.00	1.00	0.01	99.55
T6	FIM 8C2	Ruezno acuoso	100.00	3.00	0.03	98.77
T1	FIM 6C1	Ruezno etanoico	100.00	12.75	0.13	95.01
T2	FIM 6C2	Ruezno etanoico	100.00	29.00	0.29	88.98
T3	FIM 7C1	Cáscara acuosa	100.00	42.00	0.42	83.40
T4	FIM 7C2	Cáscara acuosa	100.00	70.50	0.71	72.30
T7	TESTIGO	Sin control	100.00	265.25	2.65	0.00

Estos resultados permiten aceptar parcialmente la hipótesis del presente trabajo, de que al menos uno de los productos nematocidas a base de extractos vegetales, es eficiente en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate.

Desarrollo y Crecimiento de la Planta de Tomate

El análisis de varianza realizado, para la variable de desarrollo de la planta de tomate (Cuadro 6), muestra diferencias no significativas.

Cuadro 6 Análisis estadístico para la variable de desarrollo de planta de tomate, registrada en los tratamientos para determinar eficiencia nematocida.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	122.857	20.476	1.518	0.220
ERROR	21	283.250	13.488		
TOTAL	27	406.107			

C.V = 11.02 %

Cuantificación del Crecimiento Longitudinal de la Planta en base a la Eficiencia de los Extractos Usados.

El Cuadro 7, muestra la altura inicial y final de cada uno de los tratamientos, así mismo la diferencia longitudinal que existe, transcurridos 51 días aproximadamente desde el momento de trasplante hasta la finalización del ensayo. Podemos observar que el incremento es bastante similar para todos los tratamientos, estando en un rango de 3.25 a 3.83 veces, exceptuando a los tratamientos T1 (Ruezno etanoico en dosis alta) y T7 (testigo sin control) cuyo incremento se encuentra en 2.65 y 2.72 veces respectivamente.

Cuadro 7. Relación de cuantificación longitudinal y eficiencia de los extractos

No.	Tratamientos		Eficiencia del tratamiento %	Desarrollo longitudinal			
	Clave	Ingrediente Activo		Altura inicial (Cm)	Altura final (Cm)	Diferencia (Cm)	Incremento (Cm)
T5	FIM 8C1	Ruezno acuoso	99.55	9.25	35.28	26.03	3.83
T3	FIM 7C1	Cáscara acuosa Ruezno	83.40	9.25	31.78	22.53	3.56
T2	FIM 6C2	Etanoico	88.98	10.00	33.13	23.13	3.37
T4	FIM 7C2	Cáscara acuosa	72.30	10.75	35.63	24.88	3.40
T6	FIM 8C2	Ruezno acuoso Ruezno	98.77	11.00	35.47	24.47	3.25
T1	FIM 6C1	Etanoico	95.01	11.50	29.15	17.65	2.65
T7	TESTIGO	Sin control	00.00	12.25	32.95	20.70	2.72

Tomando en cuenta el incremento longitudinal de la planta de tomate y comparándolo con la eficiencia de los tratamientos para el control de *Meloidogyne incognita* se observa que el tratamiento que destacó en todas las variables, es el tratamiento T5 (Ruezno acuoso en dosis alta) debido a que su incremento longitudinal es de 3.83 veces lo cual nos indica que no presenta antagonismo y su eficiencia de control es del 99.55 %, esto lo deja como el tratamiento con mayor potencial para su lanzamiento comercial.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se observó que los tratamientos de extractos vegetales de *Carya illinoensis* para el control de *Meloidogyne incognita* en tomate, tienen tendencias a reducir la población del nematodo, mientras que el testigo absoluto comenzaba a aumentar su población mientras transcurría el tiempo, sin embargo sobresalen tres principales, los cuales son los tratamientos T5 (Ruezno acuoso en dosis alta), T6 (Ruezno acuoso en dosis baja) y T1 (Ruezno etanoico en dosis alta) con el 99.55% ,98.77% y 95.01% de eficiencia respectivamente.

A su vez, de los tres últimos extractos destaca el tratamiento T5 (Ruezno acuoso en dosis alta), como el que obtuvo mayor incremento de desarrollo longitudinal de la planta de tomate con 3.83 veces desde el momento del trasplante, esto lo deja como el extracto vegetal con mejor potencial.

LITERATURA CITADA

- Abou - Jawdah, Y.; H. Sobh.; A. Salameh. 2002. Antymicotic activities of selected plant flora, growing wild in Lebanon, against phytopathogenic fungi. J. Agric. Food Chem. 50:3208-3213. <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Academia Nacional de Ciencias. MX. 1992. Control de plagas y animales. Vol 4. Pp 219.
- Aceves, N. L. A.; Juaréz. L. J. F.; Palma. L. D. J.; López. L. R.; Rivera. H. B.; Rincón. R. J. A.; Morales. C. A. R. y Martínez S. A. 2008. Estudio para determinar zonas de Alta potencialidad del cultivo de Tomate en el Estado de Tabasco. Pp 11
- Agrios, G. N. Fitopatología. 1988. ED. LIMUSA. 2ª Edición. México. Pp 734-749.
- Alcazar – Esquinas , J.T. 1981. Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas. Plagas y Enfermedades. Primera Ed. Trillas. Mexico. 63- 76 pp.
- Anónimo, S/F. Manual del participante, Cultivo de jitomate con hidroponía. 43 p.
- Anónimo, 2010. Monografía del Tomate. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (Veracruz), Pp. 2-7. <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/covecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/monografia%20papa2010.pdf> 26 de mayo de 2010.
- Anónimo, 2010. Revista productores de Hortalizas. Artículo consultado en www.hortalizas.com/articulo/18142/produccion-de-tomates-en-México.
- Arreola, A.J.G.; Lagarda., A. M.; y Medina, M. 2002. Tecnología de producción en nogal pecanero. CELALA, CINOC, INIFAP 5p .

- Barajas B.L; Cantú G. RL; López L. L; Nery F. S; Palomo L. L. 2012. Naftoquinonas: de simples pigmentos a moléculas terapéuticas. *Biológicas*. 14 (2): 48-56.
- Basaure, P. 2005. Fertilización de tomate. Chile. Pp 1 consultado en <http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/9640.html>
- Bautista, S, E.; García D, L.; Barrera N, R.; Reyes C.; Wilson C L. 2003. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (*Pithecellobium dulce*): action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 29:81-92. En <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Bautista, S, L.; Barrera N.; Bravo L, K.; Bermúdez T. 2002. Antifungal activity of leaf and stem extracts from various plant species on the incidente of *Colletotrichum gloeosporioides* of papaya and mango fruits after storage. *Rev. Mex. Fitopatol.* 20:8-12. <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Benner, J.P. 1993. *Pesticide science*. John Wiley and Sans Limited. Sussex England. Pp 95- 102.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z. Castellanos. y José de Jesús Muñoz. (Eds.) *Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero*. 47 p.
- Bombelon, E. 1897. *Juglans regia*. (S.I): (s.n.) Pp. 13,14,15.
- Brodie, B.B. 1984. *Nematode parasites of potato*. New York, USA. Pp. 167-212.
- Camargo, L. A. 2001. Monografía el barrenador del ruezno (*Cydia cariana*) como plaga potencial del nogal. Torreón Coah. 5-7p
- Cano, Z. J.J. 2010. Plan de Manejo orgánico para el cultivo de nogal pecanero o nuez encarcelada para el Norte de México. P 3..
- Carmona, R.J. 1985. Monitoreo y evaluación de diferentes dosis de insecticida-nematicidas "Oncol" para el control del nematodo del género *Meloidogyne*

- spp., en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México 44 p.
- Carranza, G.,A. E. 2004. Evaluación de tres Productos Botánicos (*Crotalaria longirostrata*, *Tagetes tenuifolia* y *Asparagus officinalis*) y dos concentraciones para Control del nematodo *Meloidogyne* sp. en el Cultivo de Zanahoria (*Daucus carota*), a nivel de invernadero. Guatemala Pp 23.
- Carrillo, G., J.J. 1989. Determinación de razas fisiológicas de tres poblaciones del nematodo *Meloidogyne*. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila. México. 57 p.
- Castellanos, J., Z. 2003. El Cultivo en Suelo ó en Sustrato, Desafíos y Perspectivas. Memorias 4^o Congreso Internacional. Producción de Hortalizas en Invernadero. AMPHI 232 p
- Cepeda, S.M. y Bustos, Ch. J.J. 1983. Revisión Bibliográfica de Nematodos Asociados al cultivo de aguacate *Persea americana* Miller y *Persea gratissima* Gaernt. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P. 3 – 9.
- Cepeda, S.M., y García A. G. 1983. Revisión Bibliográfica de Nematodos Asociados al Cultivo del Durazno (*Pronus pérsica*). Boletín No. 11 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P. 4 – 9.
- Cepeda, S.M., y Sosa, G. D. 1986. Revisión Bibliográfica de Nematodos Asociados al cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Boletín No. 33. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P. 5 – 8.
- Cepeda, S.M. 2001. Nematodos de los Frutales. Ed. Trillas. México. Pp. 14 - 62.
- Cepeda, S.M y Aguirre, L. A. 1992. Aspectos importantes del Nematodo Agallador *Meloidogyne incognita*. Editorial Trillas. México. P. 13.
- Cepeda, S.M. 1996. Nematología Agrícola. Ed. Trillas. México. Pp. 53 - 54, 105 - 108 y 132 - 136.

- Chávez, B. A. 2008. Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematocida. 198 p.
- Chitwood, D. J. 1992. "Nematicidal compounds from plants". In: Nigg, H. N. & Seigler, D. (Eds.). *Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture*. New York, USA: Plenum Press. pp. 185 – 204.
- Christie, J.R. 1976. *Nematodos de los vegetales su ecología y control*. Ed. LIMUSA, S.A. México D.F. Pp. 62 - 128.
- Cid, Del P. I. 2001. *Distribución de Especies y Razas de Meloidogyne en Mexico*. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Texcoco. Pp. 4.
- Corpeño, B. 2004. *Manual del cultivo del tomate*. El Salvador. 43 p.
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 10: 564-582. <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Dama L B. 2002. Effect of naturally occurring naphthoquinones on root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Indian Phytopathology*, 55 (1): 67-69.
- Daulton, R.A., and Nusbaum, C.J. 1961. Some weed hosts of the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Nematologica*. 488 p.
- Dropkin, V.H 1989. *Introduction to Plant Nematology*. John Wiley & Sons, NY. 304 p.
- Escobedo, J.A. 1979. *Nematología general*, 1ª. Edición. Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Pp. 35 - 37.
- Espinosa, Z. C. 2004. *Producción de Tomate bajo invernadero*. Memorias de IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila. Pp. 20-23.
- Ferris, H., and L. Zheng. 1999. Plant sources of Chinese herbal remedies: Effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 31:241-263.

- Franklin, M.T: 1962. Preparation of posterior cuticular pattern of *Meloidogyne* spp., for identification. *Nematologica* 7 (2): 336-337. Netherlands.
- Frusso, E.A. 2007. Características morfológicas y fenológicas del pecan. Capítulo II. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-3.
- Gallegos, M.G., Cepeda, S.M. y Olayo, P.R.P. 2003. Entomopatógenos. Ed. Trillas, México. Pp 9 -10.
- Garza, L., J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México: Características botánicas. Fitotecnia, UACH. México. 76 p.
- Gauna, P. I. 2011. Manejo Integrado de *Meloidogyne* en tomate. EE A INTA Bella Vista Centro Regional Corrientes P. 5.
- Giaconi, M. V. 2004. Cultivo de Hortalizas. Santiago de Chile. P. 66.
- Gilchrist, S.; Fuentes D.L.G., y Martínez, C. C. 1995. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. México, D.F. CIMMYT. 65 p.
- Gommers, F.J. 1981. Biochemical interaction between nematodes and plants and their relevance to control. *Heminthol. Abstracts, Series B, Plant Nematology*, 50 :Pp 9 - 24
- González, M., M.A. 1988. Diccionario de especialidades agroquímicas. 2ª. Edición, Ed. P.L.M. México. 645 p.
- Gowen, S.; Quénéhervé, P. & Fogain, R. 2005. "Nematodes parasites of bananas and plantains". En: Luc, M., J. Sikora. & Bridge, J. (Eds.). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. P 604
- Grauke, L. J. 2004. An Introduction to the genus *Carya*. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. En [http// Aggiehorticulture .tamu. edu/carya/species](http://Aggiehorticulture.tamu.edu/carya/species)

- Guzmán, M. y A. Sánchez. 2000. Sistemas de Explotación y Tecnología de Producción. En: J. Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds). Ingeniería, Manejo y Operación de invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. Pp. 2 - 7.
- Heiser, C.J. 1969. Lave apples. In *Nightshades: The Paradoxical Plants*. Freeman San Francisco, CA. Pp. 53 - 55.
- Henderson, C.F. y E.W. Tilton. 1995. Las pruebas con acaricidas contra el ácaro del trigo frente, J. Econ. Entomol. 48:157-161. En pagina web <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>
- Hernández, H. G., Johansen, R., Gazca, L., Equihua, A., Salinas, A., Estrada, E., Duran, F. & Yalle, A. 2000. "Plagas del aguacate". In: Telliz, D. (Ed.) *El aguacate y su manejo integrado*. México: Ediciones Mundi - Prensa. Pp. 117 - 136.
- Herrera, A.G. 1990. Determinación de patogenicidad de *Meloidogyne incognita* Raza 2, en dos variedades de soya (*Glycine max*). Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Pp. 66.
- Herrera, P. E., Cristobal. A. J., Tún. S. J.M., Gamboa. A. M.M y Marbán M. N. 2009. Extractos acuosos de *Calea urticifolia* para el control de *Meloidogyne incognita*. INIFAP. NEMATROPICA. Vol. 39. No. 2. 289 p.
- Info Rural. 2012. Jitomate o Tomate Rojo, Producción Nacional. www.inforural.com.mx/spip.php?article104177
- Infoagro. 2004. El Cultivo de Tomate en <http://infoagro.com/tomate>
- Jatala, P. 1986. Nematodos parásitos de la papa. 2ed. Centro Internacional de la Papa (CIP). Boletín de información técnica 8. Lima, Perú.
- Karssen, G. and Moens, M. 2006. Root-knot nematodes. *Plant Nematology*. CABI publishing, Wallingford, U.K. Pp. 59 - 90.

- Lemus, G. S. 2004. El cultivo del Pecano. Proyecto FIA No. C. 96-I-1-025. Fundación para la Innovación Agraria. Chile. Pp. 6
- León, G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua. 34 p
- Linares, O. H. 2004. Manual. El Cultivo de Tomate en Invernadero. Saltillo, Coahuila. Pp. 23
- Lira-Saldivar. R.H. 2003. Estado actual sobre el conocimiento de las propiedades biocidas de la gobernadora. Revista Mexicana de Fitopatología. 21(2): 214-221.
- López, M. J. 2010. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Tomate. Nicaragua. P 7.
- Madero, E. 2007. Manejo del Cultivo. Libro: Producción de Pecan en Argentina (Versión electrónica). ISBN 978-987-05-3647-5. 27 p.
- Mariategui, s/f. Módulo Nematología en hortalizas y frutales. Motegua-Peru
- Monardes. H. 2009. Manual del Cultivo de Tomate. Innova Chile. Pp 5
- Montero, Z., C. García, L. Salazar; R. Valverde y L. Gómez - Alpízar. 2007. Detección de *Meloidogyne incognita* en tubérculos de Papa en Costa Rica. Nota técnica, Agronomía Costarricense. P 39
- Montes, R; V Cruz C; G Martínez M; G Sandoval G; R García L; S Zilch D; L Bravo L; K Bermúdez T; E Flores M; M Carvajal M. 2000. Propiedades antifúngicas en plantas superiores. Análisis retrospectivo de investigaciones. Rev. Mex. Fitopatol. 18:125-131.
- Montes, B.R. 1879. Avances de Nematología Agrícola en México. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. Pp. 24 - 30.

- Montes, B.R. 1988. Nematología Vegetal en México. Investigación documental. Sociedad Mexicana de Fitopatología. México. 158 p.
- Moreno, M. A. 2008. Tesis. Evaluación de los crecimientos fructíferos del nogal pecanero en relación a la alternancia en producción de nuez. UAAAN., Unidad Laguna. Pp 4
- Nelia, A. J. R. 1984. Nematodos, Diagnostico y Combate. Universidad de Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola. Puerto Rico. 202 p.
- Noble, S.R. 2000. Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott Landgraf Horticultura. En <http://www.noble.org/>.
- Noreña, J. J., Rodríguez. V. P., Guzmán A. M. y Zapata. M. A. 2006. El cultivo de Tomate Bajo Invernadero. Boletín Técnico 21. Centro de Investigación La Selva. Colombia. Pp. 12.
- Núñez, F. 2001. El Cultivo del Tomate. Bilbao, España. Pp. 32 y 59
- Nuñez, P. G. 1998. La influencia del Riego en el cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo el sistema de Acolchado en Condiciones de Invernadero. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 71 p.
- Nuño, M. R. 2007. Manual de Producción de Tomate Rojo bajo Condiciones de Invernadero para el Valle de Mexicali. Baja California. Pp 4, 10.
- Osorio, H. E., Ventura. S. J.M., Flores D. M., Lara F., Rodríguez H. R., Hernández C. F.D. y Aguilar C. N. 2004. Efectividad Biológica de Extractos Polifenólicos contra bacterias fitopatógenas. Proyecto CONAFOR-CONACYT. Pp 1-4
- Papp, C.S. 1999. The root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)(Imagen). Tomado de <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076.HTM>
- Parada, R.Y y Guzmán R.F. 1997. Evaluación de Extractos Botánicos contra en nematodo *Meloidogyne incognita* en Frijol (*Phaseolus vulgaris*). Nota técnica. Agronomía Mesoamericana 8 (1):108-114.

- Pérez, G., M., F. Márquez y A. Peña-Lomelí. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 21.
- Quintana, O. S/F. Los extractos vegetales y sus aplicaciones en la agricultura. Pp. 5
- Redondo, E. 1991. Importancia de las hortalizas en México. Taller regional Centroamericano y consulta sobre planificación de investigación hortícola. Editado por el Instituto de cooperación para la agricultura (IICA). San José Costa Rica. P. 113 - 126.
- Reina, Y., Crozzoli R. y Greco N. 2002. Efecto nematocida del Extracto de hojas de algodón de seda (*Calotropis procera*) sobre diferentes especies de nematodos fitoparasíticos. Universidad Central de Venezuela. Pp 1 - 2 .
- Restrepo, S. E. F. 2007. Estudios Básicos para iniciar la producción de cultivares de Tomate *Solanum lycopersicum* L., con resistencia al pasador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). P 4.
- Revelo, J. 1991. Influencia de *Pratylenchus pratensis* en el desarrollo de la pudrición de la raíz del maíz causada por *Fusarium moniliforme* Var. *Subglutinans*, su dinámica poblacional y respuesta de cinco híbridos. Tesis de Maestro en Ciencias. Especialista en Fitopatología, México: Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología. P 88.
- Revelo, J. et al. 2006. Avances del proyecto "Estudio epidemiológico del "nematodo del rosario" o "falso nematodo del nudo" *Nacobbus* sp., en el cultivo de tomate de mesa en el valle del Chota para optimizar su control". INIAP- UTN- SENACYT. Quito. P. 28.
- Robledo, P. F. y Martin, V. L. 1981. Aplicación de los plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. P.14.
- Rodríguez, C. & Lagunes, A. 1992. "Plantas con propiedades insecticidas. Resultados de pruebas preliminares de laboratorio, campo y granos almacenados". En: Agroproductividad, No. 1. Pp. 27-25.

- Ruano , P; Fernando, J. & Hernandez Rosero, M.A. 2010. Eficiencia de Nematicidas Biológicos en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero, en Socapamba, Imbabura.
- SAGARPA, 2011. Estudio de Oportunidades de Mercado e Inteligencia Comercial y Estudio de Logística Internacional de Tomate. www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/TOMATE.pdf
- SAGARPA, 2012. Boletín Pecanero. Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez A.C. Año 2. No. 51. P 3.
- Sandoval, P. A. & Lomas, A. L. J. 2007. Incidencia, Severidad, Rango de Hospederos y Especie del Nematodo del Rosario de la raíz *Nacobbus* sp., en el cultivo de Tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*) en el Valle del Chota y Pimampiro. 158 p.
- Santos, O. A. 1990. Efectos del acolchado con plástico negro y aldicarb sobre el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en Papa (*Solanum tuberosum*) en Navidad Nuevo León. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 105 .p
- Sarah, J. L., Pinochet, J., Stanton, J. 1996. Plagas de *Musa*. Hoja divulgativa No. 1. El nematodo barrenador del banano *Radopholus similis* Cobb. Montpellier. Francia: Inibap. P 9.....
- Segui, R.A. 1995. Efecto bactericida del filtrado de agujas de pino tolerantes a *Lophodermium pinastri* sobre *Pseudomonas solanacearum* en repollo y col de brúcelas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 44 p.
- Seinhorst, J. 1970. Dynamic of population of plant parasitic nematodos. Anual review.
- Siddiqi, M.R. 2000. Tylenchida. Parasites of Plants and Insects. CAB International, Egham, Uk. Pp. 848.

- Sosa, M. E. & Tonn, C. E. 2008. "Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands: bioactivity against insects". In: *Phytochemical Review*, No. 7. pp. 3 - 24.
- Sosa, Moss. C; Perdomo. R. F; Brathwaite. W. D. C. H; Salazar. C. J. J. 1997. Técnicas para el diagnóstico de las enfermedades de las plantas. *Diagnóstico Fitosanitario II*. IICA México. 99 -138 pp.
- Steta, G., M. 2003. Panorama de la Horticultura en México. *Memorias*. 4° Congreso Internacional. Producción de Hortalizas en Invernadero. P 23.
- Talavera, R. M. 2003. Manual de Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para los agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa Vegetal. Institut de Reserca i Formació agraria i pesquera. 76 p
- Tanaka, Y.T. y Andomuro, S: 1993. Agroactive compound of Microbial Origin. *Annu. Rev. Microbiol.* 47: 57-87.
- Tapia, A. M.I. 2009. Actividad nematocida de extractos acuosos de tejido foliar de seis especies nativas del sur de Chile, sobre juveniles (JIII) de *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949). Valdivia, Chile. P 3.
- Taylor, L.A y Sasser N.J. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (Especies 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, P 109.
- Tello, M .V y Moncada. J. S. 2005. Cultivando en el Desierto. Guía de Prácticas, Preparando un semillero o almacigo. Iqueque- Chile. P 3.
- Trudgill, D.L.; and Blok, V. C. 2001. Apomictic, polyphagous rootknot netodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu. Rev. Phytothol.* Pp 53-77.

- Valadez, L. A. 1993. Producción de Hortalizas. Tercera reimpresión. Ed. LIMUSA. México. 298 p.
- Van Gundy, S.D. 1965. Factors in survival of nematodes. Ann. Rev. Phytopathol. USA. En <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.03.090165000355?journalCode=phyto>
- Vázquez, L. A., Pérez-Flores, L., & Díaz-Sobac, R. 2007. "Biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria". P 33..
- Wilson, C L, A. El Ghaouth, M E Wisniewski .1999. Prospecting in nature's storehouse for biopesticides. Rev. Mex. Fitopatol. 17 : 49 - 53. En página web <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Zarate, A.N. 2007. Control vegetativo del nogal (*Carya illinoensis*) bajo riego con la aplicación de reguladores de crecimiento. UAAAN. Unidad Laguna Pp. 27.