



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA EN HORTICULTURA Y FRUTICULTURA

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de
Ingeniero en Horticultura y Fruticultura

TEMA

“EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN
TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) BAJO CONDICIONES
CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO”

AUTOR

PALACIOS CEVALLOS JACINTO BERNARDO

DIRECTOR

ING. M. SC. VICENTE PALIZ SÁNCHEZ

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO

Presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo para la obtención del título de:
INGENIERO EN HORTICULTURA Y FRUTICULTURA

TEMA

“EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO”

AUTOR

PALACIOS CEVALLOS JACINTO BERNARDO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Pedro Rosero Tufiño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Econ. Flavio Ramos Martínez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Simón Ampuño Muñoz
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2014

AUTORIA

La responsabilidad de los resultados y conclusiones presentadas en este trabajo de investigación, pertenecen exclusivamente al autor.

PALACIOS CEVALLOS JACINTO BERNARDO

CERTIFICACION

El suscrito Ing. M. SC. Vicente Paliz en calidad de Director de Tesis **CERTIFICO:**

Que la Tesis Titulada. “**EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO**”. Pertenece al egresado de la Carrera de Ingeniería en Horticultura y Fruticultura **PALACIOS CEVALLOS JACINTO BERNARDO**, ha sido revisado y cumple con los requisitos reglamentarios autorizándolo para que continúen con el trámite pertinente.

Atentamente.

Ing. M. SC. Vicente Paliz

Director de Tesis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios creador del universo, a mi familia por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera, en especial a mi madre por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí.

Al Econ. Flavio Ramos por su ayuda perenne en la realización de la tesis, a la Dra. Carmen Suarez y a los Ing. Milciades Fernández y Luis Llerena por sus apoyos y sus recomendaciones sobre el cultivo en campo, al Ing. M. SC. Vicente Paliz, por ser mi director de tesis, y a todos los docentes de esta prestigiosa Universidad, por impartir sus saberes desde el inicio en esta carrera, a mis compañeros y compañeras porque siempre permanecemos unidos para crecer en conocimiento y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron para que llegue hasta donde estoy, hago mis más sinceros agradecimientos.

Palacios B.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A la mujer de mi vida mi madre, por ser el pilar fundamental en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, a pesar de no estar ya en este mundo, me supo apoyar en mi constante lucha, para alcanzar mis metas, a mis hermanos (as) Oscar, Wilder, Walter, Danilo, Leo, José, Eddy, Nancy, Amarilis, Elinor, Katty, Mayra, que supieron impartir sus conocimientos, a mis sobrinos, para que tomen como ejemplo este logro obtenido en base al estudio, a mi cuñado Alexander Bravo que fue una persona fundamental con sus consejos y apoyo incondicional durante mis etapas de estudios.

Lo que ayer fue utópico hoy es real, sueños posibles, que hoy se están cumpliendo, gracias a mis pilares fundamentales; ya que sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora soy, motivos grandes para llevarlos siempre presente.

Palacios B.

INDICE

PORTADA DE TESIS.....	I
HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO.....	II
AUTORIA.....	III
CERTIFICACION.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XII
CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCION.....	2
1.1.1. Problematización.....	3
1.1.2. Justificación.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1. Generalidades del tomate.....	6
2.1.2. Importancia económica del género <i>Meloidogyne incógnita</i> en tomate.....	6
2.1.2.1. Género <i>Meloidogyne</i>	6
2.1.2.2. Presencia de <i>Meloidogyne</i> en Ecuador.....	7
2.1.2.3. Biología de <i>Meloidogyne</i>	7
2.1.2.4. Daños y Síntomas causados por <i>Meloidogyne</i>	9
2.1.2.5. Hospederos de <i>Meloidogyne</i>	9
2.2. EXTRACTOS VEGETALES.....	10
2.2.1. Chaya (<i>Cnidoscolus chayamansa</i>).....	14
2.2.2. Árbol del Paraíso (<i>Melia Azedarach</i> L.).....	14
2.2.3. Culantro (<i>Eryngium foetidum</i> L.).....	16
2.2.4. Hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>).....	17
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1.1. Ubicación de la investigación.....	20
3.1.2. Materiales y Equipos.....	20
3.1.2.1. Laboratorio.....	20
3.1.2.2. Invernadero.....	20

3.1.3.	Metodología.....	20
3.1.4.	Factores de Estudio	20
3.1.5.	Tratamientos	21
3.1.6.	Material vegetal utilizado a nivel de umbráculo	21
3.1.7.	Diseño Experimental	22
3.1.8.	Cuadro del Análisis de Varianza	22
3.1.9.	Manejo del experimento	22
3.1.9.1.	Elaboración de los extractos vegetales	22
3.1.9.1.1.	Trabajo de laboratorio	22
3.1.9.2.	Aplicación de los extractos vegetales	23
3.1.9.2.1.	Trabajo a nivel de umbráculo	23
3.1.10.	Datos evaluados.....	23
3.1.10.1.	Número de agallas en las raíces.....	23
3.1.10.2.	Densidad poblacional de nemátodos en raíces	23
3.1.10.3.	Densidad poblacional de nemátodos en suelo.	23
3.1.10.4.	Altura de plantas.	24
3.1.10.5.	Diámetro del fruto.....	24
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
4.1.	RESULTADOS	26
4.1.1.	Desarrollo del nemátodo agallador	26
4.1.1.1.	Fase inicial	26
4.1.1.2.	Fase intermedia.....	26
4.1.1.3.	Fase final.....	26
4.1.2.	Número de agallas en raíces	26
4.1.3.	Densidad poblacional de nemátodos en raíces	27
4.1.4.	Densidad poblacional de nemátodos en suelo	30
4.1.5.	Altura de plantas	33
4.1.6.	Diámetro del fruto.....	37
4.2.	DISCUSION	43
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		45
5.1.	CUNCLUSIONES.....	46
5.2.	RECOMENDACIONES	47
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA		48
6.1.	LITERATURA CITADA.....	49
ANEXO		53

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PROMEDIOS DEL NÚMERO DE AGALLAS EN RAICES EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>MELOIDOGYNE</i> EN TOMATE (<i>LYCOPERSICUM ESCULENTUM</i>) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013. ...	28
CUADRO 2. PROMEDIOS DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMÀTODOS EN RAICES EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>MELOIDOGYNE</i> EN TOMATE (<i>LYCOPERSICUM ESCULENTUM</i>) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.....	31
CUADRO 3. PROMEDIOS DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMÀTODOS EN SUELO EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>MELOIDOGYNE</i> EN TOMATE (<i>LYCOPERSICUM ESCULENTUM</i>) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.....	35
CUADRO 4. PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>MELOIDOGYNE</i> EN TOMATE (<i>LYCOPERSICUM ESCULENTUM</i>) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.....	38
CUADRO 5. PROMEDIOS DEL DIAMETRO DE FRUTOS EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>MELOIDOGYNE</i> EN TOMATE (<i>LYCOPERSICUM ESCULENTUM</i>) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.....	41

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL NÚMERO DE AGALLAS EN LAS RAICES	54
FIGURA 2. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN LA REDUCCION DE DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS EN RAICES.....	55
FIGURA 3. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN LA REDUCCION DE DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS EN SUELO.....	56
FIGURA 4. ELABORACIÓN DEL SEMILLERO DE TOMATE	57
FIGURA 5. ELABORACIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES.....	58
FIGURA 6. EXTRACTOS VEGETALES (NEMATICIDAS ORGANICOS).....	59
FIGURA 7. DIFERENCIAS DE RAICES EN LAS QUE SE PROBO LOS TRATAMIENTOS (EXTRACTOS VEGETALES) Y EL TESTIGO.....	60

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Invernadero de la Finca "La María" y en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, de la Ciudad de Quevedo, Provincia de Los Ríos, ubicada entre 75 y 80 msnm respectivamente, longitud oeste 79°, 28', 30" y latitud sur 01° 06', clima tropical-húmedo, temperatura 24.8°C, precipitación media anual de 2.252.2 mm, humedad relativa 84%, y heliofanía anual 894 horas/sol.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar la eficacia de los extractos vegetales en poblaciones de *Meloidogyne incógnita* en tomate.

Los objetivos específicos fueron: Estudiar la eficacia de los extractos vegetales sobre la mortalidad de *M. incógnita*., Determinar el efecto de los extractos vegetales sobre el desarrollo del nemátodo., y Seleccionar al mejor extracto para el control de *M. incógnita*.

Se estudiaron tres factores: 2 métodos de extracción: (Infusión y Agua fría); 2 dosis: (10, 15 ml/planta utilizando suelo infestado de nemátodos); y 4 especies de plantas propias del trópico húmedo: Chaya (*Cnidocolus chayamansa*), Árbol del paraíso (*Melia azaderach L*), Culantro (*Eryngium foetidun L*), Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*), en las que se incluyó al testigo.

Realizado el análisis e interpretación de los resultados se concluye: El extracto con mayor eficacia en la reducción de números de agallas, fue culantro, causando pudriciones en los nódulos; observándose acción controladora de nemátodos por los extractos de chaya y árbol del paraíso. El extracto de hierba luisa no mostro un adecuado control de nemátodos debido a que los principios activos de la planta (compuestos primarios), no resultaron eficaces en el control de nemátodos. El extracto de culantro ejerció mayor grado de eficacia sobre el control de *M. incógnita*. No todos los extractos evaluados en la investigación controlaron eficazmente el desarrollo de los nemátodos, debido a la naturaleza química de los mismos o a la capacidad defensiva de los nemátodos y otros factores ambientales.

SUMMARY

This research was conducted at the Laboratory Finca from "La Maria" and the Laboratory of Microbiology, State Technical University of Quevedo, Quevedo City, Province of Los Ríos, located between 75 and 80 meters respectively, west longitude 79 ° 28 '30" south latitude and 01 ° 06', humid tropical climate, temperature 24.8 ° C, average annual rainfall of 2.252.2 mm, relative humidity 84%, and 894 hours annual sunshine hours / sun.

The general objective of this research was to evaluate the efficacy of plant extracts in populations of *Meloidogyne incognita* on tomato.

The specific objectives were: To study the efficacy of plant extracts on mortality of *M. incognita*, to determine the effect of plant extracts on the development of the nematode, and select the best extract for the control of *M. incognita*.

Three factors were studied: Two extraction methods: (Infusion and cold water); 2 doses (10, 15 ml / plant using nematode infested soil); and 4 species of plants themselves in the humid tropics: Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), paradise tree (*Melia azaderach L*), Coriander (*Eryngium foetidun L*), verbena(*Cymbopogon citratus*), which was included the witness.

Performed the analysis and interpretation of the results concludes extract more effective in reducing numbers of galls was coriander, causing rot in the nodule; controlling action observed nematodes by extracts of chaya and chinaberry. Verbena extract showed no adequate nematode control because the active ingredients of the plant were not effective in controlling nematodes. Coriander extract exerted greater effectiveness on the control of *M. incognita*. Not all research evaluated extracts effectively controlled the development of nematodes, due to the chemical nature of the same or defensive ability of nematodes and other environmental factors.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum*), es un cultivo solanáceo de gran importancia en nuestro país, ya que es consumido por casi todas las personas en sus diferentes formas debido a las propiedades alimenticias y antioxidantes que presenta. En nuestro país en el año 2006, se reportaron 4,169 ha, con una producción de 87,525 t del producto. En el 2008, la superficie mundial cultivada ascendió a las 5'227,883 ha, con una producción de 129'649,883 de t, haciendo de este uno de los cultivos masivos más importantes a nivel mundial (RIVAS, 2010).

El cultivo de esta hortaliza ha tenido un creciente desarrollo en los últimos años, aunque se ha visto mermado en un considerable porcentaje por la falta de programas adecuados de sanidad agrícola y control de plagas. El control de enfermedades básicamente se lo realiza con la aplicación de agroquímicos que, si bien brindan un control efectivo también afectan a la salud de los consumidores, contribuyendo así a la contaminación de los terrenos de cultivo y al medio ambiente en general (RIVAS, 2010).

El nemátodo agallador de raíces *Meloidogyne incógnita.*, es una plaga de gran importancia económica en todo el mundo, especialmente en países tropicales y subtropicales, se reportan pérdidas de la producción mundial por causa de este nemátodo en aproximadamente 115 mil de dólares anual (TRIVIÑO, 2003).

Los síntomas característicos de este nemátodo provocan en la planta diferentes grados de achaparramiento, falta de vigor, deficiencias nutricionales y marchitamiento bajo condiciones de estrés. Estas afectaciones generan pérdidas a nivel mundial que se estima superan los \$US 100 billones, (SALAZAR & GUZMÁN, 2013).

En Ecuador el control usual de nemátodos es aplicando los nematicidas Furadan (carbofuran), Mocap (ethoprophs), Nema-cur (fenamiphos). (PUEDMAG & HERNÁNDEZ, 2007).

Generalmente, para el control de nemátodos agalladores, el método empleado con mayor frecuencia, debido a su efectividad, ha sido el uso de nematicidas químicos ya que la utilización de variedades resistentes

está muy limitada debido, para muchas especies, a la falta de materiales y, la rotación de cultivos, se hace difícil debido al amplio rango de hospedantes que las mismas poseen. Debido a la contaminación que causa el uso de químicos, los elevados costos de producción, así como el deseo de propiciar prácticas conservacionistas y ecológicas se han llevado a cabo investigaciones con plantas que poseen metabolitos secundarios con efecto nematicida o nematostático. Se han hecho importantes estudios con algunas plantas, usándose sus hojas, semillas y raíces en forma de extractos acuosos, extractos obtenidos con solventes orgánicos o simplemente como abono verde, obteniéndose resultados prometedores (QUEVEDO, CROZZOLI, & PERICHI, 2010).

1.1.1. Problematización

El nemátodo del nudo radical (*Meloidogyne incógnita.*), ocasiona pérdidas económicas hasta un 80% en tomate en las diferentes zonas del país, por lo que se lo responsabiliza de la baja producción en las cosechas. Muchos agricultores, para su control, utilizan productos de alta toxicidad, contaminando el ambiente y la salud humana. La búsqueda de alternativas para estos agentes causales, si bien ha aumentado en los últimos 20 años no ofrecen resultados concluyentes, por lo que es necesario continuar en la búsqueda de nuevas alternativas de combate, una de las cuales se basa en plantas que tenga propiedades nematicidas.

1.1.2. Justificación

La importancia de esta investigación se basa en utilización de productos orgánicos a base de extractos vegetales, que tengan propiedades nematicidas, que ayuda a racionalizar el uso de productos convencionales de alta toxicidad para el control del nemátodo agallador en el cultivo de tomate, a la vez que se regula el daño al ambiente y se disminuye los costos de producción.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

- ❖ Evaluar la eficacia de los extractos vegetales en poblaciones de *Meloidogyne incógnita* en tomate.

1.2.2. Específicos

- ❖ Estudiar la eficacia de los extractos vegetales sobre la mortalidad de *M. incógnita*.
- ❖ Determinar el efecto de los extractos vegetales sobre el desarrollo del nemátodo.
- ❖ Seleccionar al mejor extracto para el control de *M. incógnita*.

1.3. HIPÓTESIS

Al menos uno de los extractos vegetales, reduce significativamente los niveles poblacionales de *M. incógnita*., y severidad de ataque, mejorando los rendimientos del cultivo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Generalidades del tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*), es una de las hortalizas más ampliamente cultivadas a nivel mundial, representa un alto porcentaje de las plantas comerciales cultivadas en nuestro país. El cultivo de tomate tiene una gran acogida entre los consumidores aunque su producción se ve afectada por una gran cantidad de plagas, entre las que se incluyen bacterias, virus, hongos e insectos (RIVAS, 2010).

El tomate es especialmente importante para la región andina, pues se conoce que es originario de los Andes, específicamente de Colombia, Perú, Chile, Ecuador y Bolivia, en donde se encuentran todavía varias especies silvestres. Aunque no se conoce con exactitud el origen del tomate común cultivado, se cree que tuvo su origen en Perú y Ecuador, pero se sabe que el primer cruzamiento de tomate se lo realizó en México hace más de 1000 años, donde era conocido como *tomatl*, terminando aproximadamente en el siglo XV, donde los españoles lo llevaron a Europa (RIVAS, PROAÑO, JIMENEZ, & LEON-REYES, 2011).

El tomate es muy sensible al ataque de plagas y enfermedades, la incidencia y la severidad de la agresión está en función del tipo de agente patógeno que este atacando al cultivo, las condiciones de clima y suelo de la localidad y principalmente de la susceptibilidad del cultivar utilizado (FLORES, 2004).

El control de estas enfermedades implica: el uso de cultivares resistentes; para evitar que el patógeno entre en contacto con la planta; la extirpación que considera la eliminación del patógeno después de establecido en el área que ocupa el cultivo (FLORES, 2004).

2.1.2. Importancia económica del género *Meloidogyne incógnita* en tomate

2.1.2.1. Género *Meloidogyne*

El "Nemátodo del nudo de la raíz" (*M. incógnita*), debido a su distribución mundial, y al extenso grupo de hospederos, su interacción con otros

agentes como hongos y bacterias, hacen que sea considerado entre los agentes causales de las mayores pérdidas económicas en el mundo (LÓPEZ, 2002).

Meloidogyne es un endoparásito de penetración total y sedentario, formador de nódulos radicales y tiene una amplia distribución geográfica. Se han descrito más de 90 especies, entre ellas, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla* y *M. incógnita* relacionadas con importantes pérdidas. *Meloidogyne* es uno de los patógenos más importantes del cultivo del tomate y limita su producción a nivel mundial, con pérdidas estimadas entre 28 a 68% (CASTRO, FLORES, & URIBE, 2010).

2.1.2.2. Presencia de *Meloidogyne* en Ecuador

En Ecuador se encuentra presente en todas las regiones, aunque las incidencias poblacionales más altas están en las zonas calientes, donde tienen ciclos biológicos de 2.130 días e índices de reproducción sobre los 1.000 huevos. Los cultivos con mayores pérdidas económicas son las hortalizas, leguminosas y frutales, por lo general los productores no detectan el problema antes de la siembra y cuando lo identifican en su afán de salvar parte de la producción se ven obligados a utilizar nematicidas, productos peligrosos y de alto costo (TRIVIÑO, 2003).

2.1.2.3. Biología de *Meloidogyne*

El ciclo de vida de *M. incógnita*., comprende cuatro estadios juveniles y el adulto. La duración de cada uno de estos estadios difiere en cada especie y depende de otros factores como la temperatura, la humedad y la planta hospedante (HERNANDEZ-OCHANDIA, ARIAS, GOMEZ, PETEIRA, MIRANDA, & RODRIGUEZ, 2012).

La fase preparásitica del ciclo de vida comienza con un huevo, generalmente en estado unicelular. Los huevos son depositados en una matriz gelatinosa que los mantiene juntos en masas o sacos. La primera muda tiene lugar en el huevo y poco después, el juvenil de segundo estado (J2) emerge a través de un agujero hecho en un extremo del cascaron (SÁNCHEZ, 2006).

El juvenil del segundo estado que ha eclosionado, puede dejar o no inmediatamente la masa de huevos, en la que convive junto con varios estados de desarrollo. Después, el juvenil, se mueve a través del suelo en busca de una raíz de la cual alimentarse. Luego, guiado por exudados (Secreciones) que provienen desde la raíz, se va desplazando directamente hacia la punta de esta (SÁNCHEZ, 2006).

En la fase parasítica, los segundos estados juveniles infestivos generalmente penetran la raíz justamente sobre la caliptra, (SÁNCHEZ, 2006). Se mueven principalmente entre las células no diferenciadas y finalmente se colocan con sus cabezas en el cilindro central en desarrollo, cerca de la región de elongación celular y con sus cuerpos en la corteza. Con sus estiletes perforan las paredes de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas (LÓPEZ, 2002).

Estas secreciones causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular y aumentan la proporción de la división celular en el periciclo. Esto da lugar a la formación de células gigantes debido al agrandamiento de las células (hipertrofia), a la posible disolución de paredes celulares, a un aumento de tamaño del núcleo y a cambios en la composición de los contenidos celulares. Al mismo tiempo, hay una intensa multiplicación de células vegetales (hiperplasia) alrededor de la cabeza del juvenil (LÓPEZ, 2002).

El segundo estado juvenil es móvil y vermiforme. Después del establecimiento de una relación hospedero parásito y un periodo inicial de alimentación de 3 a 8 semanas, el segundo estado juvenil rápidamente muda tres veces, y se desarrolla en una hembra sedentaria o macho adulto móvil (SÁNCHEZ, 2006).

La hembra continúa su desarrollo en el tejido vegetal, aumentando su diámetro corporal. Si la planta es un hospedero adecuado, las hembras comienzan a depositar huevos después de 20 a 30 días de haber penetrado como larvas. La hembra secreta una sustancia gelatinosa y deposita los huevos sobre la misma, para unirlos y protegerlos (SÁNCHEZ, 2006).

Al incubar los huevos, los juveniles escapan hacia el suelo, en busca de nuevas raíces, o permanecen y se desarrollan en la misma raíz. No es fortuito el curso que sigue el juvenil, sino que se determina por la clase de tejido que rodea a la hembra madre. La reproducción es principalmente mediante partenogénesis. En la mayoría de las especies de *Meloidogyne* spp., el macho no participa en la reproducción (SÁNCHEZ, 2006).

2.1.2.4. Daños y Síntomas causados por *Meloidogyne*

Dañan las raíces de las plantas, formando nudos o agallas, que afectan la capacidad de absorción de agua y nutrientes, retardan el crecimiento, disminuye considerablemente los rendimientos y los frutos son de mala calidad. El daño puede ser más severo cuando el nemátodo interactúa con hongos y bacterias del suelo, formándose verdaderos complejos que disminuyen drásticamente la producción (PUEDMAG & HERNÁNDEZ, 2007).

M. incógnita produce varios síntomas: la parte aérea de las plantas muestra una reducción de crecimiento y síntomas similares a la falta de nutrientes y agua. En la raíz produce agallas o nudos, de los cuales emergen muchas raíces laterales, lo que da lugar a un sistema radical compacto anormalmente abundante y entrelazado y por consiguiente el follaje se presenta vigoroso y abundante, (PUEDMAG & HERNÁNDEZ, 2007).

2.1.2.5. Hospederos de *Meloidogyne*

En Ecuador los hospederos favoritos de *Meloidogyne* son melón, pepino, achocha, sandía, tomate, pimiento, berenjena, zanahoria, lechuga, coliflor, zapallo, haba pallar, fréjol, caupí, arvejas, soya, papaya, babaco, naranjilla, tomate de árbol, maíz, caña de azúcar. El nivel de daño en las raíces “agallamiento” depende del grado de susceptibilidad del cultivo y de la incidencia poblacional del nemátodo. (TORRES, 2012).

2.2. Extractos Vegetales

Es la sustancia 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 preservante (CHÁVES, 2008)

Este mismo autor refiere que existen plantas que pueden utilizarse con estos fines, pero es importante tener en cuenta que la concentración de las sustancias activas que actúan sobre las plagas, pueden también tener efecto sobre las personas, por lo tanto, se debe cumplir con las precauciones que se enumeran a continuación ya sea a la hora de preparación como al momento de su aplicación.

Se ha determinado que numerosas especies de plantas, producen compuestos nematocidas. Algunas especies principalmente de la familia *Asteraceae* (*Tagetes* spp., *Chrysanthemum* spp., *Azadirachta indica*), han mostrado tener una efectiva acción nematóxica en hojas, tallos, frutos y semillas, mientras que en otras especies de la misma familia botánica como *Zinnia elegans* y *Cosmos bipinnatus* se ha encontrado una mayor propiedad nematocida en la parte aérea de esas plantas que en la radical (RUIZ, 2011).

La actualidad tecnológica está enfocada principalmente a la protección del medio ambiente evitando al máximo la contaminación con agroquímicos sintéticos tóxicos. Por otra parte, se debe tomar en cuenta que la aplicación de esos químicos importados para el control de plagas, es uno de los factores que elevan los costos de producción. Se requiere de alternativas para la reducción de gastos y hacer rentable las explotaciones agrícolas (CHÁVES, 2008).

El uso de extractos vegetales que actúan contra hongos, insectos, nemátodos 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 (CHÁVES, 2008).

Extractos y/o productos de origen botánico: la habilidad de las especies de *Crotalaria* de fijar nitrógeno por la simbiosis con organismos como *Bradyrhizobium* sp., o *Methylobacterium* sp., han hecho que se utilicen frecuentemente en los sistemas agrícolas y teniendo en cuenta que algunas leguminosas han mostrado alta resistencia a nemátodos formadores de agallas, el uso de *Crotalaria* sp., aparece como una alternativa muy interesante para reducir las poblaciones en los suelos agrícolas (RODRÍGUEZ, GÓMEZ, & PETEIRA, 2007)

Una medida eficaz y amigable con el ambiente para el control de insectos, es el uso de extractos de plantas, algunos de los cuales están referenciados como insecticidas y podrían ser valiosos en un programa de manejo integrado de la mosca de las flores. Los extractos vegetales que se utilizan en la protección vegetal exhiben un efecto insectistático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Estos extractos presentan diferentes mecanismos de acción, como reguladores de crecimiento cuando exteriorizan moléculas que pueden alterar la función de las hormonas que regulan estos mecanismos inhibidores de la alimentación compuestos que hacen que el insecto deje de alimentarse y muera por inanición y repelentes compuestos que tienen mal olor o efectos irritantes (SANTOS, VARÓN, & SALAMANCA, 2009)

Las plantas pueden debilitar el ataque de los fitopatógenos mediante barreras físicas que impiden el ingreso, o bien por la producción de metabolitos secundarios que son compuestos producidos por las plantas que no tienen funciones directas en el metabolismo fotosintético sino que le proporcionan a la planta la capacidad de mejorar su adaptabilidad. Una de las funciones de los metabolitos secundarios es servir como defensa a la planta contra ataques de plagas, incluyendo hongos fitopatógenos y nemátodos. Los principales metabolitos secundarios son compuestos fenólicos (taninos, fitoestrógenos y cumarinas), toxinas nitrogenadas (alcaloides, glicósidos cianogénicos, glucosinolatos, aminoácidos tóxicos);

terpenos (lactonas sesquiterpénicas, glicósidos cardíacos, saponinas) y oxalatos (COCOM, 2005).

El extracto botánico de *Tagetes erecta* conocido como flor de muerto es efectivo en el control de nemátodos, de manera que provoca la inmovilización del nemátodo y posteriormente la muerte. Algunas especies utilizadas como insecticidas botánicos incluyen al tabaco (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae), Quassia (*Quassia amara*, Simaroubaceae), Ryania (*Ryania speciosa*, Flacourtiaceae) y Nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae). En el caso del tabaco, quassia y ryania producen sustancias muy potentes y presentan diferentes grados de toxicidad para los humanos y mamíferos, por lo tanto se recomienda su uso con precaución (COCOM, 2005).

El Nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) posee compuestos como azadiractinas y nimbidinas, entre otros, que tienen efecto nematicida. El extracto de ajo (*Allium sativum*, Liliaceae) y Diente de León (*Taraxacum officinale*) sirven como repelentes de los nemátodos y la Quassia (*Quassia amara*, Simaroubaceae) contiene quassina, un compuesto tóxico para los nemátodos (COCOM, 2005).

Desde la antigüedad hasta hoy, la semilla de higuera ha sido utilizada para extraer aceites que se usan como combustible en lámparas y con fines medicinales como purgante. Debido a que las semillas son venenosas por la presencia de metabolitos secundarios como albúminas, ricina, y alcaloides, ricinina, que son utilizados como nematicida e insecticida para el control de plagas en los cultivos, (ARBOLEDA, GUZMAN, & MEJÍA, 2012).

La ricina, es una fitotoxina que se encuentra principalmente en las semillas de la higuera, y es la responsable de la toxicidad a animales como nemátodos, insectos, entre otros. La ricina está entre las proteínas de mayor toxicidad en el mundo conocidas por el hombre, ya que hace parte del grupo de proteínas inactivadoras de ribosomas, RIPs, de tipo 2, que se caracterizan por presentar dos cadenas polipeptídicas: una capaz de inhibir la síntesis de proteínas en los ribosomas y otra con propiedades

de lectina, es decir, capaz de unirse a hidratos de carbono, (ARBOLEDA, GUZMAN, & MEJÍA, 2012).

Los compuestos tóxicos, alcaloides, fenoles, terpenoides, entre otros, y las lectinas tales como la ricina y la ricinus-aglutinina, tienen la capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nemátodos fitoparásitos como *Meloidogyne* que forma nudos o agallas en el sistema radical, y modificar así su comportamiento quimiotáctico. La torta deshidratada de higuera cuando fue incorporada al suelo en concentraciones de 1,5; 2,0 y 3,0% en plántulas de café de 60 días de edad, redujo las poblaciones del nemátodo *Pratylenchus coffeae* Sher & Allenen 61, 70 y 76%, respectivamente; mientras que Carbofuran redujo la población en 54%, con relación al testigo. (ARBOLEDA, GUZMAN, & MEJÍA, 2012).

Otras de las ventajas de los insecticidas botánicos es que tienden a biodegradarse en poco tiempo, por lo tanto se pueden aplicar días antes de la cosecha con bajo riesgo de intoxicación al consumir los alimentos. Además, al disponer del material vegetal, se puede fabricar el insecticida botánico a bajo costo. Además, los insecticidas botánicos se pueden certificar en la agricultura orgánica (COCOM, 2005).

En trabajos de investigación realizada se determinó, en laboratorio que 15 extractos vegetales, entre los que están frutos de noni, hojas de chaya, hierba mora y hojas de cola de caballo, en concentraciones de 50, 75 y 90 % causan hasta el 100 % de mortalidad de nemátodos. Los extractos de raíz de noni, llantén, tomate riñón, ortiga, hierba mora, papa china; neem (hojas, frutos); hojas de insulina, bleo, altamisa, albahaca de canela, y tabaco tallo y raíz, tienen efecto nematostático, también se determinó que mayor acción de los extractos sobre los nemátodos proviene a partir de hojas (43 %), y los tallos, frutos, raíz, semillas y flor, estuvieron en el orden de 20, 17, 15, 3 y 2 % respectivamente, el grado de afectación de nemátodos depende de la especie del nemátodo y del sitio donde ejerce su acción (PINO, 2010).

2.2.1. Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*)

La chaya, también conocida como el árbol espinaca, es un arbusto robusto de hojas perennes, perteneciente a la familia de las *Euphorbiaceae*, la parte que más se utiliza son sus hojas; se caracterizan por que tienen sales de hierro, calcio, fósforo, magnesio, vitaminas A, B, sobre todo la C, compuestos proteínicos simples y complejos (DELGADO, 2009).

Estudios realizados con extractos vegetales de Neem, albaca y chaya con una dosis media de Silicio tuvieron una menor incidencia de *Prodidiplosis longifila* (Negrita) y *Spodoptera sunia* (Langosta), por otro lado los extractos de albaca, noni, chaya y Neem presentaron una menor presencia de *Tuta absoluta*, (Minador). El mejor rendimiento se registró en el tratamiento 7 (Testigo comercial) con 11.144 kg/ha seguido de Marigold y Neem con 7576 y 6180 respectivamente (DELGADO, 2009).

Se evaluaron 6 extractos acuosos (EA) y 6 etanólicos (EE) de hojas de merey (*Anacardium occidentale*), algodón de seda (*Calotropis procera*), pasote (*Chenopodium ambrosioides*), café (*Coffea arábica*), culantro (*Eryngium foetidum*) y ruda (*Ruta graveolens*) para el control de juveniles de segundo estadio (J2) de *Meloidogyne*, por lo que comprobaron que estas plantas tienen efecto nematocidas (QUEVEDO, CROZZOLI, & PERICHI, 2010).

2.2.2. Árbol del Paraíso (*Melia Azedarach* L.)

El árbol del Paraíso (*M. azedarach*) pertenece a la familia *Meliaceae* nativo del sureste asiático se difundió como planta ornamental en Sudáfrica y América, Es un árbol mediano de 8 a 15 m de altura. Entre las características para el desarrollo óptimo del árbol son: temperatura de 18°C y precipitaciones promedio de 500 mm³/anuales; es muy adaptable, soporta heladas y períodos largos de sequía. Es utilizada como especie con aplicaciones farmacéuticas en la elaboración de medicamentos contra parásitos intestinales (*Anchylostoma duodenale* y *Ascaris lumbricoides*), investigaciones recientes han demostrado que el efecto insecticida del extracto de árbol del paraíso podría ser equivalente al del nim. Estudios

demuestran que a distintas concentraciones inhibe la alimentación y afecta negativamente el desarrollo y supervivencia de distintas especies de insectos de cultivos agronómicos. La parte activa de *M. azedarach* se obtiene principalmente de los frutos, pero se puede encontrar en hojas, tallos y semillas (CRUZ & ORTEGA, 2011).

Los principios activos del árbol del paraíso que presentan actividad anti-insecto se denominan limonoides (fitoquímicos), que son moléculas muy complejas, provenientes del metabolismo secundario en plantas del Orden Rutales (*Rutaceae* y *Meliaceae*). A estos compuestos se les adjudica propiedades como insecticida, entre otras funciones de defensa de las plantas. En todo el mundo se han reportado actividad de extractos y compuestos aislados tanto del neem como del árbol del paraíso que actúan en los insectos inhibiendo la alimentación, el desarrollo de las pupas, larvas y efectos en la fecundidad y fertilidad y en algunos casos efectos tóxicos agudos. Los estudios realizados muestran efectos en la sobrevivencia y el desarrollo de insectos de varios órdenes (IBÁÑEZ & ZOPPOLO, 2008)

Resultados obtenidos por estos mismos autores manifiestan que los frutos maduros de árbol del paraíso, («coquitos») muestran mayor contenido de limonoides seguidos de los frutos verdes y hojas.

La extracción propiamente dicha envuelve la separación de porciones biológicamente activas de los componentes inertes o inactivos, a partir de la utilización de un solvente seleccionado y de un proceso de extracción adecuado. Al embeber el material vegetal con el líquido de extracción se disuelven primero las sustancias a las que el disolvente puede llegar sin obstáculos. Al triturar el material se destruyen varias células donde el grado de finura creciente favorece la disolución. Las sustancias que están contenidas en el vegetal son lavadas y arrastradas de los fragmentos celulares por los disolventes mediante un proceso denominado lavado celular, simultáneamente transcurre el proceso de difusión celular. La calidad del extracto vegetal depende de la calidad del material de partida (IBÁÑEZ & ZOPPOLO, 2008).

El contenido en sustancia activa del material viene determinado generalmente por factores previos a la cosecha o colecta y que pueden tener su origen en el tiempo de recolección, el lugar, el tipo de abono, suelo, factores climáticos etc., así como a los procesos de envejecimiento o degradación que puedan ocurrir durante el secado y almacenamiento del material vegetal. Los extractos realizados a base de solventes orgánicos (alcoholes, hidrocarburos, etc.) normalmente logran extraer un porcentaje mayor de las sustancias activas a la vez que las estabilizan químicamente. A nivel artesanal se pueden obtener extractos en base acuosa satisfactoriamente ya que a pesar de que las sustancias activas son estructuras químicas complejas pueden encontrarse almacenados en la planta unidos a azúcares, lo que incrementa su solubilidad en agua (IBÁÑEZ & ZOPPOLO, 2008).

2.2.3. Culantro (*Eryngium foetidum* L)

E. foetidum es una planta nativa de Irán, sin embargo, está ampliamente distribuida alrededor del mundo. Las semillas, como se ha mencionado, contienen aceites esenciales (sobre el 1%) y, además de tener Vitamina A y Vitamina C, lo que le da usos tónico, son usados en la medicina tradicional para la indigestión, contra los helmintos intestinales, reumatismo y dolor de articulaciones, asimismo presenta actividad nematocida contra el fitonemátodo *Bursaphelenchus xilophilus*, el nemátodo de los ovinos, *Haemonchus contortus*, bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp) y Gram negativas (*Escherichia coli*, *Salmonella tiphy*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Campilobacter jejuni*, *Pseudomonas aeruginosa*), *Candida albicans* y contra el mosquito vector *Anopheles*(ULLOA, AGUILAR, RAMÍREZ, HARO, & SILVA, 2013).

Estudios realizados con extractos acuosos de *C. procera*, *R. graveolens* y *E. foetidum* y etanólicos de *A. occidentale*, *C. procera* y *E. foetidum*, inactivaron parte importante de los J2 sin causar mortalidad. Los insecticidas de origen vegetal, luego de ser aplicados se descomponen rápidamente por acción de la luz y la temperatura, debido a que algunos de sus constituyentes, principalmente metabolitos secundarios, no

presentan homogeneidad desde el punto de vista químico, bioquímico, o fisiológico y su efecto puede perderse rápidamente. Por los resultados obtenidos, probablemente, esto pudo haber ocurrido con los extractos antes mencionados, al lograr un efecto nematostático que al poco tiempo se perdió, reactivándose (QUEVEDO, CROZZOLI, & PERICHI, 2010).

En trabajos realizados, la eficacia antihelmíntica de los extractos obtenidos de varias plantas se ensayó *in vivo* en animales de laboratorio e *in vitro*, los extractos utilizados fueron: etanólico, metanólico, acuoso, o cloroformo, sobre diversos nemátodos. Dentro de la familia Apiaceae, se encuentra *C. sativum*, utilizado en la antigüedad como antihelmíntico, es conocido como “cilantro” y se encuentra ampliamente distribuido por todo el mundo. Las semillas contienen un aceite esencial (hasta 1%) y flavonoides como principio activo, se utilizan en medicina natural debido a su actividad nematicida, los extractos de esta planta se ha probado su acción contra bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp), *Candida albicans*, fitonemátodos (*Bursapehelechus xylophilus*), nemátodos (*Haemonchus contortus*) (ULLOA, AGUILAR, RAMÍREZ, HARO, & SILVA, 2013).

2.2.4. Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Cymbopogon citratus es una hierba de la familia *Poaceae* (*Gramineae*), nativa del Sureste de Asia, pero actualmente crece alrededor del mundo, principalmente en las regiones tropicales y sabanas. Conocida con el nombre común, según los diversos países, de ‘hierba luisa’, ‘caña santa’, ‘lemongrass’, ‘te limón’, ‘citronela’ y otros, es una planta perenne que crece formando densos grupos de hasta 3 m de altura, con rizomas cortos. Sus hojas son erectas, glabras planas, de más de 1m de largo, 5 a 15mm de ancho, borde superior cerrado en la base, con márgenes rugosos y lígulas membranosas o áridas de 4 a 5 mm de largo, inflorescencias erectas, generalmente en pares de racimos (ROJAS, RONCEROS, PALACIOS, & SEVILLA, 2012).

Se realizaron pruebas *in vitro* ensayos dilución en agar y actividad antifúngica por método Elisa. Este produjo los siguientes resultados: los extractos de menta, hierba luisa, cedrón y ruda controlan al patógeno

fusarium. Los extractos de chamico, *M. arvensis*, hierba luisa y ruda ejercen un control moderado frente a botrytis así como, para el control de alternaría (CABRERA, 2009).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Ubicación de la investigación

Esta investigación se realizó en el Invernadero de la Finca "La María" y en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada entre 75 y 80 msnm respectivamente, longitud oeste 79°, 28', 30" y latitud sur 01 °, clima tropical húmedo, temperatura 24.8 °C, precipitaciones media anual 2.252.2 mm, humedad relativa 84 % y heliofanía anual 894 horas/sol.

3.1.2. Materiales y Equipos

3.1.2.1. Laboratorio

Agitador electromagnético, estereomicroscopio, tamices No 25, 90, 425 y 500 um, pinzas de punta fina, licuadora, pipetas, picetas, cajas Petri, vasos de precipitación graduados de vidrio y plástico, tijeras, bandejas plásticas, placa petri pequeña rayada en el fondo.

3.1.2.2. Invernadero

Maceteros y fundas plásticas de 3 kilos, regaderas, baldes, marcadores, bandejas de germinación, bomba manual de 5 litros, tijera de podar, semillas variedad Floradade, hidrotermómetro automático, alambres para el tutoreo, cañas.

3.1.3. Metodología

Para la infestación del suelo, se extrajeron nemátodos del género *Meloidogyne incógnita*, por el método de Licuado – Tamizado.

3.1.4. Factores de Estudio

Se estudiaron tres factores: (A Métodos; B dosis, y C especies).

- ✓ El factor A estuvo compuesto por 2 métodos de extracción: (Agua fría e Infusión).
- ✓ El factor B estuvo compuesto por 2 dosis: (10, 15 ml/planta).

- ✓ El factor C estuvo compuesto por extractos vegetales de 4 especies de plantas propias del trópico húmedo: Árbol del Paraíso (*Melia azaderach* L), Chaya (*Cnidocolus chayamansa*), Culantro (*Eryngium foetidum* L), Hierba Luisa (*Cymbopogon nardus*), en las que se incluyó un testigo.

Con la combinación de los tres factores se generaron 16 tratamientos, a los cuales se incluyó un tratamiento de control (testigo absoluto) descritos a continuación:

3.1.5. Tratamientos

1 M1D1P1	5 M1D2P1	9 M2D1P1	13 M2D2P1
2 M1D1P2	6 M1D2P2	10 M2D1P2	14 M2D2P2
3 M1D1P3	7 M1D2P3	11 M2D1P3	15 M2D2P3
4 M1D1P4	8 M1D2P4	12 M2D1P4	16 M2D2P4
			17 Testigo

Dónde:

M1 = Método de Agua Fría; M2 = Método de Infusión.

D1 = Dosis en 10 ml; D2 = Dosis en 15 ml.

P1 = Árbol del Paraíso; P2 = Chaya.

P3 = Culantro; P4 = Hierba Luisa.

Testigo (sin aplicación).

3.1.6. Material vegetal utilizado a nivel de umbráculo

Se utilizó semilla de tomate variedad (Floradade) como planta indicadora en la que se evaluó la eficacia de los extractos vegetales a nivel de umbráculo, se llenaron un total de 150 macetas plásticas de 3 kilos de capacidad de suelo mezclado con abono orgánico.

Cuadro 1. Especies vegetales a las que se probó su efecto sobre el comportamiento del nemátodo agallador *M. incógnita*.

Familia	Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Meliaceae</i>	<i>Melia azaderach</i> L	Árbol del Paraíso
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Cnidocolus chayamansa</i>	Chaya
<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium foetidum</i> L	Culantro
<i>Poaceae</i>	<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba Luisa

3.1.7. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), en arreglo factorial $2 \times 2 \times 4 + 1$ (dos métodos de extracción, dos dosis, y cuatro especies vegetales más un testigo absoluto) con tres repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza para determinar la significancia estadística y a las pruebas DMS y Tukey al nivel 0.05, para determinar la diferencia estadística entre los factores y tratamientos.

3.1.8. Cuadro del Análisis de Varianza

Fuente de Variación	G.I.
Métodos (A)	1
Dosis (B)	1
Extractos (C)	3
Métodos x Dosis (AxB)	1
Métodos x Extractos (AxC)	3
Métodos x Dosis x Extractos (AxBxC)	3
Non Aditive	1
Residuo	37
Error Experimental	38
Total	50

3.1.9. Manejo del experimento

3.1.9.1. Elaboración de los extractos vegetales

3.1.9.1.1. Trabajo de laboratorio

Se recolectaron hojas de las 4 plantas botánicas antes mencionadas en la investigación, fueron llevadas a laboratorio donde se las lavo, luego se las picó en secciones de 1 cm, se pesó 50 gr de material vegetal de cada especie las cuales fueron colocadas en 500 ml de agua, aplicamos el agua en infusión (ebullición) y agua fría al material picado dejándolo en reposo por 24 horas y fue cubierto con papel aluminio, transcurrido ese lapso el extracto se coló con un filtro para recolocar en envases de vidrio. La concentración que se utilizó fue de 1 kilo de material vegetal por 10 litros de agua para los dos tipos de extracción (Infusión y agua fría).

3.1.9.2. Aplicación de los extractos vegetales

3.1.9.2.1. Trabajo a nivel de umbráculo

Se llenaron un total de 150 macetas plásticas de 3 kilos de capacidad de suelo mezclado con abono orgánico, luego se realizó el trasplante, a los 15 días después del trasplante se inoculo el suelo de nemátodos del genero *M. Incógnita*, para obtenerlos se los extrajo de las raíces infestadas por el método de licuado y tamizado, posteriormente a los 30 días se aplicaron los tratamientos (Extractos Vegetales), utilizando una bomba manual de 2 litros asperjando 10-15 ml/planta, se realizaron tres aplicaciones y las variables se las evaluó tres veces, cada cinco días como corresponde sucesivamente.

3.1.10. Datos evaluados

3.1.10.1. Número de agallas en las raíces

Se extrajeron al azar 17 plantas incluidas el testigo y se procedió a realizar el monitoreo de agallas en forma individual.

3.1.10.2. Densidad poblacional de nemátodos en raíces

De las 17 plantas extraídas de la variable anterior, se cortaron en secciones de 1 cm raíces de cada una, posteriormente se pesaron 25 gramos de cada una, mismas que se licuaron a una velocidad baja durante 20 segundos, el licuado se vació sobre los tres tamices, puestos de arriba hacia abajo, el primer y segundo tamiz se enjuagaron con agua de la llave durante 1 minuto cada uno, en el tercer tamiz se recogió el sedimento con los nemátodos en un vaso graduable y se aforó en 100 ml; la muestra se homogenizó con un agitador electromagnético, se extrajeron alícuotas de 4 ml en cajas petri rayada en el fondo y se colocaron en el estereomicroscopio para cuantificar el número de nemátodos/cm².

3.1.10.3. Densidad poblacional de nemátodos en suelo.

Para esta variable se utilizaron las mismas plantas extraídas anteriormente, y de cada una de ellas se extrajo aproximadamente 400 cm³ de suelo, del cual se extrajo 100 cm³ que fue colocado en dos platos de aluminio superpuestos, sobre el plato con base se colocó otro plato

calado al que se le colocó una malla y papel facial; posteriormente se agregó agua común en el plato base dejando la muestra en incubación por 1 día. Transcurrido este tiempo se excluyó el suelo y se colectó en un vaso graduable el contenido agua-nemátodos eliminando el agua excedente; posteriormente se homogenizó la muestra con un agitador electromagnético, se extrajeron alícuotas de 4 ml en cajas petri rayada en el fondo para realizar la contabilidad de nemátodos obtenidos en cm².

3.1.10.4. Altura de plantas.

Del área útil del ensayo se tomaron 17 plantas al azar, procediendo a medirlas con una cinta desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta. Esta variable se registró a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, y su promedio fue expresado en cm.

3.1.10.5. Diámetro del fruto

En 10 frutos tomados al azar dentro del área útil de la parcela experimental se procedió a medir el diámetro en el tercio medio del fruto para lo cual se empleó un calibrador y su promedio se expresó en centímetro.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Desarrollo del nemátodo agallador

4.1.1.1. Fase inicial

La inoculación se la realizo a los 15 días después del trasplante y el desarrollo del nemátodo (agallas en las raíces), se dio a los 15 días después de la infestación observándose agallas esparcidas en las raíces y de tamaños de 1-2 mm.

4.1.1.2. Fase intermedia

La fase intermedia se observó a los 30 días después de la inoculación, las agallas aumentaron de tamaños de 3-4 mm, donde se realizó la aplicación de los extractos.

4.1.1.3. Fase final

En la fase final se observó que los extractos aplicados surgieron efectos sobre el desarrollo de las agallas causándoles pudrición sobre ellas.

4.1.2. Número de agallas en raíces

En el Cuadro 1, se presenta el número de agallas en raíces. Según el análisis de variancia, los tratamientos alcanzaron significancia estadística; siendo el coeficiente de variación 18.26 %.

En el extracto de hierba luisa se observó el mayor número de agallas con 11.2, estadísticamente superior a los demás extractos que registraron promedios entre 2,7 y 4,9 agallas; siendo el de menor promedio el extracto culantro.

En el método de infusión se contaron 6,2 agallas, sin diferir del método de agua fría que registró 5,7 agallas.

Según la prueba DMS la dosis de 10 ml presento el mayor promedio con 5,9 agallas estadísticamente igual a la dosis de ml 15 con 5,9 agallas.

La interacción extracto-métodos, el tratamiento con hierba luisa en infusión registro el mayor promedio 12,3 agallas, estadísticamente superior a las restantes interacciones que mostraron promedios entre 2,5 para el extracto de culantro en agua fría y 10,0 agallas.

En la interacción extracto-dosis, el extracto de hierba luisa con dosis de 15 y 10 ml registraron los mayores promedios de agallas con 11,7 y 10,7, estadísticamente superiores a las demás interacciones que mostraron promedios de 2,5 para el extracto de culantro con dosis de 15 ml a 5,3 agallas.

En la interacción extracto-métodos-dosis el mayor número de agallas se presentó en el testigo sin aplicación, estadísticamente superior a los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 2,3 y 13,7 agallas, siendo los de menor promedio con 2,3 el extracto de culantro en agua fría e infusión en dosis de 10 y 15 ml.

4.1.3. Densidad poblacional de nemátodos en raíces

En el Cuadro 2, se presentó la densidad poblacional de nemátodos en raíces. El análisis de variancia, presento alta significancia estadística para todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 15,02%.

Con el extracto de hierba luisa se observó la mayor densidad poblacional de nemátodos en raíces con 13,2, estadísticamente superior a los demás extractos que registraron promedios entre 3,2 y 4,0; siendo el de menor promedio el extracto de culantro.

Con el método de agua fría se observaron 6,3 nemátodos, sin diferir del método de infusión que registró 6,2 nemátodos.

La dosis de 15 ml presento el mayor promedio en la densidad poblacional de nemátodos en raíces con 6,5, estadísticamente superior a la dosis de 10 ml que presento 5,9.

CUADRO 1 PROMEDIOS DEL NÚMERO DE AGALLAS EN RAICES EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.

TRATAMIENTOS NEMATOCIDAS		PROMEDIOS & Unidades	
EXTRACTOS			
Árbol del Paraíso		4,92	b
Chaya		4,92	b
Culantro		2,67	c
Hierba Luisa		11,17	a
MÉTODOS			
Agua fría		5,67	a
Infusión		6,17	a
DOSIS			
ml 10		5,96	a
ml 15		5,88	a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS			
Árbol del Paraíso	Agua fría	5,33	c
Árbol del Paraíso	Infusión	4,50	cde
Chaya	Agua fría	4,83	cd
Chaya	Infusión	5,00	c
Culantro	Agua fría	2,50	e
Culantro	Infusión	2,83	de
Hierba Luisa	Agua fría	10,00	b
Hierba Luisa	Infusión	12,33	a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*DOSIS			
Árbol del Paraíso	ml 10	5,00	b
Árbol del Paraíso	ml 15	4,83	bc
Chaya	ml 10	5,33	b
Chaya	ml 15	4,50	bcd
Culantro	ml 10	2,83	cd
Culantro	ml 15	2,5,0	d
Hierba Luisa	ml 10	10,67	a
Hierba Luisa	ml 15	11,67	a

Continuación Cuadro 1

INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS*DOSIS				
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 10	5,00	d
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 15	5,67	d
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 10	5,00	d
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 15	4,00	d
Chaya	Agua fría	ml 10	5,00	d
Chaya	Agua fría	ml 15	4,67	d
Chaya	Infusión	ml 10	5,67	d
Chaya	Infusión	ml 15	4,33	d
Culantro	Agua fría	ml 10	2,33	d
Culantro	Agua fría	ml 15	2,67	d
Culantro	Infusión	ml 10	3,33	d
Culantro	Infusión	ml 15	2,33	d
Hierba Luisa	Agua fría	ml 10	10,33	b c
Hierba Luisa	Agua fría	ml 15	9,67	c
Hierba Luisa	Infusión	ml 10	11,00	b c
Hierba Luisa	Infusión	ml 15	13,67	b
Testigo			37,33	a
PROMEDIO			7,94	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			18,26	

La interacción extracto-métodos, el extracto de hierba luisa en infusión registro el mayor promedio con 13,3 nemátodos, estadísticamente superior a las restantes interacciones que mostraron promedios entre 3,0 para el extracto de culantro en infusión y 13,2 para el extracto de hierba luisa en agua fría.

En la interacción extracto-dosis, el extracto de hierba luisa con dosis de 15 y 10 ml registraron los mayores promedios en la densidad poblacional de nemátodos en raíces con 14,3 y 12.2, estadísticamente superiores a las demás interacciones que mostraron promedios de 3,2 para el extracto de culantro con dosis de 15 ml a 4,5 para el extracto de chaya con dosis de 15 ml.

En la interacción extracto-métodos-dosis el testigo (sin aplicación nematicida) registro el mayor número de nemátodos en raíces con 99.7, estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron promedios entre 2.7 y 15.0 nemátodos; siendo el de menor promedio el tratamiento de culantro en infusión con dosis de 15 ml.

4.1.4. Densidad poblacional de nemátodos en suelo

En el Cuadro 3, se registró la densidad poblacional de nemátodos en suelo. Según el análisis de variancia, los tratamientos obtuvieron significancia estadística; siendo el coeficiente de variación 12,95%.

El tratamiento extracto de hierba luisa presentó la mayor densidad poblacional de nemátodos en suelo con 12,9 nemátodos, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios entre 2,9 y 4.0, siendo el de menor promedio el extracto de culantro.

Con el método de infusión se observaron 6,4 nematodos, estadísticamente igual al método de agua fría que registró 5,8 nemátodos.

CUADRO 2 PROMEDIOS DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMÁTODOS EN RAICES EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.

TRATAMIENTOS NEMATICIDAS	PROMEDIOS & Und/cm ²
EXTRACTOS	
Árbol del Paraíso	4,08 bc
Chaya	4,33 b
Culantro	3,25 c
Hierba Luisa	13,25 a
MÉTODOS	
Agua fría	6,29 a
Infusión	6,17 a
DOSIS	
ml 10	5,96 a
ml 15	6,50 a
INTERACCION EXTRACTOS*MÉTODOS	
Árbol del Paraíso Agua fría	4,33 b
Árbol del Paraíso Infusión	3,83 b
Chaya Agua fría	4,17 b
Chaya Infusión	4,50 b
Culantro Agua fría	3,50 b
Culantro Infusión	3,00 b
Hierba Luisa Agua fría	13,17 a
Hierba Luisa Infusión	13,33 a
INTERACCION EXTRACTOS*DOSIS	
Árbol del Paraíso ml 10	4,17 c
Árbol del Paraíso ml 15	4,00 c
Chaya ml 10	4,17 c
Chaya ml 15	4,50 c
Culantro ml 10	3,33 c
Culantro ml 15	3,17 c
Hierba Luisa ml 10	12,17 b
Hierba Luisa ml 15	14,33 a

Continuación Cuadro 2**INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS*DOSIS**

Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 10	4,33	d
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 15	4,33	d
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 10	4,00	d
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 15	3,67	d
Chaya	Agua fría	ml 10	4,00	d
Chaya	Agua fría	ml 15	4,33	d
Chaya	Infusión	ml 10	4,33	d
Chaya	Infusión	ml 15	4,67	d
Culantro	Agua fría	ml 10	3,33	d
Culantro	Agua fría	ml 15	3,67	d
Culantro	Infusión	ml 10	3,33	d
Culantro	Infusión	ml 15	2,67	d
Hierba Luisa	Agua fría	ml 10	11,33	c
Hierba Luisa	Agua fría	ml 15	15,00	b
Hierba Luisa	Infusión	ml 10	13,00	bc
Hierba Luisa	Infusión	ml 15	13,67	bc
Testigo			99,67	a
PROMEDIO			12,19	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			15,02	

La dosis de 10 ml presentó un promedio de 6,2 en densidad poblacional de nemátodos en el suelo, siendo estadísticamente igual a la dosis de 15 ml que presentó 6,0 nemátodos.

En la interacción extracto-métodos, el extracto de hierba luisa en infusión registró el mayor promedio con 14,0 nemátodos, siendo estadísticamente superior a las demás interacciones que mostraron promedios entre 2,7 para el extracto de culantro en infusión y 11,8 para el de hierba luisa en agua fría.

En la interacción extracto-dosis, el extracto de hierba luisa en dosis de 10 y 15 ml respectivamente registraron los mayores promedios de densidad poblacional de nemátodos en el suelo con 13,0 y 12,8, siendo estadísticamente superiores a las restantes interacciones que presentaron promedios de 2,7 para el extracto de culantro con dosis de 15 ml a 4,7 para el extracto de árbol del paraíso en dosis de 15 ml.

El mayor número de nemátodos en suelo se registró en el testigo (sin aplicación) con 95,7, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 2,3 y 14,3 nemátodos; siendo el de menor promedio el tratamiento de extracto de culantro en infusión en dosis de 15 ml.

4.1.5. Altura de plantas

En el Cuadro 4, de acuerdo al análisis de variancia, se alcanzó significancia estadística para tratamientos. El coeficiente de variación fue de 17,2%.

Con el extracto de árbol del paraíso se registró la mayor altura de planta con 7,2, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios entre 7,06 y 7,09; siendo el de menor promedio el extracto de culantro.

El método en infusión mostró un promedio de altura de planta de 7,26, sin diferir del método en agua fría que registró una altura de 6,98.

Según la prueba DMS la dosis de 15 ml se presentó el mayor promedio de altura de planta con 7.2, superior a la dosis de 10 ml que presento altura de 7,07.

CUADRO 3 PROMEDIOS DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMÀTODOS EN SUELO EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.

TRATAMIENTOS NEMATICIDAS		PROMEDIOS & Und/cm2	
EXTRACTOS			
Árbol del Paraíso		4,50	b
Chaya		4,08	b
Culantro		2,92	c
Hierba Luisa		12,92	a
MÉTODOS			
Agua fría		5,79	b
Infusión		6,42	a
DOSIS			
ml 10		6,21	a
ml 15		6,00	a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS			
Árbol del Paraíso	Agua fría	4,50	c
Árbol del Paraíso	Infusión	4,50	c
Chaya	Agua fría	3,67	cd
Chaya	Infusión	4,50	c
Culantro	Agua fría	3,17	cd
Culantro	Infusión	2,67	d
Hierba Luisa	Agua fría	11,83	b
Hierba Luisa	Infusión	14,00	a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*DOSIS			
Árbol del Paraíso	ml 10	4,33	bc
Árbol del Paraíso	ml 15	4,67	b
Chaya	ml 10	4,33	bc
Chaya	ml 15	3,83	bcd
Culantro	ml 10	3,17	cd
Culantro	ml 15	2,67	d
Hierba Luisa	ml 10	13,00	a
Hierba Luisa	ml 15	12,83	a

Continuación Cuadro 3

INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS *DOSIS				
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 10	4,33	c
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 15	4,67	c
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 10	4,33	c
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 15	4,67	c
Chaya	Agua fría	ml 10	4,00	c
Chaya	Agua fría	ml 15	3,33	c
Chaya	Infusión	ml 10	4,67	c
Chaya	Infusión	ml 15	4,33	c
Culantro	Agua fría	ml 10	3,33	c
Culantro	Agua fría	ml 15	3,00	c
Culantro	Infusión	ml 10	3,00	c
Culantro	Infusión	ml 15	2,33	c
Hierba Luisa	Agua fría	ml 10	11,67	b
Hierba Luisa	Agua fría	ml 15	12,00	b
Hierba Luisa	Infusión	ml 10	14,33	b
Hierba Luisa	Infusión	ml 15	13,67	b
Testigo			95,67	a
PROMEDIO			11,81	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			12,95	

La interacción extracto-métodos, el extracto de árbol del paraíso en infusión registro el mayor promedio en altura de planta con 7.41, estadísticamente superior a las restantes interacciones que mostraron promedios entre 6,88 para el extracto de culantro en agua fría y 7,25 para el extracto de chaya en infusión.

En la interacción extracto-dosis, el tratamiento de extracto de chaya con dosis de 15 ml y el extracto de árbol del paraíso con dosis de 15 ml registraron los mayores promedios en altura de planta con 7,27 y 7,25, siendo estadísticamente superiores a las restantes interacciones que presentaron promedios de 7,0 para el extracto de chaya en dosis de 10 ml y 7,16 para el extracto de árbol del paraíso en dosis de 10 ml.

En la interacción extractos-métodos-dosis la mayor altura en planta 7,43 cm, se registró en el tratamiento extracto de árbol del paraíso en infusión en dosis de 10 ml, estadísticamente igual a los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 6.75 y 7.39 cm de altura.

4.1.6. Diámetro del fruto

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de variancia, observándose alta significancia estadística en cada uno de los tratamientos en estudio; siendo el coeficiente de variación 28,52%.

El tratamiento extracto de culantro mostró el mayor diámetro de frutos con 3.57, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios de 3,48 y 3,56; siendo de menor promedio el extracto de árbol del paraíso.

El método de infusión registró el mayor promedio de diámetro de frutos con 3.72, sin diferir del método de agua fría que registró un promedio de 3,33.

La dosis de 15 ml presentó el mayor promedio de diámetro de frutos 3.62, siendo no diferente de la dosis 10 ml que presento un promedio de 3,42.

CUADRO 4 PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.

TRATAMIENTOS NEMATICIDAS	PROMEDIO & cm
EXTRACTOS	
Árbol del Paraíso	52,67 a
Chaya	51,67 a
Culantro	50,67 a
Hierba Luisa	51,00 a
MÉTODOS	
Agua fría	49,46 a
Infusión	53,54 a
DOSIS	
ml 10	50,67 a
ml 15	52,33 a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS	
Árbol del Paraíso Agua fría	49,67 a
Árbol del Paraíso Infusión	55,67 a
Chaya Agua fría	50,00 a
Chaya Infusión	53,33 a
Culantro Agua fría	48,17 a
Culantro Infusión	53,17 a
Hierba Luisa Agua fría	50,00 a
Hierba Luisa Infusión	52,00 a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*DOSIS	
Árbol del Paraíso ml 10	52,00 a
Árbol del Paraíso ml 15	53,33 a
Chaya ml 10	49,67 a
Chaya ml 15	53,67 a
Culantro ml 10	50,17 a
Culantro ml 15	51,17 a
Hierba Luisa ml 10	50,83 a
Hierba Luisa ml 15	51,17 a

Continuación Cuadro 4

INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS*DOSIS

Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 10	48,00	a
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 15	51,33	a
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 10	56,00	a
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 15	55,33	a
Chaya	Agua fría	ml 10	48,00	a
Chaya	Agua fría	ml 15	52,00	a
Chaya	Infusión	ml 10	51,33	a
Chaya	Infusión	ml 15	55,33	a
Culantro	Agua fría	ml 10	46,33	a
Culantro	Agua fría	ml 15	50,00	a
Culantro	Infusión	ml 10	54,00	a
Culantro	Infusión	ml 15	52,33	a
Hierba Luisa	Agua fría	ml 10	48,33	a
Hierba Luisa	Agua fría	ml 15	51,67	a
Hierba Luisa	Infusión	ml 10	53,33	a
Hierba Luisa	Infusión	ml 15	50,67	a
Testigo			51,67	a
PROMEDIO			51,51	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			17,2	

La interacción extractos-métodos, el tratamiento con extracto de chaya en infusión registro el mayor promedio de diámetro de frutos con 3,76, siendo estadísticamente superior a las demás interacciones que registraron promedios entre 3,26 para el extracto de hierba luisa en agua fría y 3,75 para el extracto de culantro en infusión.

La interacción extractos-dosis, el tratamiento de culantro en dosis de 15 ml registro el mayor promedio de diámetro de frutos con 3,83, estadísticamente superior a las demás interacciones que presentaron promedios de 3,32 para el extracto de culantro en dosis de 10 ml y 3,61 para el extracto de chaya en dosis de 15 ml.

La interacción extractos-métodos-dosis, el tratamiento de culantro en infusión en dosis de 15 ml registro el mayor promedio de diámetro de frutos con 3,91, estadísticamente superior a las demás interacciones que alcanzaron promedios de 2,96 y 3,89 respectivamente; siendo los de menor promedio el testigo sin aplicación y el extracto de hierba luisa en dosis de 10 ml.

CUADRO 5 PROMEDIOS DEL DIAMETRO DE FRUTOS EN EL ESTUDIO EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA ZONA DE QUEVEDO 2013.

TRATAMIENTOS NEMATICIDAS	PROMEDIOS & cm
EXTRACTOS	
Árbol del Paraíso	12,67 a
Chaya	13,08 a
Culantro	13,17 a
Hierba Luisa	12,83 a
MÉTODOS	
Agua fría	11,58 a
Infusión	14,29 a
DOSIS	
ml 10	12,25 a
ml 15	13,63 a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS	
Árbol del Paraíso Agua fría	11,50 a
Árbol del Paraíso Infusión	13,83 a
Chaya Agua fría	11,83 a
Chaya Infusión	14,33 a
Culantro Agua fría	11,83 a
Culantro Infusión	14,50 a
Hierba Luisa Agua fría	11,17 a
Hierba Luisa Infusión	14,50 a
INTERACCIÓN EXTRACTOS*DOSIS	
Árbol del Paraíso ml 10	12,50 a
Árbol del Paraíso ml 15	12,83 a
Chaya ml 10	12,83 a
Chaya ml 15	13,33 a
Culantro ml 10	11,33 a
Culantro ml 15	15,00 a
Hierba Luisa ml 10	12,33 a
Hierba Luisa ml 15	13,33 a

Continuación Cuadro 5**INTERACCIÓN EXTRACTOS*MÉTODOS*DOSIS**

Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 10	10,33	a
Árbol del Paraíso	Agua fría	ml 15	12,67	a
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 10	14,67	a
Árbol del Paraíso	Infusión	ml 15	13,00	a
Chaya	Agua fría	ml 10	10,33	a
Chaya	Agua fría	ml 15	13,33	a
Chaya	Infusión	ml 10	15,33	a
Chaya	Infusión	ml 15	13,33	a
Culantro	Agua fría	ml 10	9,33	a
Culantro	Agua fría	ml 15	14,33	a
Culantro	Infusión	ml 10	13,33	a
Culantro	Infusión	ml 15	15,67	a
Hierba Luisa	Agua fría	ml 10	9,00	a
Hierba Luisa	Agua fría	ml 15	13,33	a
Hierba Luisa	Infusión	ml 10	15,67	a
Hierba Luisa	Infusión	ml 15	13,33	a
Testigo			9,00	a
PROMEDIO			12,70	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			28,52	

4.2. DISCUSION

En la prueba de eficacia de los extractos vegetales en el control de *Meloidogyne incognita* realizada a nivel de umbráculo se pudo comprobar que existieron plantas con acción controladora nematocida de la Provincia, similar a la obtenida por (PINO, 2010), quien logró reducir la población de *M. incognita* con diferentes plantas de la zona de la provincia de Los Ríos.

El tratamiento con extracto de culantro, con el método de infusión, en dosis de 15 ml/planta, redujo en mayor índice de agallas en raíces, posiblemente se deba a que esta planta posee efecto nematocida, lo que coincide en trabajos de investigación realizados por (QUEVEDO, CROZZOLI, & PERICHI, 2010), quienes manifiestan que inactivaron al estadio infectivo (J2) de *Meloidogyne* con *E. foetidum* sin causarles mortalidad.

El extracto de chaya, en dosis de 15 ml/planta, redujo el número de agallas en raíces por el efecto nematocida que la planta posee, lo cual concuerda con (REGNAULT, BERNARD, & CHARLES, 2004), quienes determinaron que el extracto vegetal perteneciente a esta familia de planta tiene efecto nematocida.

Se demuestra que el extracto de árbol del paraíso, redujo el número de nemátodos por lo que naturalmente la planta libera principios activos limonoides (sustancias químicas), lo que coincide con investigación realizada por (IBÁÑEZ & ZOPPOLO, 2008), quienes refieren que los principios activos del árbol del paraíso que presentan actividad anti-insecto se denominan limonoides (fitoquímicos), que son moléculas muy complejas, provenientes del metabolismo secundario en plantas del Orden *Rutales* (*Rutaceae* y *Meliaceae*), y que ha estos compuestos se les adjudica propiedades como insectocida, entre otras funciones de defensa de las plantas.

En cuanto al mejor tratamiento para reducir los índices poblacionales de nemátodos en raíces y suelo, se demuestra que el extracto de culantro mostró ser el más eficiente, debido a que la planta posee como principio activo flavonoides (compuestos secundarios) que actúa como nematocida, lo que concuerda (ULLOA, AGUILAR, RAMÍREZ, HARO, & SILVA, 2013),

quienes refieren que las semillas de culantro contienen un aceite esencial (hasta 1%) y flavonoides (metabolitos secundarios) como principio activo, se utilizan en medicina natural debido a su actividad nematocida, los extractos de esta planta se ha probado su acción contra bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp), *Candida albicans*, fitonemátodos (*Bursapehelechus xylophilus*), nemátodos (*Haemonchus contortus*).

El extracto de chaya, también redujo los niveles poblacionales de nemátodos, tanto en agallas y en densidad poblacional de raíces y suelo probablemente por el principio activo que contiene la planta especialmente en las hojas que contienen sales de hierro, similar en investigación realizada por (PINO, 2010), quien refiere que determino que el extracto vegetal de hojas de chaya, en concentraciones de 50, 75 y 90 % causa hasta el 100 % de mortalidad de nemátodos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CUNCLUSIONES

En base al análisis e interpretación de los resultados se delinear las siguientes conclusiones:

1. El extracto con mayor eficacia en la reducción de números de agallas, fue el de culantro, causando pudriciones en los nódulos, los extractos de chaya y árbol del paraíso también presentaron acción controladora.
2. El extracto de hierba luisa no mostro un adecuado control de nematodos debido a que los principios activos no resultaron antagónicos a los nematodos.
3. El extracto de culantro ejerció mayor grado de eficacia sobre el control de *Meloidogyne incógnita*.
4. Los frutos de menor tamaño se presentaron en la parcela testigo absoluto, probablemente por la falta de la acción nematicida para el control de los nemátodos.
5. No todos los extractos evaluados en la investigación controlaron eficazmente el desarrollo de los nemátodos, debido a la naturaleza química de los mismos o a la capacidad defensiva de los nemátodos y otros factores ambientales.

5.2. RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados y conclusiones de la presente investigación se recomienda:

1. Corroborar la eficacia de los extractos vegetales estudiados, utilizando otros métodos de extracción.
2. Establecer un plan para minimizar el empleo de nematicidas convencionales, replazándolos con nematicidas orgánicos, para cultivar tomate con bajo un sistema de sustentabilidad.
3. Continuar realizando investigaciones en búsqueda de nuevas alternativas de control a base de extractos vegetales obtenidos de plantas del trópico húmedo para obtener un óptimo control de nemátodos.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. LITERATURA CITADA

- ARBOLEDA, F., GUZMAN, O., & MEJÍA, L. (2012). Efecto de extractos cetónicos de higuera (*Ricinus communis* Linneo.) sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (Cobb.) Thorne] en condiciones *in vitro*. (En línea). (Consultado el 29/04/2014). <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n35/n35a03.pdf>
- CABRERA, J. (2009). Obtención de extractos vegetales con actividad biocontroladora ante hongos fitopatógenos. Universidad del Azuay. Cuenca. Ecuador. 55 p.
- CASTRO, L., FLORES, L., & URIBE, L. (2010). Efecto del vermicompost y quitina sobre el control de *Meloidogyne incognita* en tomate a nivel de invernadero. (En línea). (Consultado el 02 /04/2014).http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_021.pdf
- CHÁVES, A. (2008). Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematocida. (En línea).(Consultado el 08/12/2013). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00146.pdf>
- COCOM, J. (2005). Evaluación de la actividad biológica de extractos vegetales sobre *Radopholus similis* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura. Guácimo, Costa Rica: Universidad Earth. 46 p.
- CRUZ, Á., & ORTEGA, D. (2011). “Pruebas en Cromatografía de líquidos para determinar el uso del extracto de plantas de la región en la formulación de insecticidas”. Universidad Veracruzana. Zona Poza Rica – Tuxpan. 133 p.
- DELGADO, G. (2009). “evaluación de extractos vegetales y aplicación de silicio para el manejo integrado de enfermedades foliares e insectos - plaga en tomate (*Lycopersicon esculentum* mill). Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. 139 p.

- FLORES, F. (2004). Evaluación *in vitro* del control de *Bacillus* sp. Sobre *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía 1-36 p.
- HERNANDEZ-OCHANDIA, D., ARIAS, Y., GOMEZ, L., PETEIRA, B., MIRANDA, I., & RODRIGUEZ, M. (2012). Elementos del ciclo de vida de población cubana de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Solanum lycopersicum* L.1. 1-36 p.
- IBÁÑEZ, F., & ZOPPOLO, R. (2008). Manejo de Plagas en Agricultura Orgánica: Extractos de “Paraíso” para control de insectos. INIA. N° 94.
- LÓPEZ, J. (2002). Eficiencia de productos orgánicos en la reducción de la población de *Meloidogyne* sp. En rosas (*Rosae* sp).1-57 p.
- PINO, V. (2010). Efectos de extractos vegetales en la reducción poblacional de *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus Reniformis* y *Pratylenchus* spp., en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo – Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 123 p.
- PUEDMAG, R., & HERNÁNDEZ, R. (2007). Eficiencia de nematicidas biológicos en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero, en Socapamba Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de “Ingeniería Agropecuaria”. 1-7 P.
- QUEVEDO, O., CROZZOLI, R., & PERICHI, G. (2010). Uso de extractos acuosos y etanólicos de plantas para el control de *Meloidogyne enterolobii*. (Nemato-da: Tylenchida). Fitopatol. Venez. 23, 45-53.

- REGNAULT, R. C., BERNARD, J. R., & CHARLES, V. (2004). Plantas nematocidas y plantas resistentes a los nemátodos. *Biopesticidas de origen vegetal*, p 191-234.
- RIVAS, F. (2010). Análisis de la expresión del gen *pr-1*, mediante la técnica de pcr en tiempo real (rt-pcr), en tomate (*Solanum lycopersicum*) infectado con *Phytophthora infestans*. 117 p. (En línea). <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2640/1/T-ESPE-030038.pdf> (Consultado el 09/12/2013).
- RIVAS, F., PROAÑO, K., JIMENEZ, P., & LEON-REYES, A. (2011). Análisis de la expresión del gen *PR-1*, mediante la técnica de PCR en tiempo real (RT-PCR), en tomate (*Solanum lycopersicum*) infectado con *Phytophthora infestans*. 1-58 p.
- RODRÍGUEZ, G., GÓMEZ, L., & PETEIRA, B. (2007). *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, plaga emergente para la agricultura tropical y subtropical. 1-45 p.
- ROJAS, J., RONCEROS, S., PALACIOS, O., SEVILLA, C. (2012). Efecto anti-*Trypanosoma cruzi* del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (hierba luisa) en ratones Balb/c. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 1-6 p.
- RUIZ, M. (2011). Efecto de extractos acuosos del follaje de ocho especies arbóreas nativas de Chile en la capacidad infestiva de *Meloidogyne hapla* Chitwood (1949). (En línea). <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/far934e/doc/far934e.pdf> (Consultado el 03/04/2014).
- SALAZAR, W., & GUZMÁN, T. (2013). Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. En el desarrollo y rendimiento del tomate1. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):419-426.
- SÁNCHEZ, I. G. (2006). Determinación de la época óptima de aplicación de Nema-cur y extracto de quillay, para el control de *Meloidogyne* spp. En cinco estados fenológicos de vid cv. Chardonnay. 1-58 p.

- SANTOS, O., VARÓN, E., & SALAMANCA, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops* spp., en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. (En línea). <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/Vol.10N2Art.2.pdf>(Consultado el 07/12/2013).
- TORRES, V. (2012). "Determinación de la patogenicidad de *Rotylenchulus reniformis* y *Meloidogyne incógnita* en plantas de papaya (*Carica papaya* L.) cv. Maradol y maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) cv. Flavicarpa". Universidad Técnica de Babahoyo. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. 1-66p.
- TRIVIÑO. (2003). " Control biológico del nematodo agallador *Meloidogyne* spp., con la bacteria *Pasteuria penetrans* en campos de producción" (Consultado el 03/04/2014). (En línea). http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Control_biologico_o_nematodo_agallador_Meloidogyne_spp.pdf
- ULLOA, V., AGUILAR, K., RAMÍREZ, V., HARO, L., SILVA, L., & JARA, C. (2013). Efecto del extracto hidroalcohólico de *Coriandrum sativum* (*Apiaceae*) sobre la infectividad de huevos embrionados de *Toxocaracanis* en *Mus musculus* BALB/c. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 1 (1): 37 – 42.

ANEXO

FIGURA 1. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL NÚMERO DE AGALLAS EN LAS RAICES

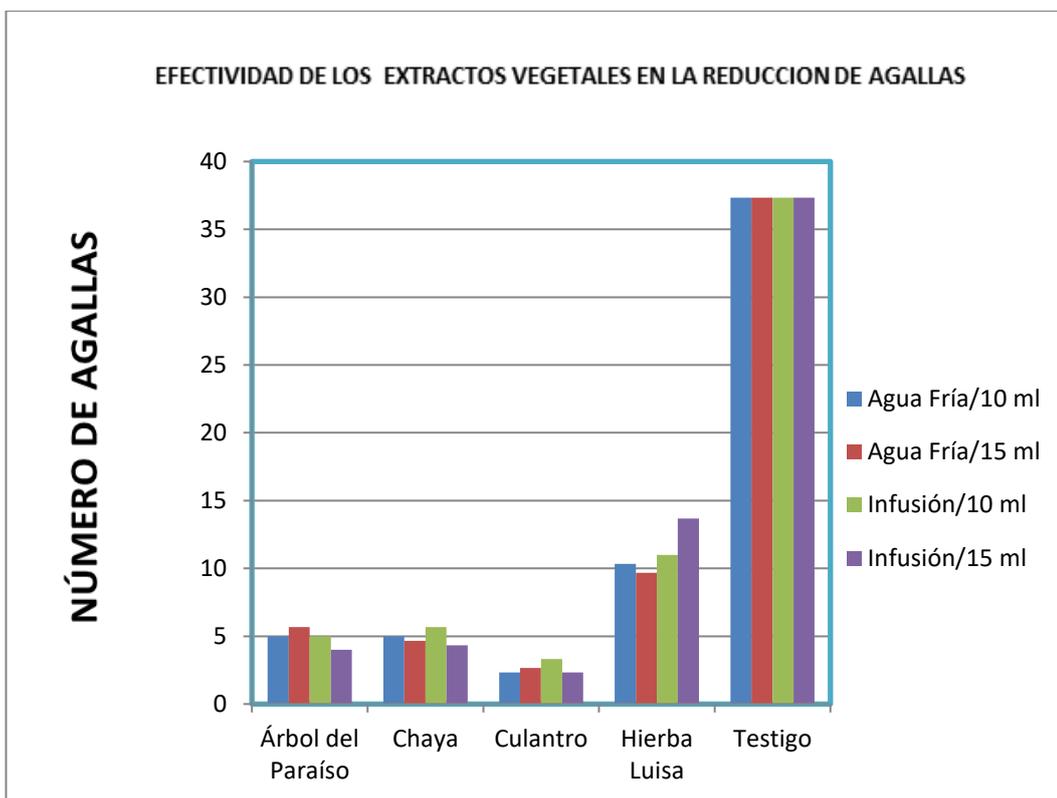


FIGURA 2. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN LA REDUCCION DE DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS EN RAICES

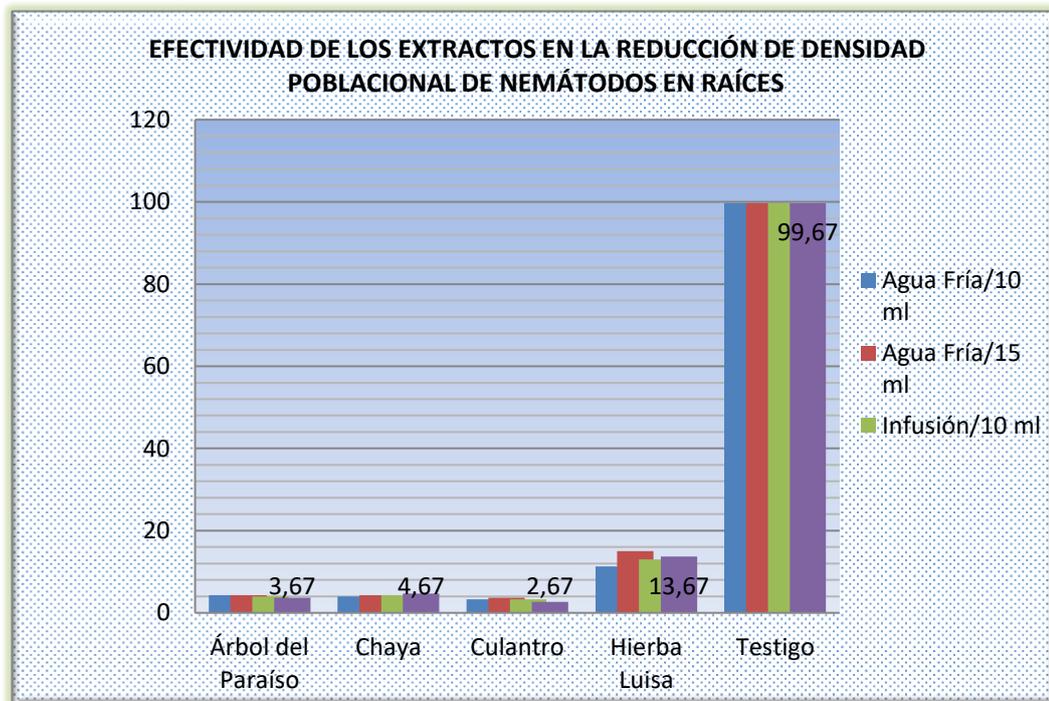


FIGURA 3. PORCENTAJE DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN LA REDUCCION DE DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS EN SUELO

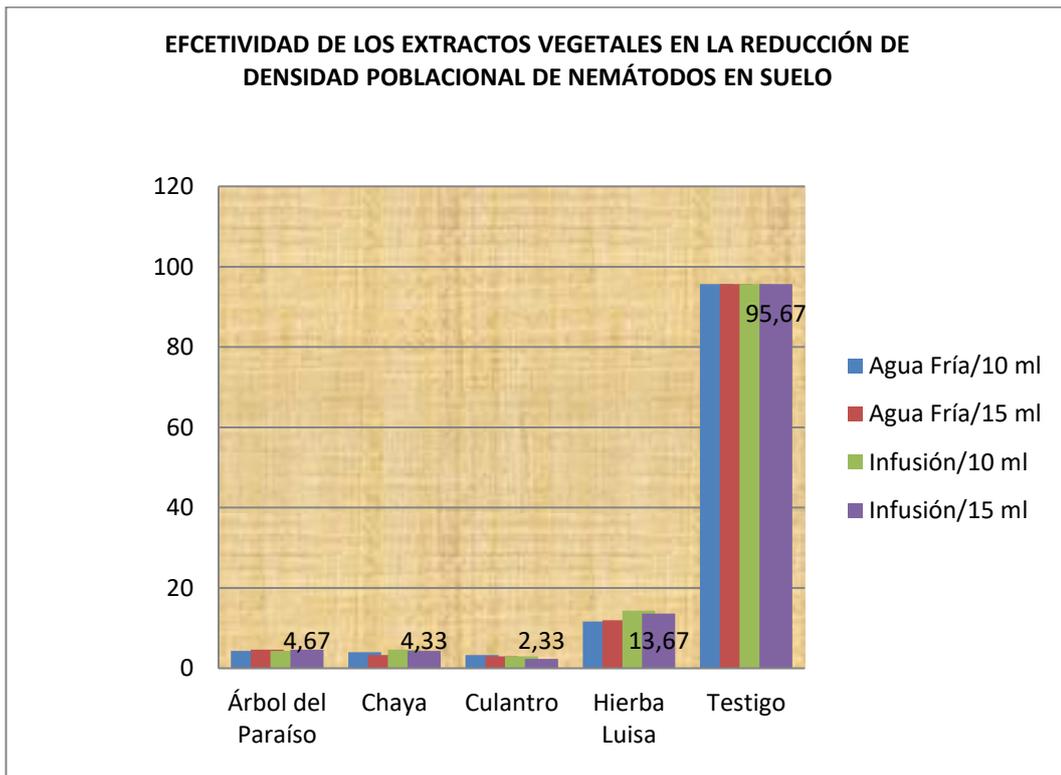


FIGURA 4. ELABORACIÓN DEL SEMILLERO DE TOMATE



FIGURA 5. ELABORACIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES



FIGURA 6. EXTRACTOS VEGETALES (NEMATICIDAS ORGANICOS)



FIGURA 7. DIFERENCIAS DE RAICES EN LAS QUE SE PROBO LOS TRATAMIENTOS (EXTRACTOS VEGETALES) Y EL TESTIGO

