

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*).”

Documento Final de Proyecto de Investigación como requisito para
obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

LUIS FERNANDO CHANGO CHATO

TUTOR:

Ing. SEGUNDO CURAY

Ambato – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, LUIS FERNANDO CHANGO CHATO, portador de la cédula de identidad número: 180448648-6, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)”, es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

.....
LUIS FERNANDO CHANGO CHATO

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

.....
LUIS FERNANDO CHANGO CHATO

“APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*).”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Segundo Curay

TUTOR

Ing. Mg. Luis Villacís

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA

Ing. Mg. Eduardo Cruz

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Mg. Olguer León

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Luis Villacís

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y guiarme por el camino, por darme la oportunidad de prepararme cada día más.

A mi familia por ser parte importante en la formación de mi vida, por todo el sacrificio y entrega que me brindaron en estos años de estudio.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato por ser parte esencial de mi formación académica y por formarme profesionalmente como Ingeniero Agrónomo.

A mi tutor Ing. Segundo Curay por brindarme sus conocimientos y su apoyo para culminar mi etapa de estudio en la Universidad Técnica de Ambato, además a mi Asesor de Redacción Técnica Ing. Mg. Wilfrido Yáñez y Asesor de Biometría Ing. Mg. Luis Villacís por brindarme sus consejos para culminar con mi proyecto de investigación.

A mi tía Marlene Chato por permitirme realizar la fase de campo de mi investigación en su propiedad.

A mis compañeros de la Carrera quienes los recordaré por haber convivido parte de mi vida con ellos.

DEDICATORIA

A mis padres

Hernán Chango y Rosa Chato por su entrega total que me han dedicado sin queja alguna a pesar de las dificultades que pasamos en la familia. Agradezco a Dios por ser el pilar fundamental en mi formación académica. Por ser los padres más maravillosos del mundo que Dios me ha dado les dedico este trabajo.

A mis hermanas

Nancy, Isabel y Alexandra quienes han sido participes para luchar y cumplir una de mis metas en mi vida les agradezco por todo su apoyo en mi formación académica.

A ti Mary, Mi Amor gracias por estar a mi lado e impulsarme en conseguir uno de mis objetivos y por brindarme tu apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos de corazón

Eduardo, Edison, Alex, Byron y Santiago por su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida e incentivarme a cumplir mis objetivos además les agradezco por estar siempre conmigo en todas las etapas de mi vida.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	7
2.2.1. Palo Bobo (<i>Nicotiana glauca</i>).....	7
2.2.2. Clavel Chino (<i>Tagetes patula</i>)	8
2.2.3. Mostaza (<i>Sinapis alba</i>).....	9
2.2.4. Nematodos	10
2.2.5. Tomate riñón (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	12
CAPÍTULO III.....	16
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
3.1. HIPÓTESIS.....	16
3.2. OBJETIVOS	16
3.2.1. Objetivo General	16
3.2.2. Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO IV.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	17
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	17
4.2.1. Clima	17
4.2.2. Suelo.....	17
4.2.3. Agua	18
4.2.4. Cultivos	18
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	18
4.3.1. Material vegetal.....	18
4.3.2. Equipos.....	18
4.3.3. Materiales.....	18

4.3.4. Reactivos	19
4.3.5. Extractos vegetales.....	19
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	20
4.4.1. Extractos vegetales (10 ml/Planta).....	20
4.4.2. Frecuencias de aplicación	20
4.4.3. Testigo.....	20
4.5. TRATAMIENTOS.....	20
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	21
4.6.1. Características del ensayo	21
4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo	22
4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	22
4.7.1. Número de nematodos.....	22
4.7.2. Número de agallas por raíz	22
4.7.3. Volumen de la raíz	23
4.7.4. Longitud de tallo	23
4.7.5. Diámetro de tallo.....	23
4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	23
4.8.1. Análisis de suelo	23
4.8.2. Preparación de la parcela experimental.....	23
4.8.3. Transplante	24
4.8.4. Obtención de los extractos vegetales	24
4.8.5. Modo de aplicación de los extractos vegetales en cultivo de tomate riñón	25
4.8.6. Deshierba.....	26
4.8.7. Riego	26
4.8.8. Controles fitosanitarios	26
4.8.9. Contabilización de los nematodos.....	26
4.8.10. Contabilización de agallas por raíz	27
4.8.11. Medición del volumen de la raíz	27
4.8.12. Medición de la longitud del tallo	28
4.8.13. Determinación del diámetro del tallo	28

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	28
CAPÍTULO V	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CAPÍTULO VI.....	36
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	36
6.1. CONCLUSIONES	36
6.2. BIBLIOGRAFÍA	37
6.3. Anexos	42
CAPÍTULO VII	50
PROPUESTA.....	50
7.1. TÍTULO	50
7.2. DATOS INFORMATIVOS	50
7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	50
7.4. JUSTIFICACIÓN	50
7.5. OBJETIVO.....	51
7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	51
7.7. FUNDAMENTACIÓN	51
7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	52
7.9. ADMINISTRACIÓN	53
7.10. PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del palo bobo.	7
Tabla 2: Clasificación taxonómica del clavel chino.	8
Tabla 3: Clasificación taxonómica de la mostaza.	9
Tabla 4: Clasificación taxonómica del tomate riñón.	13
Tabla 5: Tratamientos.	20
Tabla 6: Frecuencia de aplicaciones de los extractos vegetales.	25
Tabla 7: Número de nematodos a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.	30
Tabla 8: Número de agallas por raíz de la planta de tomate riñón (<i>Lycopersicum esculentum</i>) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.	31
Tabla 9: Volumen de la raíz de la planta de tomate riñón (<i>Lycopersicum esculentum</i>) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.	32
Tabla 10: Longitud de tallo de la planta de tomate riñón (<i>Lycopersicum esculentum</i>) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.	33
Tabla 11: Diámetro de tallo de la planta de tomate riñón (<i>Lycopersicum esculentum</i>) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.	34
Tabla 12: Costos de producción de los extractos vegetales.	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Número de nematodos a los 85 días.....	42
Anexo 2. Número de nematodos a los 170 días.....	42
Anexo 3. Número de agallas por raíz a los 85 días.....	42
Anexo 4. Número de agallas por raíz a los 170 días.....	43
Anexo 5. Volumen de raíz a los 85 días (cm ³).....	43
Anexo 6. Volumen de raíz a los 170 días (cm ³).....	43
Anexo 7. Longitud de tallo a los 85 días (cm).	44
Anexo 8. Longitud de tallo a los 170 días (cm).	44
Anexo 9. Diámetro de tallo a los 85 días (cm).....	44
Anexo 10. Diámetro de tallo a los 170 días (cm).....	45
Anexo 11. Fotografías.....	45

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar los efectos de los extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), el mismo que se realizó en la propiedad de la señora Marlene Chato, ubicado en la parroquia Cunchibamba, barrio Pucarumi, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 11' 27'' de latitud Sur y 78° 61' 25'' de longitud Oeste, a una altitud de 2767 msnm.

Para la evaluación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$ con tres repeticiones, además se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental, se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, no se obtuvo diferencias estadísticas pero se obtuvo diferencias matemáticas. Se obtuvieron los siguientes resultados: para la variable número de nematodos (NM) a los 85 y 170 (DDT) existió disminución de nematodos en los tratamientos de MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 Días) con un promedio de 15,33 y PbF₁ (Palo bobo, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 6,33 nematodos; en la variable número de agallas por raíz (NAR) los mejores resultados se obtuvo en los tratamientos de ChF₁ (Clavel chino, Frecuencia de 20 Días) con una media de 4,29 y PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con una media de 2,79; para la variable volumen de la raíz los mejores resultados fueron los tratamientos de PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con un promedio de 61,38 cm³ y MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con una media de 77,71 cm³; en la variable longitud de tallo el mejor tratamiento fue PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con una media 120,71 cm y 239,79 cm. y para la variable diámetro de tallo los mejores tratamientos fueron MF₂ (Mostaza, Frecuencia de 40 días) con promedio de 1,11 cm y MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 1,57 cm; finalizando que los mejores extractos para el control de nematodos fueron los tratamientos de MF₁ y PbF₁ los mismos que disminuyen la cantidad de nematodos (*Meloidogyne incognita*) en el cultivo de tomate riñón.

PALABRAS CLAVES: Transplante, tratamientos, frecuencias, plantas, extractos.

SUMMARY

The present research was carried out with the objective of determining the effects of plant extracts of Palo bobo (*Nicotiana glauca*), Chinese carnation (*Tagetes patula*) and mustard (*Sinapis alba*) for the control of nematodes in tomato kidney culture (*Lycopersicum esculentum*), the same that was carried out on the property of Mrs. Marlene Chato, located in the Cunchibamba parish, Pucarumi neighborhood, Ambato city, Tungurahua province. Its geographic coordinates are 01° 11 '27' 'of South latitude and 78° 61' 25 " of West longitude, to an altitude of 2767 msnm.

For the evaluation, a completely randomized block design (DBCA) was applied, in a factorial arrangement of 3 x 2 + 1 with three repetitions, and the analysis of variance (ADEVA) was carried out, according to the experimental design, the tests were carried out of significance of Tukey at 5%, to differentiate between treatments, no statistical differences were obtained but mathematical differences were obtained. The following results were obtained: for the variable number of nematodes (NM) at 85 and 170 (DDT) there was a decrease of nematodes in the treatments of MF₁ (Mustard, Frequency of 20 Days) with an average of 15,33 and PbF₁ (Palo bobo, Frequency of 20 days) with an average of 6,33 nematodes; in the variable number of galls per root (NAR) the best results were obtained in the treatment of ChF₁ (Chinese carnation, Frequency of 20 Days) with an average of 4,29 and PbF₂ (Palo bobo, Frequency of 40 days) with an average of 2,79; for the root volume variable the best results were the treatment of PbF₂ (Palo bobo, Frequency of 40 days) with an average of 61,38 cm³ and MF₁ (Mustard, Frequency of 20 days) with an average of 77,71 cm³ ; in the stem length variable the best treatment was PbF₂ (Palo bobo, Frequency of 40 days) with an average of 120,71 cm and 239,79 cm. and for the stem diameter variable the best treatments were MF₂ (Mustard, Frequency of 40 days) with average of 1,11 cm and MF₁ (Mustard, Frequency of 20 days) with an average of 1,57 cm; finalizing that the best extracts for the control of nematodes were the treatments of MF₁ and PbF₁ the same ones that decrease the amount of nematodes (*Meloidogyne incognita*) in the tomato kidney culture.

KEYWORDS: Transplant, treatments, frequencies, plants, extracts.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los nematodos dañan las raíces de las plantas formando agallas, por lo cual impiden el crecimiento y formación de la raíz, obstaculizando el paso de nutrientes y agua, reduciendo la producción del tomate riñón (Agrios, 2005).

El cultivo de tomate riñón es un hospedero de una gran cantidad de plagas y enfermedades, una de ellas son los nematodos por los daños que ocasiona a las raíces formando agallas, los mismos que se encuentran ampliamente distribuidos a nivel mundial, ocasionando severas pérdidas económicas fundamentalmente en los cultivos hortícolas (Solano, 2014).

En el Ecuador el cultivo de tomate riñón bajo invernadero es de gran importancia en la sierra central, especialmente en varias zonas de la provincia de Tungurahua como es en el cantón Ambato y Patate, en donde se encuentra el 60% de la producción. Según el III Censo Nacional Agropecuario la superficie total sembrada es de 3054 ha. La producción de tomate en el Ecuador se realiza en climas cálido – templado con temperaturas entre 23 - 26 °C y una humedad relativa entre 50 - 60%. Se ha desarrollado variedades con cualidades especiales como simetría, color, sabor y resistencia a enfermedades (Solagro, 2017).

Los nematicidas botánicos en la actualidad son una alternativa viable para el control de nematodos. El uso de extractos vegetales de plantas de la localidad con propiedades nematicidas, tales como de *Nicotiana glauca* usada contra los nematodos agalladores de la raíz, es de bajo costo para los agricultores y no contaminan el ambiente (Melara, 1996).

El clavel chino (*Tagetes patula*) es una planta ampliamente reconocida por sus propiedades fungicidas, nematicidas e insecticidas, ha mostrado eficacia en el control de nematodos (Gómez, 2001), al incorporar los residuos de clavel chino al cultivo de tomate riñón, se ha reducido significativa el agallamiento de las raíces ocasionado por los nematodos (Zavaleta, 2000).

Numerosas especies de plantas producen compuestos nematocidas, en la agricultura es factible usar plantas antagónicas en el manejo de nematodos, así el uso de la mostaza (*Sinapis alba*) que posee propiedades nematocidas, favorece el control de nematodos en los cultivos hortícolas y además no son tóxicos para la salud humana (Cameroni, 2015).

La presente investigación tuvo como objeto determinar los efectos de los extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Ochoa, *et al.* (2012), evaluaron la actividad antifúngica *in vitro* de los extractos de pirul (*Shinus molle*), chirimoya (*Annona cherimola*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y tabaquillo (*Nicotiana glauca*) sobre el crecimiento micelial y esporulación de *Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum* y *Fusarium solani*; los mejores resultados mostraron que los extractos de chirimoya y canela presentaron efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial y esporulación. En contraste, los extractos de tabaquillo y pirul no mostraron efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial. El extracto de chirimoya presentó el mejor control a 593 ppm contra *F. culmorum*, mientras que para *F. oxysporum* y *F. solani* se requirieron dosis de 2060 a 2571 ppm, respectivamente. Los extractos de canela y chirimoya presentaron efecto en la inhibición micelial y esporulación de *F. oxysporum*, *F. culmorum* y *F. solani*.

Perniola, *et al.* (2012), estudiaron la determinación *in vitro* el efecto biofumigante de mostaza parda (*Brassica juncea*) y de mostaza blanca (*Sinapis alba*), en el estadio de plena fructificación, sobre el crecimiento de *Fusarium graminearum* Schwabe. Se evaluaron dos dosis de 10 y 40 g de material vegetal triturado de cada una de las especies, colocándolo en recipientes de aluminio. Sobre el material vegetal se apoyó una caja de petri con medio Nash y Snyder, que contenía en el centro un disco de 5 mm de diámetro con micelio de *F. graminearum*. Posteriormente se selló con film e incubó a 20 °C en oscuridad durante 14 días. Finalizado este período, se midió el crecimiento radial de las colonias y se calculó la superficie y el porcentaje de crecimiento con respecto al tratamiento control sin biofumigante. *Sinapis alba* y *B. juncea* presentaron efecto supresor del crecimiento de *F. graminearum* cultivado *in vitro* (crecimiento menor al 50% del control). Estos resultados sugieren que *B. juncea* y *S. alba* presentan potencial para inhibir el crecimiento *in vitro* de *F. graminearum*.

Herrera, *et al.* (2015), estudiaron el desarrollo de insecticidas naturales que ayudaría a disminuir el impacto negativo de los insecticidas sintéticos. Toxicidad fumigante de aceite esencial de *Tagetes filifolia* Lag y sus principales compuestos se evaluaron contra *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). El aceite esencial y (E)-anetol fueron los más tóxicos a las 24 h contra insectos adultos (CL50 = 2.4 y 2.6 µL/ml de agua, respectivamente). (µL/ml = microlitro/mililitro)

Chango. (2015), evaluó los efectos de la mostaza caliente sobre la población de nematodos incorporada en suelos hortícolas y dos estados fenológicas; antes de la floración E1 y durante la floración E2; con dos métodos de siembra al voleo M1 y chorro continuo M2. La incorporación de mostaza antes de la floración y sembrada al voleo (E1M1), redujo la población de nematodos eliminados en 68,69 %, a diferencia del tratamiento con mostaza incorporada durante la floración y sembrada a chorro continuo (E2M2), se redujo la población de nematodos eliminados 36,61 %. La mostaza al tener compuestos activos conocidos como glucosinolatos que cuando se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos que son capaces de controlar efectivamente la cantidad de nematodos presentes en el suelo.

Curimilma (2015), estudió la acción nematóxica de extractos acuosos de albahaca, higuierilla, paico e hidroetanólicos de frutos de higuierilla en diferentes concentraciones sobre *Meloidogyne incognita*. Los ensayos *in vitro* se realizaron bajo un diseño completamente aleatorizado con 20 tratamientos más un testigo, utilizando concentraciones de 0.01, 0.03, 0.06, 0.08 y 0.10 g de extracto/100ml de agua destilada estéril. Se determinó que los mejores extractos en condiciones *in vitro* fueron albahaca 0.10 g, hojas de higuierilla 0.10 g, frutos de higuierilla 0.10 g y paico 0.10 g de extracto/100 ml de agua, con mortalidades superiores al 50%.

Arboleda y Guzmán (2010), manifiestan que se evaluó *in vitro* el efecto de extractos acuosos de raíces, tallos, hojas y frutos de higuierilla (*Ricinus communis*) sobre *R. similis*. Con concentraciones de 25,50 y 100%, y los testigos agua y Carbofuran en dosis de 330 ppm. El mayor efecto nematocida, se encontró en los tratamientos con extractos acuosos de frutos, raíces y hojas en la concentración del 100% con valores que oscilaron entre 67 y 73%. Estos valores fueron estadísticamente diferentes a los testigos agua y químico que presentaron una mortalidad de 3 y 98%. Se concluyó

que, los extractos acuosos de los tejidos de higuerilla en las concentraciones evaluadas ejercieron efecto nematocida sobre *R. similis* en condiciones *in vitro* después de 48 h de aplicados, siendo mayor el efecto en la concentración del 100%.

Quevedo y Crozzoli (2010), mencionan que evaluaron 6 extractos acuosos (EA) y 6 etanólicos (EE) de hojas de *Anacardium occidentale*, *Calotropis procera*, *Chenopodium ambrosioides*, *Coffea arábica*, *Eryngium foetidum* y *Ruta graveolens* para el control de segundo estadio (J2) de *Meloidogyne enterolobii*. Las soluciones obtenidas, designadas como estándar (100%) fueron diluidas con agua destilada hasta lograr concentraciones de 12,5; 25; 50 y 100% para EA y 0,05; 0,10 y 1% para EE. Por cada concentración, se utilizaron 20 J2 para un total de 80 J2/concentración. Las observaciones de mortalidad se realizaron a las 24, 48 y 72 h. El EE de *C. ambrosioides* indujo 100% de mortalidad en todas las concentraciones (0,05; 0,10 y 0,1%) luego de 24 h. Los EA de *C. arabica* y *C. ambrosioides* en 100% de concentración, indujeron 100% de mortalidad de los J2 de *M. enterolobii*, *A. occidentale* y *R. graveolens* (48 y 72 h) y *C. ambrosioides* a una concentración de 100% (24 h), lograron porcentajes de mortalidad que oscilaron entre 51,25 y 87,5%.

Montiel y Reyes (2009), indican que el estudio estuvo compuesto de dos fases, en la primera se realizó un estudio de nematodos asociados al tomate y chiltoma. Para este fin se muestrearon 3 comunidades productoras de hortalizas en León y 3 comunidades en Chinandega. En la segunda fase se estableció una parcela experimental, donde se validó los tratamientos *Trichoderma harzianum*/trasplante, *Paecilomyces lilacinus*/trasplante, ácido piroleñoso 10 días antes del trasplante, *Tagetes erecta*/asocio y el testigo. Los tratamientos que lograron el mayor control sobre las poblaciones de nematodos fueron *Paecilomyces sp.* con promedio de 438 y *Tagetes erecta* con promedios 505 en 100 g de suelo. Se recomienda el uso de *P. lilacinus* y *T. erecta* para el control de nematodos en tomate.

Salazar y Guzmán (2014), afirman que esta investigación se realizó *in vitro*, se evaluó la mortalidad de los juveniles de *Meloidogyne sp.* después de 12, 24 y 48 horas de exposición a los extractos. Además, estos se aplicaron a plantas de tomate en macetas bajo condiciones de invernadero, cuantificándose las poblaciones de nematodos a los 25, 50 y 75 días de exposición al extracto (DEE). En el experimento

in vitro *Q. amara* y *B. suaveolens* diluidos al 10%, después de 48 h alcanzaron 89 y 78% de juveniles muertos. En macetas se evaluó la mortalidad de juveniles, índice de agallamiento (IA) y factor de reproducción (FR). Con *Q. amara* se obtuvieron a los 25 DEE (Días de exposición al extracto), un porcentaje de mortalidad de 80% de juveniles muertos, un IA de 1 en una escala de 0-5 y FR de 0,20. Con *B. suaveolens*, a los 25 DEE (Días de exposición al extracto) se alcanzó un porcentaje de mortalidad de 71%, un IA de 1,2 y un FR de 0,29. Los resultados *in vitro* y en macetas evidenciaron que ambos extractos poseen propiedades nematocidas. Se evidenciaron que ambos extractos poseen propiedades nematocidas, ya que redujeron significativamente las poblaciones de nematodos, su reproducción y el nivel de agallamiento de las raíces de tomate.

Pino. (2010), indica que esta investigación se realizó en laboratorio, invernadero y campo. En laboratorio se determinó 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 nematodos. Los extractos de raíz de noni, llantén, tomate riñón, ortiga, hierba mora, papa china; neen (hojas, frutos); hojas de insulina, bleado, altamisa, albahaca de canela, tabaco tallo y raíz, tienen efecto nematocida, además se determinó que mayor acción de los extractos sobre los nematodos proviene a partir de hojas (43%), y los tallo, frutos, raíz, semillas y flor, estuvieron en el orden de 20, 17, 15, 3 y 2%. En condiciones de invernadero el mayor efecto de los extractos vegetales en la reducción poblacional de *Meloidolyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* y *Pratelenchus spp.*, fueron extractos de fruto de noni, hojas de chaya, hierba mora y hojas de cola de caballo, en dosis de 10 ml/planta. Y en condición de campo, el mayor efecto en la reducción poblacional de *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* y *Pratylenchus spp.*, fueron los extractos a base de cola de caballo y hierba mora, en aplicación al transplante en dosis de 200 L/ha. Los extractos de las plantas no causan toxicidad a la planta de tomate riñón.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Palo Bobo (*Nicotiana glauca*)

2.2.1.1. Generalidades

Castilla (2016), menciona que es una especie ampliamente naturalizada en taludes, márgenes de caminos, terrazas de ríos y suelos removidos. En el Ecuador crecen de forma silvestre, bajo diferentes condiciones de suelo y clima.

2.2.1.2. Clasificación botánica

Tabla 1: Clasificación taxonómica del palo bobo.

Taxón	Nombre
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Solanaceae
Género:	Nicotiana
Especie:	Glauca
Nombre científico:	<i>Nicotiana Glauca</i>
Nombres vulgares:	Tabaquillo, palo bobo, árbol del tabaco, tabaco negro, tabaco moruno.

Elaborado por: Chango, 2018.

Fuente: (Rzedowski *et al.*, 2001)

2.2.1.3. Características botánicas

Mondragó (2009), menciona que es un arbusto o árbol pequeño de hasta 7 metros, con raíces profundas y ramificadas. Tallo de color verde, glauco, sin pelos y muy ramificado, el mismo que alcanza una altura que varía entre 1,5 y 6 m (López, 2016). Sus hojas son de forma ovalada o lanceolada, de 5 a 17 cm de largo y 2 a 8 cm de ancho y su color es verde azulado. Sus flores son tubulares de color amarillo y el fruto es tipo baya (Castilla, 2016).

2.2.1.4. Metabolitos secundarios

Carrere (2007), menciona que tiene propiedades insecticidas, fungicidas y nematocidas; actúa en forma de contacto y estomacal, los alcaloides presentes en *Nicotiana glauca* son: nicotina, nornicotina y anabasina.

2.2.2. Clavel Chino (*Tagetes patula*)

2.2.2.1. Generalidades

Es una planta de jardín, muy conocida de larga floración durante los meses más cálidos del año. Las flores son de color crema, amarillo, naranja, marrón o bicolors (Ecured, 2014).

2.2.2.2. Clasificación botánica

Tabla 2: Clasificación taxonómica del clavel chino.

Taxón	Nombre
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Asteraceae
Género:	Tagetes
Especie:	Patula
Nombre científico:	<i>Tagetes patula</i>
Nombres vulgares:	Clavel chino, tagete, clavel moruno, clavelón, clavenilla, flor de los muertos

Elaborado por: Chango, 2018.

Fuente: (Trópicos, 2015)

2.2.2.3. Descripción botánica

El *Tagetes patula* es una planta anual de pequeñas dimensiones no superando los 40 cm de altura (30-40 cm). Las hojas están dispuestas a lo largo del tallo de manera

alternada, opuestas, intensamente incididas y de un intenso color verde. Las flores son solitarias, de diámetro que varía de los 4 a los 6 cm. Son muy decorativas porque tienen los pétalos de color amarillo (Elicriso, 2015).

2.2.2.4. Nematicida

Tagetes patula tiene propiedades fungicidas, nematicidas e insecticidas contra plagas e insectos del suelo por la presencia de los tiofenos, los cuales presentan un efecto inhibidor sobre los nematodos. Ataca específicamente a *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* (Agronomica, 2014).

2.2.3. Mostaza (*Sinapis alba*)

2.2.3.1. Descripción botánica

La mostaza es un cultivo anual, raíz delgada y fusiforme, tallos erectos de hasta 1,5 m de altura, hojas anchas, lobuladas. Se adapta bien a suelos próximos a la neutralidad. Es de crecimiento muy rápido. Algunas variedades tienen acción anti-nematodos. Se cultiva por el aceite de sus semillas, como forrajera y por sus hojas que pueden comerse como verdura, se propaga por semillas (Rosario, 2011).

2.2.3.2. Clasificación taxonómica

Tabla 3: Clasificación taxonómica de la mostaza.

Taxón	Nombre
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Brassicaceae
Género:	Sinapis
Especie:	Alba
N. científico	<i>Sinapis Alba</i>

Elaborado por: Chango, 2018

Fuente: (Michels, 2011)

2.2.3.3. Clima

La mostaza blanca prefiere climas fríos, aunque es capaz de adaptarse a todo tipo de temperaturas, crece a pleno sol o semi-sombra, en ambientes poco húmedos y frescos en verano y resistente a las heladas. Se lo cultiva desde los 0 msnm hasta 2300 msnm (Botánica, 2014).

2.2.3.4. Suelo

Botánica (2014), manifestó que en el suelo húmedo y ambiente seco con un buen drenaje, tiene un sistema de raíces muy desarrollados que le permiten aprovechar muy bien todos los nutrientes del suelo y prefiere suelo franco o arenoso que permita retener humedad, se desarrolla en suelos neutros y básicos con pH superior a 6, esta planta se adapta casi a todo tipo de terrenos.

2.2.3.5. Propiedades nematocidas

Las propiedades aromáticas de la mostaza y su utilización más abundante son debidas a su riqueza en glucosinolatos, donde la enzima mirosinasa hidroliza los glucosinolatos hasta isotiocianatos, los cuales permiten la reducción en la población de los nematodos además mejora la productividad de los suelos agrícolas (López, *et al.*, 2003)

2.2.4. Nematodos

2.2.4.1. Generalidades

Los nematodos fitopatógenos de plantas se encuentran siempre presentes y están asociados con el crecimiento de la planta y la producción del cultivo. Constituyen una limitación significativa para la agricultura de subsistencia y pueden ser difíciles de controlar. Los nematodos presentan altos niveles reproductivos, con cinco y seis generaciones anuales. No participan directamente en la descomposición de la materia orgánica. Por el contrario, son saprófitos o depredadores (Talavera, 2003).

2.2.4.2. Morfología

Guzmán (2012), manifiesta que son definidos como animales filiformes con cuerpo sin segmentos y más o menos transparentes, cubiertos de una cutícula hialina, la cual está marcada por estrías; son redondeados en sección transversal, con boca, sin extremidades u otros apéndices, muchos son parecidos a lombrices.

Además menciona también que los nematodos sobreviven en casi todos los hábitats, son esencialmente acuáticos. La mayoría de ellos son microscópicos y miden entre 300 y 1000 μm de largo y entre 15 y 35 μm de ancho; su tamaño los hace invisibles a simple vista, pero pueden ser fácilmente observados con la ayuda de un microscopio o estereoscopio.

2.2.4.3. Anatomía

Guzmán (2012), describe que el cuerpo de un nematodo es más o menos transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías. Esta cutícula presenta la muda cuando los nematodos pasan a través de sus etapas larvarias. Los músculos permiten que el nematodo pueda moverse.

2.2.4.5. Ciclo de vida

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de tres o cuatro semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura. En algunas especies de nematodos la primera o segunda etapa larvaria no puede infectar a las plantas y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas, deben alimentarse de un hospedante susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren (Agrios, 2005).

2.2.4.6. Daños a la planta

Los síntomas producidos por los nematodos son complejos a las plantas. Limitan la capacidad de absorber agua y nutrientes del suelo y de ésta manera producen

deficiencia de agua y nutrientes en las plantas. En algunos casos, son las interacciones bioquímicas entre la planta y el nematodo las que afectan negativamente la fisiología total de las plantas y la función de los nematodos de proporcionar los puntos de entrada para otros patógenos (Talavera, 2003).

2.2.4.7. Ecología y distribución de los nematodos fitopatógenos

La mayoría de los nematodos fitopatógenos viven parte de su vida en el suelo. La mayor parte de ellos vive libremente en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas. Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad (Talavera, 2003).

2.2.5. Tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*)

2.2.5.1. Generalidades

Barahona (2000), manifiesta que el tomate riñón es una de las especies de mayor interés dentro del grupo de las hortalizas de fruto, es cultivada en países tropicales y subtropicales, como también bajo invernaderos. Sus sistemas de producción no son sencillos, se puede producir en cualquier época del año, siempre y cuando se disponga de agua de riego y la infraestructura necesaria. Este cultivo es consumido por todo tipo de estrato social por lo cual existe una elevada demanda.

2.2.5.2. Clasificación botánica

Tabla 4: Clasificación taxonómica del tomate riñón.

Taxón	Nombre
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Solanaceae
Género:	Lycopersicum
Especie:	Esculentum
Nombre científico:	<i>Lycopersicum esculentum</i>

Elaborado por: Chango, 2018.

Fuente: (Pérez *et al.*, 2002)

2.2.5.3. Características botánicas

Raíz

El sistema radicular del tomate consiste de una raíz principal pivotante de la que salen las raíces laterales. Generalmente las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Pérez *et al.*, 2002).

Tallo

Posee un grosor que oscila entre 2 - 4 cm. Su longitud es de 50 cm en los cultivares enanos y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento indeterminado (Norña *et al.*, 2007).

Hoja

Bolsamza (2015), dice que es compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo.

Flor

Pérez (2002), manifiesta que es perfecta, regular y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal, de igual número de estambres y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio).

Fruto

Alvarado (2009), indica que es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos.

2.2.5.4. Distribución

Rodríguez (2001), manifiestan que el tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), es un cultivo que se produce a nivel nacional, tanto en los valles cálidos de la serranía como en el litoral, en la época de verano en Los Ríos y en Manabí. Las provincias donde se cultiva esta hortaliza son: Guayas, Carchi, Loja, Imbabura, Manabí, Chimborazo, Azuay, El Oro, Tungurahua y Pichincha. En la serranía se produce el tomate riñón de mesa y en el litoral el tomate industrial para la elaboración de pasta.

2.2.5.6. Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 12 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 35 °C afectan la fructificación e inferiores a 12 °C originan problemas en el desarrollo de la planta (Vargas y Osorio, 2009).

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen al desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto

o dificultades en la polinización. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Alvarado *et al.*, 2009).

Luminosidad

El tomate necesita condiciones de muy buena luminosidad, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados (Corpeño, 2004).

Suelo

Alvarado (2009) y Pérez (2002), mencionan que el tomate riñón prospera en suelos de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco - arenosos, arcillo - arenosos y con altos contenidos de materia orgánica, por encima del 5 %, y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo oscila en un rango de 5,9 – 6,5 para el mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

- La aplicación de extractos vegetales permite el control de los nematodos presentes en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

- Determinar los efectos de los extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

3.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la población de nematodos en el suelo presentes en el cultivo de tomate riñón.
- Determinar la mejor frecuencia de aplicación de los extractos vegetales para disminuir los nematodos en el cultivo de tomate riñón.
- Determinar los costos de producción de los extractos vegetales en la disminución de nematodos en el cultivo de tomate riñón.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo estuvo ubicado en: Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Cunchibamba, barrio Pucarumi, en la propiedad de la señora Marlene Chato, a 15,5 km al Norte de la ciudad de Ambato, a la altitud de 2767 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 11' 27" de latitud Sur y 78° 61' 25" de longitud Oeste (Datos tomados con GPS).

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. Clima

Según los datos tomados de la estación Meteorológica de Cunchibamba correspondientes al año 2014, se registraron los siguientes valores: temperatura media anual 13,53 °C, precipitación de 497,80 mm, humedad relativa de 80,39% y velocidad de los vientos de 3,30 m/seg, con frecuencia Sur - Este.

4.2.2. Suelo

Los suelos de esta zona pertenecen al orden de los Inceptisoles, se han originado a partir de materiales resistentes o ceniza volcánica. Son suelos de textura limosa, franco limoso, franco arcilloso limoso de poca profundidad, con un pH neutro (6,6 – 7,7). La mayoría de los suelos son de fertilidad alta que corresponde al 50,89 %, mientras que el 49,11 % del suelo presentan fertilidad media. La topografía es plana con pendientes que oscilan entre 0 y 5%, no presenta susceptibilidad a la erosión (GAD-Cunchibamba, 2015).

4.2.3. Agua

El canal Latacunga – Salcedo - Ambato riega 8.400 hectáreas de pasto y hortaliza en la provincia de Tungurahua, con un pH de 6,6 (El heraldo, 2015).

4.2.4. Cultivos

En la parroquia Cunchibamba del cantón Ambato, la mayor parte está dedicado a la agricultura y la ganadería, los cultivos predominantes son las hortalizas especialmente la col, la lechuga, cebolla; para la crianza de los animales los principales cultivos tenemos la alfalfa y el maíz (GAD-Cunchibamba, 2015).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Material vegetal

- Plantas de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

4.3.2. Equipos

- GPS
- Balanza digital
- Licuadora
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Estereoscopio

4.3.3. Materiales

- Flexómetro
- Calibrador Vernier (Pie de Rey)
- Bomba de fumigar de 20 litros
- Regla
- Azadón

- Piolas
- Estacas
- Fundas Ziploc
- Etiquetas
- Baldes
- Botellas plásticas
- Manguera transparente
- Pañuelos antigripales
- Cuaderno de apuntes
- Materiales de vidrio
 - Vaso de precipitación
 - Probetas
 - Embudos
 - Cajas petri
 - Varilla de agitación
- Materiales de metal
 - Soporte universal
 - Pinzas
 - Mallas metálicas

4.3.4. Reactivos

- Agua destilada

4.3.5. Extractos vegetales

- Extracto de palo bobo
- Extracto de clavel chino
- Extracto de mostaza

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Extractos vegetales (10 ml/Planta)

- Palo bobo (*Nicotiana glauca*) Pb
- Clavel Chino (*Tagetes patula*) Ch
- Mostaza (*Sinapis alba*) M

4.4.2. Frecuencias de aplicación

- Cada 20 días F₁
- Cada 40 días F₂

4.4.3. Testigo

- Se planteó un testigo absoluto (sin aplicación de extractos vegetales) T₀

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos son tres, como se detalla en la tabla 5:

Tabla 5: Tratamientos.

Nº.	Símbolo	Dosis extractos vegetales	Frecuencia de aplicación
1	PbF ₁	10 ml/Planta	Cada 20 días
2	PbF ₂	10 ml/Planta	Cada 40 días
3	ChF ₁	10 ml/Planta	Cada 20 días
4	ChF ₂	10 ml/Planta	Cada 40 días
5	MF ₁	10 ml/Planta	Cada 20 días
6	MF ₂	10 ml/Planta	Cada 40 días
7	T ₀ (Testigo)	Sin aplicación de los aceites esenciales	

Elaborado por: Chango, 2018.

Fuente 10 ml/Planta: (Pino, 2010)

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$ con tres repeticiones. Además, se realizó el análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental; pruebas de significación de Tukey al 5%.

4.6.1. Características del ensayo

Superficie total del ensayo:	191,92 m ²
Superficie total de las camas:	113,70 m ²
Superficie total de caminos:	78,22 m ²
Número total de camas:	7
Superficie de la cama:	16,24 m ²
Número de plantas por cama:	132
Largo y ancho de la cama:	19,57 m x 0,83 m
Distancia entre camas:	0,50 m
Distancia entre plantas:	0,30 m
Número de parcelas por cama:	3
Total de parcelas del ensayo:	21
Superficie de la parcela:	5,41 m ²
Número de plantas por parcela:	44
Número de plantas a evaluar por parcela:	8
Total de plantas del ensayo:	924

4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

REPETICIONES		
I	II	III
PbF ₁	ChF ₂	MF ₁
MF ₂	T ₀	PbF ₁
ChF ₁	PbF ₂	MF ₂
T ₀	MF ₂	ChF ₂
MF ₁	ChF ₁	T ₀
PbF ₂	PbF ₁	ChF ₁
ChF ₂	MF ₁	PbF ₂

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Número de nematodos

Se registró el número inicial de nematodos al día 1; luego de las aplicaciones de los extractos vegetales se registró el número de nematodos a los 85 y 170 días; mediante el método de Embudo de Baermann y la metodología de INIAP (2010). Además, al día uno se identificó los nematodos presentes en el suelo, los cuales fueron *Meloidogyne incognita*. Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

4.7.2. Número de agallas por raíz

Se contabilizó visualmente el número de agallas existentes en las raíces causadas por los nematodos; a los 1, 85 y 170 días después del transplante, se muestreó a ocho plantas tomadas al azar de cada parcela.

4.7.3. Volumen de la raíz

Se registró el volumen de la raíz del tomate riñón, mediante el Principio de Arquímedes y la metodología descrita por Ramos (2012); a los 1, 85 y 170 días luego del transplante, se muestreó a ocho plantas tomadas al azar de cada parcela.

4.7.4. Longitud de tallo

Se midió la longitud del tallo del tomate riñón a partir del cuello de la raíz hasta la yema apical de la planta a los 1, 85 y 170 días luego del transplante, utilizando un flexómetro; se muestreó a ocho plantas tomadas al azar de cada parcela.

4.7.5. Diámetro de tallo

Se registró el diámetro de tallo del tomate riñón a partir de los 10 centímetros de altura del cuello de la raíz, con la ayuda del calibrador Vernier o Pie de Rey a los 1, 85 y 170 días después del transplante, los datos obtenidos se expresaron en centímetros; se muestreó a ocho plantas tomadas al azar de cada parcela.

4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.8.1. Análisis de suelo

Se realizó un muestro de suelo en forma de zigzag previo a la implementación del experimento, se envió un kilogramo de muestra de suelo al laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para la determinación de las características físicas y químicas del suelo.

4.8.2. Preparación de la parcela experimental

Abonado.- con la finalidad de nutrir al suelo se procedió a la abonadura con excremento de ganado bovino y gallinaza, se mezcló bien los dos abonos para así tener homogeneidad en la mezcla y se colocó en la parcela experimental.

Arado.- con la finalidad de eliminar malezas y roturar el suelo se realizó una labranza con un azadón para mejorar la infiltración del agua y la aireación del suelo.

Preparación de las camas.- se realizaron las camas 0,83 * 19,57 m con una separación entre camas de 0,50 m; se separaron las parcelas a 6,52 m cada una. Finalmente se realizaron 7 camas con sus respectivas parcelas a una altura de 0,20 m.

Nivelación de las camas.- se niveló con un rastrillo cada una de las camas del experimento y luego se tendió las cintas de goteo.

4.8.3. Transplante

Se realizó el transplante utilizando el método de tres bolillos con una distancia de siembra de 0,30 * 0,30 m, se trasplantó las plántulas cuando tenían una altura de 0,20 m aplicando riego antes y después del transplante.

4.8.4. Obtención de los extractos vegetales

Selección de extractos botánicos con efectos nematocidas:

Para la extracción de los extractos vegetales se siguió la metodología descrito por Pino (2010):

- Se recolectó hojas, tallos, flores de tres especies vegetales (Palo bobo, clavel chino y mostaza).
- Se pesó 396 gramos del material vegetal verde.
- En 1320 ml de agua se trituró el material vegetal verde en una licuadora durante 5 minutos.
- Se filtró el extracto en una tela limpia, para así evitar la contaminación y el paso de residuos de los vegetales.
- Los extractos vegetales obtenidos son al 30% de la solución obtenida de 396 gramos de material vegetal y 1320 ml de agua destilada.
- El extracto se calculó por el número de plantas, las mismas que fueron 132 plantas por tratamiento, por lo que se necesitó 1320 ml de extracto vegetal.

4.8.5. Modo de aplicación de los extractos vegetales en cultivo de tomate riñón

- Los extractos vegetales obtenidos al 30% de la solución obtenida, se aplicaron 10 ml por planta.
- En cada parcela tenemos 44 plantas, entonces se aplicó 440 ml de extracto vegetal puro a todas las plantas de la parcela.
- Los extractos vegetales tanto de palo bobo, clavel chino y mostaza se aplicó 440 ml a cada una de las parcelas según la frecuencia de aplicación, explicada en la tabla 6.
- Se aplicó con la ayuda de una bomba a mochila.
- Se reguló la boquilla de la bomba; en una probeta se aplicó el extracto vegetal para tomar el tiempo de los 10 ml, el mismo que fue de 5 segundos.
- La aplicación de los extractos vegetales se realizó según el esquema de la disposición del ensayo.
- Los extractos se aplicaron a las raíces del tomate riñón.
- Las aplicaciones de los extractos vegetales fueron de acuerdo a las siguientes fechas:

Tabla 6: Frecuencia de aplicaciones de los extractos vegetales.

Cada 20 días	Cada 40 días
26/05/2017	
15/06/2017	15/06/2017
05/07/2017	
25/07/2017	25/07/2017
14/08/2017	
03/09/2017	03/09/2017
23/09/2017	
13/10/2017	13/10/2017

Elaborado por: Chango, 2018.

4.8.6. Deshierba

Las deshierbas se realizaron de forma manual, la primera deshierba se realizó a los 35 días luego del transplante, la segunda a los 70 días y la tercera a los 105 días.

4.8.7. Riego

El riego se aplicó por goteo durante el lapso de 15 minutos cada 7 días durante 90 días; de ahí en adelante se aplicó el riego cada 15 días por los mismos 15 minutos.

4.8.8. Controles fitosanitarios

Se realizaron los controles fitosanitarios tanto preventivos como curativos; para el control de plagas se utilizaron los siguiente productos químicos, a los 15 días luego del transplante se aplicó Acefato (Acefato) en dosis de 1g/l para el control del minador del hoja (*Tuta absoluta*); mosca blanca (*Bemisia ssp*) y gusano cogollero (*Helicoverpa armigera*) se controló con Kmelot (Acetamiprid + Buprofezin) y Depredador (Cartap) en dosis de 0,5g/l y 2g/l. Para el control de enfermedades se aplicó Cosan (Azufre), Soll (Propineb + Cymoxanil), Procymox (Mancozeb + Cymoxamil) y Topsin (Methyl Thiophanato), las mismas que se aplicaron en dosis de 2g/l y para el control de bacterias se aplicó Kasumin (Kasugamicina) en dosis de 1cc/l, se aplicó a los 30, 60 y 90 días.

4.8.9. Conteo de los nematodos

Para armar el equipo de filtración de los nematodos se utilizó el método de Embudo de Baermann y la metodología descrita por Molina (2014), donde se trabajó de la siguiente manera:

- Armar el equipo de filtración de las muestras de suelo (Método de Embudo de Baermann).
- Pesar 100 g de suelo en una balanza digital, colocar la malla, los pañuelos antigripales y el suelo.
- Poner las muestras en los embudos de filtración y con la ayuda de una piseta añadir 100 ml de agua destilada.

- Dejar filtrar por 24 horas y esperar que los nematodos pasen por los pañuelos antigripales hacia el fondo del embudo.
- Retirar las pinzas de las mangueras y recolectar el agua en una probeta para proceder a contabilizar los nematodos.
- Este procedimiento se realizó a una relación 1:1 (100 g de suelo y 100 ml de agua destilada).

Para la contabilización de los nematodos se utilizó la metodología del INIAP (2010), donde se procedió de la siguiente manera:

- Se contabilizó los nematodos en el estereoscopio con la relación 1:1 (100 g de suelo y 100 ml de agua destilada).
- El agua se recogió en una probeta, en la cual se midió el volumen de agua luego de 24 horas de la filtración.
- Posteriormente se colocó en una caja Petri el agua con los nematodos filtrados, conociendo el volumen de agua.
- Con la ayuda de un estereoscopio se contabilizó el número de nematodos por caja petri
- Los nematodos contabilizados en el volumen de agua se relacionaron a los ml colocados en la filtración y se obtuvo el número de nematodos por 100 ml.

4.8.10. Conteo de agallas por raíz

Se contabilizó visualmente el número de agallas presentes a los 1, 85 y 170 días después del transplante a ocho plantas tomadas al azar de cada parcela.

4.8.11. Medición del volumen de la raíz

Para la determinación del volumen de la raíz nos ayudamos mediante el Principio de Arquímedes y la metodología descrita por Ramos (2012), donde se procedió de la siguiente manera:

- a) En una probeta de 1000 ml se añadió agua hasta los 500 ml.
- b) Se colocaron cada una de las raíces en la probeta con agua.
- c) El nivel de agua que se desplaza en la probeta es el volumen de las raíces.

4.8.12. Medición de la longitud del tallo

Con la ayuda de un flexómetro se determinó la longitud del tallo desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de la planta.

4.8.13. Determinación del diámetro del tallo

Con la ayuda del calibrador Vernier o Pie de Rey se procedió a determinar el diámetro del tallo a 8 plantas tomadas al azar para lo cual se midió a 10 cm desde el cuello de la raíz de la planta.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos obtenidos fueron procesados en el programa estadístico InfoStat. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Se realizó las pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entres extractos vegetales.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NÚMERO DE NEMATODOS

En la variable número de nematodos (NM) se contabilizó en tres ocasiones, al día 1 después del transplante (DDT) se contabilizaron un promedio de 88 nematodos por 100 gramos de suelo, además se identificó el nematodo *Meloidogyne incognita* y mientras que a los 85 y 170 (DDT) (Tabla 7) existió disminución de nematodos, pero no existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; pero existió diferencias matemáticas, a los 85 (DDT) el tratamiento que mejor controló los nematodos es MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 Días) con un promedio de 15,33 nematodos en 100 g de suelo, a excepción del T₀ (Testigo) que fue de 96,33 nematodos en 100 g de suelo. A los 170 (DDT) el tratamiento PbF₁ (Palo babo, Frecuencia de 20 días) el mejor con un promedio de 6,33 nematodos en 100 g de suelo y el T₀ (Testigo) fue de 102 nematodos.

Los tratamientos que mejores resultados mostraron al disminuir la población de nematodos fueron MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 Días) a los 85 (DDT), esto se podría deberse a los glucosinolatos que genera la mostaza y controlan la población de nematodos; como menciona López *et al.*, (2003) que los glucosinolatos, al hidrolizarse en el suelo, por la acción de la enzima mirosinasa se transforman en isotiocianatos, permitiendo la reducción de la población de nematodos; y a los 170 (DDT) el mejor tratamiento fue PbF₁ (Palo babo, Frecuencia de 20 días) por los alcaloides que posee el palo bobo, reduciendo la población de los nematodos; de igual manera Díaz, (2010) menciona que los alcaloides presentes en *Nicotiana glauca*, como son: nicotina, nornicotina y anabasina son sustancias neurotóxicas que inactivan a los nematodos, causando parálisis en el sistema nervioso y además actúa como insecticida de contacto, fumigante o veneno estomacal.

Tabla 7: Número de nematodos a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE NEMATODOS	
	85 (D)	170 (D)
PbF ₁	23,67 a	6,33 a
PbF ₂	35,33 a	7,67 a
ChF ₁	16,67 a	8,33 a
ChF ₂	40,67 a	14,00 a
MF ₁	15,33 a	6,67 a
MF ₂	19,67 a	9,00 a
Testigo	96,33 b	102,00 b
CV	14,07	10,30
EE	8,80	4,67
P-valor	0,0003	<0,0001

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P < 0,05$). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

NÚMERO DE AGALLAS POR RAÍZ

En la variable número de agallas por raíz (NAR) se contabilizó en tres periodos; al día 1 (DDT) no se obtuvo agallas existentes en la raíz y durante los 85 y 170 (DDT) (Tabla 8); no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo existió diferencias matemáticas entre estos, a los 85 (DDT) el tratamiento ChF₁ (Clavel chino, Frecuencia de 20 Días) presentó el menor (NAR) con una media de 4,29 y el mayor en el T₀ (Testigo) con una media de 17,00; y a los 170 días (DDT) el tratamiento PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) presentó el menor (NAR) con una media de 2,79 y el mayor en el T₀ (Testigo) con una media de 19,46.

Igualmente, los mejores resultados que se obtuvo en el número de agallas por raíz fueron los tratamientos ChF₁ (Clavel chino, Frecuencia de 20 Días) a los 85 (DDT); por el efecto antagónico que tiene el clavel chino hacia los nematodos, así manifiesta Murga *et al.*, (2013) que *Tagetes spp* tiene un efecto antagónico en el desarrollo de *Meloidogyne incognita*, el mismo que posee propiedades nematocidas por la

presencia de los tiofenos; ocasionando una disminución del agallamiento radicular; y a los 170 (DDT) es PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días), debido a que el palo bobo es utilizado como portainjerto en tomate de árbol, el cual poseen alcaloides (nicotina, nornicotina y anabasina) las misma que controlan a los nematodos, como describe Ayala, (2007) que el Ecuador *Nicotiana glauca* es utilizada como portainjerto de tomate de árbol, por la resistencia a patógenos de la raíz como los nematodos, entre ellos, *Meloidogyne incognita*.

Tabla 8: Número de agallas por raíz de la planta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE AGALLAS POR RAÍZ	
	85 (D)	170 (D)
PbF ₁	4,79 a	3,42 a
PbF ₂	6,17 a	2,79 a
ChF ₁	4,29 a	2,96 a
ChF ₂	4,96 a	2,83 a
MF ₁	7,21 a	4,42 a
MF ₂	5,96 a	3,67 a
Testigo	17,00 b	19,46 b
CV	13,44	13,51
EE	1,88	1,67
P-valor	0,0057	0,0001

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P < 0,05$). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

VOLUMEN DE LA RAÍZ

En la variable volumen de la raíz se tomaron tres volúmenes; al día 1 (DDT) el promedio que se obtuvo fue de 9,00 cm³ y posteriormente a los 85 y 170 (DDT) (Tabla 9); no fueron estadísticamente significativos entre los tratamientos, pero existió diferencias matemáticas entre estos, a los 85 (DDT) el mayor fue el tratamiento PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con un promedio de 61,38 cm³ y a los 170 (DDT) el mejor se diferenció en el tratamiento MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con una media de 77,71 cm³.

En base a los resultados del volumen de la raíz, los mejores tratamientos fueron PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) a los 85 (DDT) y a los 170 (DDT) es MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días); por la presencia de auxinas, las mismas que ayudan al desarrollo de las raíces, así como expresa Pekker *et al.*, (2005) que en las plantas maduras, la auxina activa la proliferación celular necesaria para promover el desarrollo foliar, floral, dominancia apical, expansión de la pared celular y en el desarrollo del sistema radicular.

Tabla 9: Volumen de la raíz de la planta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.

TRATAMIENTOS	VOLUMEN DE LA RAÍZ	
	85 (D)	170 (D)
PbF ₁	55,44 a	67,31 a
PbF ₂	61,38 a	75,00 a
ChF ₁	51,25 a	64,59 a
ChF ₂	49,38 a	66,46 a
MF ₁	61,25 a	77,71 a
MF ₂	51,67 a	70,00 a
Testigo	57,92 a	66,04 a
CV	11,79	12,25
EE	3,77	4,92
P-valor	0,2091	0,4579

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P < 0,05$). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

LONGITUD DE TALLO

En la variable longitud de tallo se tomó tres mediciones; al día 1 (DDT) el promedio fue de 20 cm y luego a los 85 y 170 (DDT) (Tabla 10); en las cuales no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque existió diferencias matemáticas, el tratamiento PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) tuvo mayor promedio tanto a los 85 y 170 (DDT) con 120,71 cm y 239,79 cm.

Asimismo, se observó mayor longitud de tallo en el tratamiento PbF₂ (Palo bobo, Frecuencia de 40 días), tanto a los 85 y 170 (DDT) debido a que posee auxinas; como menciona Domenech *et al.*, (2006) que la *Nicotiana glauca* al ser un organismo silvestre tiene una gran cantidad de microorganismos benéficos alrededor de sus raíces, los mismo que promueven el crecimiento de la planta. El mismo que posee auxinas, las cuales se pueden utilizar en otras especies de la misma familia, como *Lycopersicum esculentum*; estimulando el crecimiento de la planta como redacta Russo, (2010).

Tabla 10: Longitud de tallo de la planta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.

TRATAMIENTOS	LONGITUD DE TALLO	
	85 (D)	170 (D)
PbF ₁	111,75 a	216,17 a
PbF ₂	120,71 a	239,79 a
ChF ₁	118,71 a	231,83 a
ChF ₂	116,00 a	227,80 a
MF ₁	117,63 a	230,08 a
MF ₂	112,34 a	209,63 a
Testigo	118,63 a	228,29 a
CV	7,90	8,85
EE	5,32	11,56
P-valor	0,8624	0,6106

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, P < 0,05). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

DIÁMETRO DE TALLO

En la variable diámetro de tallo se midió en tres ocasiones; al día 1 (DDT) se obtuvo un promedio de 0,2 cm y posteriormente a los 85 y 170 (DDT) (Tabla 11); no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero existió diferencias matemáticas entre estos, a los 85 (DDT) el mejor es el tratamiento MF₂ (Mostaza, Frecuencia de 40 días) con promedio de 1,11 cm. Mientras que a los 170

(DDT) el mayor es el tratamiento MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 1,57 cm.

Los resultados de la variable diámetro de tallo los mejores tratamientos resultaron MF₂ (Mostaza, Frecuencia de 40 días) a los 85 (DDT) y a los 170 (DDT) fue MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 días), al aplicar mostaza al tomate riñón el desarrollo y crecimiento del tallo es mayor; así describe Retuerto *et al.*, (2003) que al incorporar *Sinapis alba* al suelo compensa la perdida de crecimiento y desarrollo de las plantas que están expuestas a situaciones de estrés abiótico.

Tabla 11: Diámetro de tallo de la planta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) a los 85 y 170 días bajo condiciones de cubierta plástica.

TRATAMIENTOS	DIÁMETRO DE TALLO	
	85 (D)	170 (D)
PbF ₁	1,02 a	1,50 a
PbF ₂	1,05 a	1,56 a
ChF ₁	1,10 a	1,55 a
ChF ₂	1,08 a	1,53 a
MF ₁	1,04 a	1,57 a
MF ₂	1,11 a	1,50 a
Testigo	1,06 a	1,55 a
CV	6,65	4,09
EE	0,04	0,04
P-valor	0,6552	0,7805

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, P < 0,05). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO, CLAVEL CHINO Y MOSTAZA.

Materiales

- ✓ Material vegetal 369g (Palo bobo, clavel chino y mostaza)
- ✓ Agua 1320 ml

- ✓ Botellas plásticas
- ✓ Etiquetas
- ✓ Fundas plásticas

Tabla 12: Costos de producción de los extractos vegetales

Actividades	Unidades	Cantidad	Unitario	Subtotal
Transporte	-	8	0,50	4
Material vegetal	g	396	0,50	0,50
Agua	ml	1320	0,50	0,50
Botellas Plásticas	-	1	0,25	0,25
Etiquetas	-	1	0,02	0,02
Fundas plásticas	-	1	0,05	0,05
Total				5,32

Para producir cada uno de los extractos vegetales de palo bobo, clavel chino y mostaza se necesitó de un capital de 5,32 dólares. Los mismos que no son costosos para producir los extractos vegetales ya que las plantas las podemos encontrar de forma natural, además no son tóxicos para la salud humana. Los 1320 ml de extractos vegetales cubren la cantidad de 132 plantas de tomate riñón.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación “APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)” se concluyó que:

- La aplicación de extractos vegetales para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón, no existieron diferencias estadísticas significativas pero existió diferencias matemáticas entre los extractos vegetales, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamiento de PbF₁ (Palo bobo, Frecuencia 20 días) con un promedio de 23,67 y 6,33; el tratamiento ChF₁ (Clavel chino, Frecuencia 20 días) con una media de 16,67 y 8,33 y MF₁ (Mostaza, Frecuencia 20 días) con un promedio de 15,33 y 6,37 de nematodos en 100 g de suelo, tanto a los 85 y 170 (DDT).
- La incorporación de extractos vegetales disminuyó la cantidad de nematodos en suelo, el mejor resultado se obtuvo en los tratamientos de PbF₁ (Palo bobo, Frecuencia 20 días) con un promedio 6,33 y el tratamiento MF₁ (Mostaza, Frecuencia 20 días) con una media de 6,37.
- La mejor frecuencia de aplicación de los extractos vegetales es la de 20 días, con esta frecuencia se disminuyó el número de nematodos en cultivo de tomate riñón.
- Los costos de producción no son altos, ya que para producir un extracto vegetal se necesitó 5,32 dólares americanos, debido a que plantas las podemos encontrar de forma natural.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios. (2005). *INTRODUCCIÓN A LA FITOPATOLOGÍA*. (Limusa, Ed.). México .
- Agronomica. (2014). Tagetes patula en el huerto. Recuperado de: <http://www.agromatica.es/tagetes-patula-huerto/>
- Alvarado, P.; Monardes, H.; Urbina, C.; Martin, A. y E. V. (2009). MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Nodo Hortícola* , VI, 60. Recuperado de: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Arboleda, F.; Guzmán, O. y R. J. (2010). EFECTO In vitro DE EXTRACTOS ACUOSOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* LINNEO) SOBRE EL NEMATODO BARRENADOR [*Radopholus similis* (COBB) THORNE], 25.
- Ayala, D. (2007). Regeneración de plantas de Tabaquillo *Nicotiana glauca* a partir de protoplastos. Universidad San Francisco de Quito.
- Bolsamza. (2015). EL CULTIVO DEL TOMATE. Recuperado de: <http://www.cidh.org.mx/monografias/tomate.html>
- Botánica. (2014). Mostaza blanca. Recuperado de: http://www.botanical-online.com/mostaza_sinapis_alba.htm
- Cameroni, G. (2015). Semillas de mostaza. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Mostaza_201
- Carrere, R. (2007). El misterioso ciudadano Palán palán (*Nicotiana glauca*). Recuperado de: <http://www.guayubira.org.uy/monte/Palan.pdf>
- Castilla, F. (2016). *Nicotiana glauca*. Recuperado de: <http://www.arbolapp.es/especies/ficha/nicotiana-glauca/>
- Chango, A. (2015). “EFECTO DE LA MOSTAZA CALIENTE EN SUELO HORTÍCOLA INFESTADO POR NEMATODOS.” Tesis.
- Corpeño, B. (2004). Manual del cultivo de tomate. *Inversión, Desarrollo Y Exportación de Agronegocios*.
- Curimilma, S. (2015). “CONTROL DEL NEMATODO AGALLADOR DE LAS RAÍCES DEL TOMATE *Meloidogyne incognita* (Kofoit and White, 1919) CON EXTRACTOS ESTANDARIZADOS DE TRES PLANTAS NATIVAS CON PROPIEDADES NEMATOCIDAS.”
- Díaz, G. (2010). *Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia*. (1. ed.). Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.

- Domenech, J.; Ramos, S.; Probanza, A.; Lucas, G. y Gutierrez, M. (2006). Elicitation of systemic resistance and growth promotion of *Arabidopsis thaliana* by PGPRs from *Nicotiana glauca*: A study of the putative induction pathway. *Plant and Soil*, 290(1–2), 43–50.
- Ecured. (2014). Copete o tagetes patula. Recuperado de: http://www.ecured.cu/Copete_o_tagetes_patula
- El heraldo. (2015, January 23). El Herald. Ambato. Recuperado de: <http://www.elheraldo.com.ec/index.php?fecha=2015-01-23&seccion=Ciudad¬icia=50288>
- Elicriso. (2015). Tagetes - Asteraceae - Como curar y cultivar las plantas de Tagetes. Recuperado de: http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/tagetes/
- GAD-Cunchibamba. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DESENTRALIZADO DE CUNCHIBAMBA DIAGNOSTICO, 229.
- Gómez, O. y Z. E. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1), 94–99.
- Guzmán, O., Castaño-Zapata, J. y Villegas, B. (2012). Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Revista Agronomía*, 20 (1), 38–50.
- Herrera, J.; Lucini, E.; Zunino, M.; Pizzolitto, R.; Dambolena, J. y Zygodlo, J. (2015). Essential oil of *Tagetes filifolia* against the flour beetle *Tribolium castaneum* and its relation to acetylcholinesterase activity and lipid peroxidation, 32(2), 113–121.
- INIAP. (2010). Guía de prospección y multiplicación de nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en Ecuador, 1ra Ed. Recuperado de: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/3274/1/iniapscD62.pdf>
- López, J.; Aymerich, B. y González, S. (2003). EFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD DESHIDROGENÁSICA Y LAS POBLACIONES DEL NEMATODO FITOPARÁSITO GLOBODERA. SU REPERCUSIÓN EN LA MEJORA DEL SUELO. *EDAFOLOGIA*, 10(2), 255–260.
- López, J. A. (2016). GANDÚL, TABACO MORUNO. *Nicotiana glauca*

[Solanaceae]. Región de Murcia. Recuperado de:
<http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,1050&r=ReP-30072>

DETALLE_REPORTAJESABUELO

- Melara, W. (1996). *Manejo de los plaguicidas botánicos* (1st ed.). Honduras: DPV-EAP. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4132/1/210908.pdf>
- Michels, L. (2011). Clasificación y propiedades de la Mostaza (*Sinapis alba*). Recuperado de: <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Semillas&s3=Mostaza>
- Molina. (2014). MÉTODO DE EMBUDO DE BAERMANN. Recuperado de: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fonz/fitonematologia/practicas/pract4.htm>
- Mondragó, J. (2009). *Nicotiana glauca*. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/nicotiana-glauca/fichas/ficha.htm>
- Montiel, M. y Reyes, A. (2009). *IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE NEMATODOS ASOCIADOS A DOS CULTIVOS DE LA FAMILIA SOLANACEAE Y VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS EN TOMATE CICLO AGRICOLA*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN.
- Murga, S.; Alvarado, J. y Vera, N. (2013). Efecto del follaje de *Tagetes minutas* sobre la nodulación radicular de *Meloidogyne incognita* en *Capsicum annuum*, en invernadero. *Revista Peruana de Biología*, 19(3), 257–260.
- Norña, J., Rodríguez, J., Guzmán, V., & Zapata, M. (2007). *Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. (CORPOICA-MANA-FAO). Bogotá.
- Ochoa, Y.; Cerna, E.; Landeros, J.; Hernández, S. y Delgado, J. (2012). Evaluación in vitro de la actividad antifúngica de cuatro extractos vegetales metanólicos para el control de tres especies de *Fusarium* spp. *Phyton (Buenos Aires)*, 81(1), 69–73.
- Pekker, I.; Alvarez, J. y Eshed, E. (2005). Cross Talk between Gibberellin and Cytokinin: The Arabidopsis GA Response Inhibitor SPINDLY Plays a Positive Role in Cytokinin Signaling. *THE PLANT CELL ONLINE*, 17(1), 92–102.
- Pérez, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V.; Argueta, Q. y Larín, M. (2002). Cultivo de tomate, 48. Recuperado de: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia>

- Perniola, O.; Staltari, S.; Chorzempa, S. y Molina, M. (2012). Biofumigación con Brassicáceas: actividad supresora sobre *Fusarium graminearum*. *Revista Facultad de Agronomía*, 111(1), 48–53.
- Pino, V. (2010). *Efecto de Extractos Vegetales en la Reducción Poblacional de Meloidogyne SPP*. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo.
- Quevedo, O.; Crozzoli, R. y P. G. (2010). USO DE EXTRACTOS ACUOSOS Y ETANÓLICOS DE PLANTAS PARA EL CONTROL DE MELOIDOGYNE ENTEROLOBII (NEMATODA:TYLENCHIDA). *Fitopatol*, 23 (2), 43–53.
- Ramos, S. (2012). *Principio de Arquimedes*. Cali. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/94366378/Informe-LAB-3-Principio-de-Arquimedes>
- Retuerto, R.; Rodríguez, S.; Fernández, B. y Obeso, J. (2003). Respuestas compensatorias de plantas en situaciones de estrés. *Ecosistemas*, 2003.
- Rodríguez, R. y M. (2001). Cultivo Moderno del tomate, 2ª. Ed.(Ediciones Mundi-Prensa.).
- Rosario, J. (2011). *Resistencia de Sinapis alba L. a herbicidas inhibidores de la ALS: bases agronómicas bioquímicas y moleculares*. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- Russo, R. (2010). PÉRDIDA DE DOMINANCIA. Recuperado de: <http://jardineriapampeana.blogspot.com/2010/10/perdida-de-dominancia.html>
- Rzedowski, G.C. y Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. (Instituto de Ecología, Ed.) (2a. Ed.). México.
- Salazar, W. y Guzmán, T. (2014). EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DE Quassia amara Y Brugmansia suaveolens SOBRE Meloidogyne sp. ASOCIADO AL TOMATE EN NICARAGUA. *Agronomía Mesoamericana*, 25(Instituto tecnológico de los Valles de Oaxaca. Oaxaca, México), 9.
- Solagro. (2017). Tomate - Lycopersicon esculentum. Recuperado de: <http://www.solagro.com.ec/web/cultdet.php?vcultivo=Tomate>
- Talavera, M. (2003). Manual de Nematología Agrícola–Introducción al Análisis y al Control Nematológico para Agricultores y Técnicas de Agrupaciones de Defensa Vegetal. *Institut de Recerca I Formació Agrària I Pesquera.*, 1–9.
- Trópicos. (2015). Tagetes patula L. Recuperado de: <http://www.tropicos.org/Name/2711174>
- Vargas, R. y Osorio, T. (2009). *Evaluación del suero láctico en el control de Oidium*

sp en tomate riñón (Lycopersicum sculentum) en cultivo bajo invernadero en Yaruquí, provincia de Pichincha. UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

Zavaleta, E. (2000). ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS Management Alternatives for Plant Diseases, 17(3), 7.

6.3. Anexos

Anexo 1. Número de nematodos a los 85 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	41	18	12	71	23,67
PbF ₂	38	41	27	106	35,33
ChF ₁	16	24	10	50	16,67
ChF ₂	44	40	38	122	40,67
MF ₁	10	17	19	46	15,33
MF ₂	28	18	13	59	19,67
Testigo	124	56	109	289	96,33

Anexo 2. Número de nematodos a los 170 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	7	4	8	19	6,33
PbF ₂	10	8	5	23	7,67
ChF ₁	9	6	10	25	8,33
ChF ₂	16	9	17	42	14,00
MF ₁	6	6	8	20	6,67
MF ₂	5	11	11	27	9,00
Testigo	117	109	80	306	102,00

Anexo 3. Número de agallas por raíz a los 85 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	7,25	1,75	5,38	14,38	4,79
PbF ₂	7,00	6,88	4,63	18,50	6,17
ChF ₁	5,63	3,25	4,00	12,88	4,29
ChF ₂	4,00	8,50	2,38	14,88	4,96
MF ₁	8,88	3,88	8,88	21,63	7,21
MF ₂	11,13	4,75	2,00	17,88	5,96
Testigo	15,13	22,63	13,25	51,00	17,00

Anexo 4. Número de agallas por raíz a los 170 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	5,50	1,38	3,38	10,25	3,42
PbF ₂	2,88	3,50	2,00	8,38	2,79
ChF ₁	3,25	3,00	2,63	8,88	2,96
ChF ₂	1,75	5,50	1,25	8,50	2,83
MF ₁	4,38	2,13	6,75	13,25	4,42
MF ₂	6,50	3,38	1,13	11,00	3,67
Testigo	18,63	25,75	14,00	58,38	19,46

Anexo 5. Volumen de raíz a los 85 días (cm³).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	46,25	60,63	59,38	166,25	55,42
PbF ₂	67,50	50,38	66,25	184,13	61,38
ChF ₁	51,25	49,38	53,13	153,75	51,25
ChF ₂	50,63	53,75	43,75	148,13	49,38
MF ₁	58,75	60,00	65,00	183,75	61,25
MF ₂	53,75	54,38	46,88	155,00	51,67
Testigo	57,50	65,00	51,25	173,75	57,92

Anexo 6. Volumen de raíz a los 170 días (cm³).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	56,3	77,50	68,13	201,88	67,29
PbF ₂	75,63	65,00	84,38	225,00	75,00
ChF ₁	66,25	59,38	68,13	193,75	64,58
ChF ₂	74,38	67,50	57,50	199,38	66,46
MF ₁	73,13	75,00	85,00	233,13	77,71
MF ₂	77,50	71,25	61,25	210,00	70,00
Testigo	66,25	71,25	60,63	198,13	66,04

Anexo 7. Longitud de tallo a los 85 días (cm).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	91,00	125,50	118,75	335,25	111,75
PbF ₂	126,00	117,38	118,75	362,13	120,71
ChF ₁	115,00	122,50	118,63	356,13	118,71
ChF ₂	125,38	106,63	116,00	348,00	116,00
MF ₁	120,50	120,25	112,13	352,88	117,63
MF ₂	103,50	118,13	115,38	337,00	112,33
Testigo	117,50	118,50	119,88	355,88	118,63

Anexo 8. Longitud de tallo a los 170 días (cm).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	188,13	246,50	213,88	648,50	216,17
PbF ₂	237,25	231,75	250,38	719,38	239,79
ChF ₁	221,75	236,25	237,50	695,50	231,83
ChF ₂	251,38	198,63	233,38	683,38	227,79
MF ₁	230,25	251,00	209,00	690,25	230,08
MF ₂	208,13	226,25	194,50	628,88	209,63
Testigo	238,88	226,50	219,50	684,88	228,29

Anexo 9. Diámetro de tallo a los 85 días (cm).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	0,93	1,03	1,11	3,06	1,02
PbF ₂	1,03	1,11	1,00	3,14	1,05
ChF ₁	1,14	1,08	1,09	3,30	1,10
ChF ₂	1,11	1,11	1,01	3,24	1,08
MF ₁	0,91	1,10	1,10	3,11	1,04
MF ₂	1,06	1,08	1,20	3,34	1,11
Testigo	1,01	1,13	1,04	3,18	1,06

Anexo 10. Diámetro de tallo a los 170 días (cm).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III		
PbF ₁	1,43	1,51	1,56	4,50	1,50
PbF ₂	1,54	1,54	1,59	4,66	1,55
ChF ₁	1,60	1,49	1,56	4,65	1,55
ChF ₂	1,55	1,55	1,48	4,58	1,53
MF ₁	1,49	1,65	1,56	4,70	1,57
MF ₂	1,45	1,51	1,55	4,51	1,50
Testigo	1,49	1,66	1,49	4,64	1,55

Anexo 11. Fotografías.

Ubicación, división de las parcelas y toma de muestras de suelo.



Análisis de suelo



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR



Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Datos del cliente:

NOMBRE:	Luis Fernando Chango	COD. LAB	141 2017
ATENCION:		MUESTRA:	Suelo
DIRECCIÓN:	Ambato	MATRIZ :	S
PROVINCIA:	Tungurahua	ANALISIS:	Completo
CANTÓN:	Ambato		
Datos de la muestra:			
		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	06/05/2017
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Luis Chango		INGRESO AL LAB. :	08/05/2017
LOTE:		SALIDA:	:12/05/2017
CULTIVO ANTERIOR:			
CULTIVO ACTUAL:			

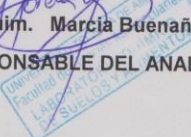
ANALISIS	Unidad	Valor	Nivel
suelo:agua 1:2,5		7,80	L AL
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	1,56	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	9,0	A
N - TOTAL	ppm	67,5	A
P	ppm	335	A
K	meq/100 g	7,7	A
Ca	meq/100 g	17	A
Mg	meq/100 g	6	A
Cu	ppm	5	A
Mn	ppm	20	A
Zn	ppm	18	A
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	1	B
Ca+Mg/K	meq/100 g	3	B

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño

RESPONSABLE DEL ANALISIS



Siembra de las plántulas de tomate riñón



Preparación de extractos



Pesado de las plantas de palo bobo, clavel chino y mostaza



Licuada de las plantas.



Envasado de los extractos vegetales



Aplicación de los extractos vegetales según las frecuencias de aplicación.

Toma de datos



Longitud de tallo



Diámetro de tallo



Número de agallas por raíz



Volumen de la raíz

Conteo de nematodos



Armazón del equipo de filtración de nematodos



Pesaje de 100 g de suelo



Observación y contabilización de los nematodos



Nematodo identificado y controlado *Meloidogyne incognita*

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. TÍTULO

Aplicación de extractos vegetales de Palo bobo y Mostaza en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) para el control de nematodos con frecuencias de 20 días.

7.2. DATOS INFORMATIVOS

La parroquia Cunchibamba que se encuentra ubicada al norte del cantón Ambato, en la provincia de Tungurahua, con una altitud de 2680 msnm, los suelos son de textura limosa, franco limoso, franco arcillo con pH de 6,6 a 7,7, la fluctuación de la temperatura es de 6 °C a 20 °C.

7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los mejores resultados obtenidos de la aplicación de los extractos vegetales fueron a los 85 (DDT) el tratamiento MF₁ (Mostaza, Frecuencia de 20 Días) con un promedio de 15,33 nematodos en 100 g de suelo y a los 170 (DDT) el mejor tratamiento es PbF₁ (Palo bobo, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 6,33 nematodos en 100 g de suelo, los mismos que controlaron en gran mayoría los nematodos del cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

7.4. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador el cultivo de tomate riñón bajo invernadero es de gran importancia en la Sierra central, especialmente en varias zonas de la provincia de Tungurahua como es en el cantón Ambato y Patate en donde se encuentra el 60% de la producción (Solagro, 2017).

El presente trabajo se realizó debido a que en la actualidad se practica agricultura convencional y existe gran cantidad de contaminación en el ambiente debido a la utilización de productos químicos en el control de nematodos por parte de los agricultores, por ende se aplicó extractos vegetales que son alternativas en el control de nematodos, los mismo que será utilizados por los agricultores y disminuirán el uso de agroquímicos. Por esta razón se utilizó extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos, que harían las veces de nematicidas para el manejo de este cultivo; con lo cual se pretende probar estos extractos para el control de nematodos del suelo en el cultivo, ya que poseen metabolitos secundarios, los mismos que son antagónicos con los nematodos además que actúan de contacto o veneno estomacal.

7.5. OBJETIVO

Aplicar extractos vegetales de Palo bobo y Mostaza en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) para el control de nematodos con frecuencias de 20 días.

7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La principal razón para aplicar los extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*) y mostaza (*Sinapis alba*), ya que ayudan la disminución de la población de nematodos en el cultivo de tomate riñón, es factible efectuar, son de bajo costo, ecológicos y para el beneficio de los agricultores.

7.7. FUNDAMENTACIÓN

La producción de tomate riñón libre de nematicidas químicos aplicando extractos vegetales, es por esto que se realiza esta propuesta a los agricultores. La aplicación de extractos vegetales, hoy en día es una alternativa para control de nematodos del suelo porque permite conservar la microbiología del suelo, además que no son tóxicos para la salud humana, ofreciendo así productos sanos a los productores. Conocemos que los extractos vegetales en este caso de palo bobo y mostaza harían las veces de nematicidas para el manejo del cultivo, ya que poseen metabolitos secundarios, los mismos que son antagónicos con los nematodos además que actúan

de contacto o veneno estomacal, siendo necesario la utilización de estos productos para no contaminar el ambiente y aumentar la microbiología del suelo.

7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Preparación de la parcela experimental

- Abonado
- Arado
- Preparación de las camas
- Nivelación de las camas

Transplante

Se realiza el transplante utilizando el método de tres bolillos con una distancia de siembra de 0,30 * 0,30 m, 30 días después de la preparación de las camas.

Obtención y aplicación de los extractos vegetales

- Recolectar hojas, tallos, flores de dos especies vegetales (Palo bobo y mostaza).
- Pesar 396 gramos del material vegetal verde.
- En 1320 ml de agua triturar el material vegetal verde en una licuadora durante 5 minutos.
- Filtrar el extracto en una tela limpia, para así evitar la contaminación y el paso de residuos de los vegetales.
- Los extractos vegetales obtenidos serán al 30%.
- Se aplicaran 10 ml por planta.
- Aplicar con la ayuda de una bomba a mochila, cada 20 días.
- Los extractos se aplicaran a las raíces del tomate riñón.

Deshierba

Las deshierbas se realizan de forma manual cada 35 días luego del transplante.

Riego

Aplicar por goteo durante el lapso de 15 minutos cada 7 días durante 90 días; de ahí en adelante se aplicará el riego cada 15 días por los mismos 15 minutos.

7.9. ADMINISTRACIÓN

Este proyecto estará dirigido por la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente por la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes brindaran apoyo técnico a los agricultores de la zona de Cunchibamba.

7.10. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La aplicación de extractos vegetales en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), se realizará una encuesta a los productores de tomate riñón en zona de Cunchibamba donde se realizó la investigación, con el fin de aplicar los extractos vegetales con frecuencias de 20 días, los mismo que disminuyen la población de nematodos.