



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIOS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”.**

**Proyecto de Investigación presentado previo a la  
obtención del Título de Ingeniero Agrónomo**

**AUTOR:**

Chimba Taipe William Stalin

**TUTOR:**

Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg.

Latacunga – Ecuador

Febrero – 2020

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo **CHIMBA TAIPE WILLIAM STALIN** con C.C. **050378378-9** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”**, siendo el **ING. Mg. KLEVER MAURICIO QUIMBIULCO SANCHEZ**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....  
**Chimba Taipe William Stalin**

**C.I. 0503783789**

.....  
**Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez**

**C.I. 1708561102**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHIMBA TAIPE WILLIAM STALIN**, identificada/o con **C.C. N° 050378378-9**, de estado civil **soltero** y con domicilio en la ciudad de Salcedo, parroquia San Miguel, barrio Salache San José a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

### **ANTECEDENTES:**

**CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - **SEPTIEMBRE 2014– FEBRERO 2020.**

**OCTUBRE\_2019\_MARZO\_2020**

Aprobación CD. – **15 DE NOVIEMBRE\_2019**

Tutor. – **ING. Mg. KLEVER MAURICIO QUIMBIULCO SANCHEZ**

Tema: **“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA. -** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA. -** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. -** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma

exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga..., a los.... días del mes de febrero del 2020.

.....

Chimba Taipe William Stalin  
**EL CEDENTE**

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

Latacunga, 7 de febrero del 2020

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”,** de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

.....  
Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez

**CC:170956110-2**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”,** de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

.....  
**Lector 1 (Presidente)**

Ing. Mg. Paolo Chasi

CC:0502409725

.....  
**Lector 2**

Ing. Mg. Edwin Chancusig. PhD.

CC: 0501148837

.....  
**Lector 3**

Ing.Thalia Morales PhD.

CC: 0151839024

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi Dios, por haberme dado la bendición más grande que es la vida, así como también la sabiduría, el entendimiento y la perseverancia necesaria para superar cada uno de los obstáculos logrando así, el haber terminado mi formación profesional como Ingeniero Agrónomo.*

*Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a todas las Autoridades que dirigen esta Institución; así como a todos y cada uno de los Docentes que me impartieron las diferentes asignaturas durante el desarrollo del pensum de la carrera de Ingeniería Agronómica.*

*A mi Tutor, Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez al guiarme durante todo el proceso de elaboración de este Trabajo de Graduación, por su valioso apoyo y consejos, principalmente por su paciencia para conmigo y agradezco a mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación profesional.*

*A mis Padres, Juan Elías Chimba y María Rosa Taipe por todo su amor, cariño, comprensión y dedicación, el haberme formado en los valores éticos y morales, por estar siempre a mi lado apoyándome y guiándome durante todo el camino.*

*Igualmente deseo expresar, un profundo agradecimiento de gratitud a mis amigos y amigas de la Universidad, quienes además de brindarme su amistad, me alentaron siempre a seguir adelante.*

**CHIMBA TAIPE WILLIAM STALIN**



## **DEDICATORIA**

*A mi Tutor Ing. Mg. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez por sus conocimientos, sus consejos, su sinceridad, profesionalismo, así Como por su disposición incondicional de enseñarme y conducirme Durante Este trayecto Como profesional, hasta Haber culminado Este Trabajo de Graduación.*

*De forma especial quiero dedicar a mis padres Juan Elías Chimba y María Rosa Taipe, los cuales son fuente de inspiración y de orgullo. Unas personas dedicadas y las cuales me han motivado siempre a seguir adelante, superando cada obstáculo que pueda presentarse; desarrollando en mí, fuertes valores espirituales, morales y éticos.*

*A mis hermanos Byron y Alex, y mis hermanas Lorena, Paulina, Leticia y Dayana por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera me han apoyado, les agradezco inmensamente el tiempo compartido, la dedicación y conocimiento que me brindaron para la culminación de este Trabajo de Graduación.*

**CHIMBA TAIPE WILLIAM STALIN**

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**TITULO: “EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”.**

**Autor:** Chimba Taipe William Stalin

### **RESUMEN**

Los nematodos noduladores de raíces en especial los del género *Meloidogyne* son considerados los fitoparásitos más importantes debido a su impacto en cultivos de importancia económica. En el presente estudio se evaluó la efectividad del extracto acuoso a base de semillas de higuierilla (*R. communis* L.) como método de control de nematodos de tomate (*S. lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio. La metodología utilizada implicó utilizar de muestras de raíz con nódulos que fueron recolectados en invernaderos sembrados con tomate de riñón.

Para la obtención del extracto acuoso se aplicó el protocolo descrito por (López, 2011) y (Sabillón y Bustamante, 1995), a esto se le suma las modificaciones sugeridas por (Quimbiulco y Chimba 2019) las cuales fueron probadas y validadas en esta investigación.

Para la extracción de nematodos se aplicó el protocolo descrito por (Pérez, 2017), a esto se le suma las modificaciones sugeridas por (Quimbiulco y Chimba 2019), las cuales fueron probadas y validadas en esta investigación.

El manejo del experimento se realizó en laboratorio con un arreglo factorial (A\*B\*C) en DBCA. Como factor A los nematicidas con dos niveles, Orgánico comercial Nemaquill (N) y extracto acuoso de Higuierilla (H), como factor B, la población de nematodos en dos niveles poblacionales, media (PM) y alta (PA) considerados en 100 g de raíz y el factor C, las dosis de aplicación 3, 5 y 7 cc/ litro respectivamente.

Como resultado tenemos que el extracto de higuierilla en dosis de 7cc/litro si presenta efectividad para controlar nematodos en condiciones de laboratorio durante las primeras 18 horas, recomendamos realizar el mismo ensayo como segunda fase en condiciones de campo para evaluar el control de nematodos en el cultivo de tomate de riñón.

**Palabras clave:** fitoparásitos, Protocolo, ricina, ácido ricinoléico.

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

**THEME: “EVALUATION OF THE WATERY EXTRACT BASED ON SEEDS OF HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) AS A METHOD OF CONTROL OF NEMATODES IN TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) UNDER LABORATORY CONDITIONS”.**

**Author:** Chimba Taipe William Stalin

### ABSTRACT

Root nodulating nematodes, especially those of the genus *Meloidogyne*, are considered the most important phytoparasites because of their impact on economically important crops. In the study was evaluated the effectiveness of aqueous extract based on seeds higuierilla (*R. communis* L.) as a control method for tomato nematodes (*S. lycopersicum* L.) under laboratory conditions. For the methodology it was used nodular root samples that were collected in greenhouses planted with tomatoes.

To obtain the aqueous extract, it was applied the protocol described by (López, 2011) and (Sabillón and Bustamante, 1995) in addition to the modifications suggested by (Quimbiulco and Chimba 2019) were tested and validated in this investigation.

For the extraction of nematodes it was applied the protocol described by (Pérez, 2017) in addition to the modifications suggested by (Quimbiulco and Chimba 2019), were taken into account and they were tested and validated inside of this research.

The experiment was conducted in the laboratory with a factorial arrangement (A\*B\*C) at DBCA. As factor A the nematicides with two levels, commercial organic Nemaquill (N) and aqueous extract of Higuierilla (H), as factor B, the population of nematodes in two population levels, medium (PM) and high (PA) considered in 100 g of root and the factor C, the application rates 3, 5 and 7 cc/ liter respectively.

The result showed that fig extract at a dose of 7cc/litre dose presents effectiveness to control nematodes under laboratory conditions during the first 18 hours. It is recommend to perform the same assay as second phase under field conditions to evaluate the control of nematodes in tomato crop.

**Keywords:** phytoparasites, protocol, ricin, ricinolenic acid.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	VI
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
DEDICATORIA .....	IX
1. Información general.....	1
2. Justificación del proyecto .....	3
3. Beneficiarios del proyecto de investigación .....	4
4. El problema de investigación.....	5
5. Objetivos:.....	6
5.1. Objetivo General.....	6
5.2. Objetivos específicos .....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA. ....	10
7.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE.....	10
7.1.1. Taxonomía .....	10
7.1.2. Características morfológicas.....	10

7.1.3. Principales daños en el cultivo de tomate de riñón .....	11
7.1.4. Daños Microbiológicos .....	12
7.1.5. Daños indirectos.....	12
7.2. CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS NEMATODOS .....	13
7.2.1. Nematodo del género <i>Meloidogyne incognita</i> .....	14
7.2.2. Taxonomía .....	14
7.2.3. Ciclo biológico.....	14
7.2.4. Importancia económica.....	16
7.2.5. Daños ocasionados por nematodos del género <i>M. incognita</i> .....	16
7.2.6. Estrategias para el control de nematodos fitoparásitos .....	16
7.2.7. Factores que afectan el desarrollo de los nematodos .....	17
7.3. RICINO O HIGUERILLA.....	19
7.3.1. Características botánicas .....	19
7.3.2. Taxonomía .....	19
7.3.3. Descripción botánica.....	20
7.3.4. Polinización.....	21
7.3.5. Habito de crecimiento .....	22
7.3.6. Descripción de Variedades .....	22
7.3.7. Variedades de ( <i>R. communis</i> ) en Ecuador. ....	23
7.3.8. Recolección y conservación de la semilla .....	24
7.3.9. Toxicidad y Usos de la higuera .....	24

7.3.10. Estructura Química .....	24
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	26
8.1. Hipótesis alternativa.....	26
8.2. Hipótesis nula.....	26
8.3. Operacionalización de variables .....	26
8.4. Dato a evaluar .....	27
8.4.1. Porcentaje de mortalidad de nematodos (PMN) .....	27
8.4.2. Criterio de muerte .....	27
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
9.1. Ubicación del experimento .....	28
9.2. Modalidad básica de investigación .....	28
9.2.1. De Laboratorio .....	28
9.2.2. De Campo .....	28
9.2.3. Bibliográfica .....	28
9.3. Tipo de Investigación.....	28
9.3.1. Descriptiva .....	28
9.3.2. Experimental .....	29
9.3.3. Cuantitativa .....	29
9.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	29
9.4.1. Observación .....	29
9.4.2. Registro de datos.....	29

9.5. Diseño experimental .....	29
9.5.1. FACTORES EN ESTUDIO:.....	29
9.5.2. Codificación de tratamientos .....	30
9.6. Análisis estadístico.....	30
9.6.1. Análisis funcional .....	31
9.7. Características de la unidad experimental.....	31
9.8. Manejo específico del experimento. ....	32
9.8.1. Fase en campo:.....	32
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	46
11. IMPACTOS .....	67
12. PRESUPUESTO .....	68
13. CONCLUSIONES .....	70
14. Bibliografía .....	73
15. Anexos .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Taxonomía del cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ).....	10
<b>Tabla 2:</b> Principales plagas del tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ). .....	11
<b>Tabla 3:</b> Principales enfermedades del tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ). .....	11
<b>Tabla 4:</b> Clasificación taxonómica de <i>Meloidogyne incognita</i> . .....	14
<b>Tabla 5:</b> Descripción taxonómica de la especie <i>Ricinus communis</i> L. ....	19
<b>Tabla 6:</b> Características agronómicas y rendimientos de siete variedades de higuera. ....	23
<b>Tabla 7:</b> Moléculas presentes en las semillas de la higuera con actividad biológica contra insectos.....	25
<b>Tabla 8:</b> Codificación de los tratamientos. ....	30
<b>Tabla 9:</b> Diseño del esquema del ADEVA. ....	31
<b>Tabla 10:</b> Escala de severidad de Miller. ....	32
<b>Tabla 11:</b> Escala de severidad de nematodos en 100 gr de raíz.....	32
<b>Tabla 12:</b> Escala de nodulación del Proyecto Internacional <i>Meloidogyne</i> (PIM). ....	40
<b>Tabla 13:</b> Población de nematodos en un gramo de suelo.....	52
<b>Tabla 14:</b> Población de nematodos en un mililitro de solución nutritiva. ....	52
<b>Tabla 15:</b> Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación ADEVA.....	53
<b>Tabla 16:</b> TUKEY al 5% para el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.....	54
<b>Tabla 17:</b> TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.....	56
<b>Tabla 18:</b> Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación ADEVA.....	57
<b>Tabla 19:</b> TUKEY al 5% para el % de mortalidad a las 18 horas de aplicación. ....	58



<b>Tabla 20:</b> TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación.....	59
<b>Tabla 21:</b> Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación ADEVA.....	60
<b>Tabla 22:</b> TUKEY al 5% para el % de mortalidad a las 24 horas de aplicación.....	61
<b>Tabla 23:</b> TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación.....	62
<b>Tabla 24:</b> TUKEY al 5% para tratamientos con mejor porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Morfología de un nematodo.....	13
<b>Figura 2:</b> Ciclo biológico del género <i>Meloidogyne</i> .....	15
<b>Figura 3:</b> Descripción bromatológica de la semilla de higuera.....	25
<b>Figura 4:</b> Proceso de estabilización del molino.....	38
<b>Figura 5:</b> Obtención de la pasta de higuera.....	38
<b>Figura 6:</b> Proceso de pesado de pasta de higuera.....	38
<b>Figura 7:</b> Formulación de concentraciones.....	39
<b>Figura 8:</b> Proceso de eliminación de impurezas.....	39
<b>Figura 9:</b> Obtención y rotulación del extracto.....	39
<b>Figura 10:</b> Obtención de muestras de raíz afectadas.....	43
<b>Figura 11:</b> Selección de raíz con nodulación grado 2.....	43
<b>Figura 12:</b> Proceso de limpieza de raíz.....	43
<b>Figura 13:</b> Proceso de pesar raíz con la ayuda de una gramera digital.....	44
<b>Figura 14:</b> proceso de maceración de raíz.....	44
<b>Figura 15:</b> Recolección de solución que contiene los nematodos.....	44
<b>Figura 16:</b> Proceso de establecimiento de solución sobre el porta objetos.....	45
<b>Figura 17:</b> Esquema de conteo en Zigzag.....	45
<b>Figura 18:</b> Proceso de conteo de nematodos.....	45
<b>Figura 19:</b> <i>Ricinus communis</i> L. variedad Ecuatoriana Blanca.....	46
<b>Figura 20:</b> descripción de la raíz.....	46
<b>Figura 21:</b> Descripción del tallo.....	47
<b>Figura 22:</b> Descripción de hojas.....	47
<b>Figura 23:</b> Descripción de flores.....	47
<b>Figura 24:</b> Descripción de frutos.....	48

<b>Figura 25:</b> Descripción de semillas. ....	48
<b>Figura 26:</b> Proceso de herborización .....	49
<b>Figura 27:</b> Composición garantizada de Nemaquill Orgánico descrita por Arvensis. ....	50
<b>Figura 28:</b> Secuencia de conteo poblacional de nematodos fitoparásitos dentro de un porta objetos. ....	52
<b>Figura 29:</b> Análisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación. ....	55
<b>Figura 30:</b> Análisis de medias de los nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación. ....	56
<b>Figura 31:</b> Análisis de medias de los tratamientos en él % de mortalidad a las 18 horas de aplicación. ....	58
<b>Figura 32:</b> Análisis de medias de los nematicidas en él % de mortalidad a las 18 horas de aplicación. ....	59
<b>Figura 33:</b> Análisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación. ....	61
<b>Figura 34:</b> Análisis de medias de los nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación. ....	62
<b>Figura 35:</b> Análisis de medias de los tratamientos en él % de mortalidad a las 5 horas de aplicación. ....	63
<b>Figura 36:</b> Análisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación. ....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Aval de inglés. ....	81
<b>Anexo 2:</b> Formato Excel para recolección de datos evaluados. ....	82
<b>Anexo 3:</b> Promedio de mortalidad a las 5 horas después de la aplicación de nematicidas. ....	83
<b>Anexo 4:</b> Promedio de mortalidad a las 18 horas después de la aplicación de nematicidas. ..	84
<b>Anexo 5:</b> Promedio de mortalidad a las 18 horas después de la aplicación de nematicidas. ..	85
<b>Anexo 6:</b> Informe de análisis cromatográfico de la semilla de higuera. ....	86
<b>Anexo 7:</b> Ficha técnica de Nemaquill orgánico .....	87
<b>Anexo 8:</b> Recolección de muestras de raíz. ....	88
<b>Anexo 9:</b> Limpieza de raíz de tomate. ....	88
<b>Anexo 10:</b> Selección de nódulos de raíz. ....	88
<b>Anexo 11:</b> Recolección de semillas de Higuera. ....	89
<b>Anexo 12:</b> Proceso de pesado de la pasta de Higuera. ....	89
<b>Anexo 13:</b> Proceso de Herborización de la muestra. ....	89
<b>Anexo 14:</b> Proceso de formulación de emulsiones. ....	90
<b>Anexo 15:</b> Obtención del extracto. ....	90
<b>Anexo 16:</b> Observación de nematodos en el microscopio. ....	90
<b>Anexo 17:</b> Almacenamiento de muestras a evaluar. ....	91
<b>Anexo 18:</b> Obtención de materiales de laboratorio. ....	91
<b>Anexo 19:</b> Elaboración de extractos. ....	91

## **1. INFORMACIÓN GENERAL.**

### **Título del proyecto**

“Evaluación del extracto acuoso a base de semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) como método de control de nematodos en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio”.

### **Fecha de inicio:**

Octubre del 2019

### **Fecha de finalización:**

Enero 2020.

### **Lugar de ejecución:**

Laboratorio de Agronomía de la Facultad CAREN-Eloy Alfaro–Cantón Latacunga–Provincia de Cotopaxi

### **Facultad Académica que auspicia**

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

### **Equipo de Trabajo:**

Responsable del Proyecto:

**TUTOR:** Ing. Mg. Klever Quimbiulco.

**Lector 1.** Ing. Mg. Paolo Chasi

**Lector 2.** Ing. Mg. Edwin Chancusig PhD.

**Lector 3.** Ing. Thalia Morales PhD.

**Coordinador del Proyecto.**

Nombre: Chimba Taipe William Stalin

Teléfono: 0995797513

Correo electrónico: [wiliamstalinchimba@gmail.com](mailto:wiliamstalinchimba@gmail.com)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura-Agricultura, Silvicultura, Pesca- Producción agropecuaria

**Línea de investigación:**

**Línea 2:** Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Producción Agrícola Sostenible.

**Línea de vinculación**

Gestión de recursos naturales biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las zonas con mayores áreas de producción de tomate riñón en el Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2004), son Guayas con 1453 ha, luego le siguen las provincias de Carchi con 917 ha y Loja con 710 ha. Se considera además que a nivel país el promedio nacional está alrededor de 28,8 t.ha<sup>-1</sup>, este hecho ha fundamentado que la producción y el rendimiento se encuentra severamente afectado por el ataque de nematodos fitoparásitos específicamente del género *Meloidogyne incognita* (Cantuña, 2013).

Actualmente se ha visto la necesidad de disponer de productos de naturaleza orgánica, para establecer de un programa de rotación que erradique o disminuya la población de nematodos en el suelo, ya que el daño principal que ocasiona esta plaga se encuentra relacionado con la nutrición de la planta por que el sistema radicular es afectado en su totalidad (Alarcón, 2018)

Según (Pérez, 2011). El ataque progresivo de nematodo genera una baja producción del 14 al 44 % hasta casos más severos que se ubican entre 90-100%, el control se lo realiza con productos químicos los cuales han provocado resistencia del individuo y daños al ecosistema. De manera similar, en Ecuador el control de nematodos fitoparásitos se lo realiza mediante la aplicación de productos tales como Furadan y Nematicur, sin embargo, estos producen un control parcial, temporal y adicionalmente ocasionan elevación de los costos de producción, afecta la salud humana y contamina el ambiente (FAO, 2013).

El resultado de esta investigación proporciona a los productores de tomate de riñón información sobre la eficiencia del nematicida orgánico a base de semillas de higuera, permitiendo reducir la población de nematodos a niveles que no afecten drásticamente al cultivo e incentivar el uso de nematicidas de procedencia orgánica como alternativa para controlar estos parásitos sin afectar el ecosistema y la salud humana.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto tiene como beneficiario directo al autor estudiante de la carrera Ingeniería Agronómica y como beneficiarios indirectos a los señores productores de tomate de riñón en pequeña y gran escala ya que la evaluación del extracto acuoso a base de semillas de higuierilla para el control de nematodos en tomate estará considerada como la apertura de una investigación encaminada a secuencia practica en campo, de tal modo que su investigación a fondo tiene como finalidad promover alternativas para orgánicas para controlar de manera más segura la incidencia de plagas en cultivos de gran interés económico, además promoverá la producción del cultivo de higuierilla en mayor escala y que et también pueda generar empleo a las personas del sector campesino.

La provincia de Cotopaxi debido a que está considerado como productor de tomate a nivel nacional con ello aportamos con más alternativas para el control de nematodos asociados especialmente al cultivo tomatero. Los productores obtendrán un fruto con mejores características, sano y de buena calidad y sobre todo libre de contaminación para que se pueda comercializar.



#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En Ecuador la especie de nematodo *Meloidogyne* se encuentra en todas las plantaciones hortícolas (INIAP, 1996), ocasionando un promedio del 70% de pérdidas y reduce significativamente la vida útil del cultivo de tomate, (Lorenzo, 2011). A más del daño que el nematodo causa al cultivo de tomate de manera individual, éste daño se incrementa cuando el parásito interacciona con otros organismos como hongos y bacterias (INIAP, 1996).

Para proteger el cultivo de tomate del ataque de este nematodo, el 95 a 100% de agricultores tomateros del Ecuador venían usando uno o dos de los siguientes productos de origen químico: Furadan, Mocap, Temik, Namacur, Vydate, Bólido y Huracán, de los cuales, el primero fue el más usado (Coloma, 2017).

En la actualidad, el método de control químico se ha tornado necesario para el control de esta plaga. Sin embargo, su adquisición se ha vuelto difícil por el alto costo y grado de toxicidad debido a que representa peligro para el ambiente y la salud humana (INIAP, 1996).

Para ello, la alternativa más adecuada para su control, es identificar métodos que ayuden a desarrollar un sistema de manejo integrado donde involucre a los productos de naturaleza orgánica dentro de programas de control de plagas (Coloma, 2017).

Con este fin la presente investigación, está enfocada a evaluar la efectividad del extracto acuoso a base de semillas de higuera como un producto de naturaleza orgánica y que pueda reemplazar el uso de productos convencionales para el control de nematodos.

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1. Objetivo General**

- Evaluar la efectividad del extracto acuoso a base de semillas de higuerilla (*Ricinus communis* L.) como método de control de nematodos en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar botánicamente la materia prima utilizada para la elaboración del extracto acuoso.
- Establecer un protocolo para elaborar extractos acuosos a partir de material vegetal.
- Establecer un protocolo de extracción y conteo poblacional de nematodos fitoparásitos.
- Determinar la dosis del extracto que presente mayor efectividad para controlar nematodos fitoparásitos bajo condiciones de laboratorio.
- Establecer costos de producción del extracto acuoso.

**6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS  
PLANTEADOS.**

<b>Objetivo 1</b>	<b>actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Caracterizar botánicamente la materia prima utilizada para la elaboración del extracto acuoso.	<p><b>1.1</b> Identificación de especies de Higuera (<i>Ricinus communis</i> L.).</p> <p><b>1.2</b> Establecimiento del lugar para la recolección de semillas.</p> <p><b>1.3</b> Preparación de muestras en el laboratorio</p> <p><b>1.4</b> Recolección de muestras y herborización.</p>	<p>Información taxonómica de la especie (<i>Ricinus communis</i> L.).</p> <p>Técnica para la obtención de semillas.</p> <p>Ficha de información de la especie.</p>	<p>Fotografías e informe</p> <p>Protocolo</p> <p>Montaje y Libro de campo</p>
<b>Objetivo 2</b>	<b>actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Establecer un protocolo para elaborar extractos acuosos a partir de material vegetal.	<p><b>2.1</b> Obtención de materia prima y materiales necesarios para la elaboración de extracto.</p> <p><b>2.2</b> Evaluación de procesos para la obtención del extracto.</p> <p><b>2.3</b> Formulación de emulsiones concentradas que serán evaluadas dentro de la investigación</p>	<p>Tabla de materiales y costos de elaboración.</p> <p>Guía para la elaboración de extractos.</p> <p>Concentraciones de nematicidas</p>	<p>Informe de costos de producción</p> <p>Protocolo</p> <p>Fotografías Y Nematicida</p>

<b>Objetivo 3</b>	<b>actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Establecer un protocolo de extracción y conteo poblacional de nematodos fitoparásitos.	<p><b>3.1</b> Selección de muestras que van planta que va a ser utilizadas en el estudio.</p> <p><b>3.2</b> Establecimiento de materiales necesarios para la extracción de nematodos.</p> <p><b>3.3</b> Evaluación de técnicas para la extracción de nematodos.</p> <p><b>3.4</b> Obtención nematodos fitoparásitos vivos.</p>	<p>Descripción del material vegetal a emplearse en el estudio.</p> <p>Tabla o cuadro de costos de materiales.</p> <p>Pasos para la extracción y conteo de nematodos.</p>	<p>Fotografías e Informe</p> <p>Cuadro de costos</p> <p>Protocolo</p>
<b>Objetivo 4</b>	<b>actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Determinar la dosis del extracto que presente mayor efectividad para controlar nematodos fitoparásitos bajo condiciones de laboratorio.	<p><b>4.1</b> Obtención del nematicida a base de higuerrilla con tres diferentes tipos de concentraciones.</p> <p><b>4.2</b> Evaluación de diferentes tipos de concentraciones frente al nematicida convencional.</p> <p><b>4.3</b> Evaluación de efectividad de los nematicidas.</p> <p><b>4.4</b> Formulación de emulsiones con mayor eficacia frente a nematodos fitoparásitos</p>	<p>Obtención de nematicidas con diferentes dosis a evaluar.</p> <p>Tabla o cuadro de información obtenidos tras la evaluación</p> <p>Análisis de datos informativos de la eficacia y rendimiento de los dos tipos de nematicidas</p>	<p>Fotografías informe</p> <p>Libro de campo</p> <p>Datos informativos en Excel</p> <p>Curvas de mortalidad.</p>

<b>Objetivo 5</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Establecer costos de producción del extracto acuoso.	<p><b>5.1</b> Obtención de materiales necesarios para ejecutar la investigación.</p> <p><b>5.2</b> Evaluación de procesos que impliquen mejores resultados en cuanto a control de nematodos en tomate.</p>	<p>Tabla o cuadro del consto beneficio.</p> <p>Informe total de costos invertidos</p>	<p>Fotografías</p> <p>informe</p>

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

### 7.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE

Tomate de riñón (*Solanum lycopersicum* L.), es la hortaliza más popular en gran parte del mundo y de muy buen coste monetario. Su pedido crece consecutivamente y con ella su cultivo, fabricación y venta. El aumento anual de la producción ya en estos años se debe especialmente al aumento en la ganancia y en menor compensación al aumento del área cultivada

Aquí en Ecuador la obtención del cultivo se localiza en cerca de 50.000 toneladas por año en donde Imbabura está considerada como la provincia que más produce este tipo de vegetal, seguida del Carchi con una producción alrededor de 3000 toneladas por año, en donde solo la producción de este cultivo abarca 2000 naves bajo cubierta, ya que las facilidades que presenta este cultivo son en especial su fácil manejo y el mejor control de plagas que afecten a este cultivo

#### 7.1.1. Taxonomía

**Tabla 1:** Taxonomía del cultivo de tomate (*S. lycopersicum*).

Reino	Plantae
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>lycopersicum</i>

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Molina, Verón, & Altamirano, 2010)

#### 7.1.2. Características morfológicas

Esta hortaliza perenne es cultivada como anual en donde tiene la capacidad de desarrollarse como una planta firme, rastrera o semirrecta, el desarrollo es limitado de acuerdo a sus variedades definitivas, de lo contrario es ilimitado en variedades indeterminadas. El ciclo de existencia de este cultivo alcanza cuatro fases: plántula, vegetativa, floración, y fructificación (Molina, Verón, & Altamirano, 2010).

### 7.1.3. Principales daños en el cultivo de tomate de riñón

Para todo el ciclo de plantación es necesario el pleno control de plagas y enfermedades debido a que es muy peligroso acoger ya el uso de agroquímicos, de parcialidad deben insntivar mayores mercaderías de pequeños tratamientos localizados ya que también Agrocalidad exige que en este tipo de cultivo se cuide la trazabilidad con la septentrión de entregar un producto inocuo para el consumo humano

**Tabla 2:** Principales plagas del tomate (*S. lycopersicum*).

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Mosca Blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
El pulgón	<i>Aphis sp.</i>
Gusano verde	<i>Heliothis armigera</i>
Chinche	<i>Nysius ericae</i>
Arañita Roja	<i>Tetranychus sp</i>
Minadores de hoja	<i>Liriomyza trifolii</i>
Orugas	<i>Spodoptera exigua</i>

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Díaz, 2019)

**Tabla 3:** Principales enfermedades del tomate (*S. lycopersicum*).

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Mildiu	<i>Phytophthora infestans</i>
Oidio	<i>Leveillula taurica</i>
Podredumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>
Cladosporiosis	<i>Fulvia fulva</i>
Antracnosis	<i>Colletotrichum sp.</i>

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Díaz, 2019)

#### **7.1.4. Daños Microbiológicos**

Por lo general el daño de parte de los microorganismos es muy juicioso ya que estos son hábiles de generar alteraciones a nivel del tejido en cuento a los frutos de los frutos provocando ablandamiento, exudación, sabor, olor insípido, este problema son principalmente causados por los hongos como el como *penicilliumsp*, *Fusarium sp*, que aquejan de manera muy considerable a la fructificación de la planta ya que esta presenta una tonalidad tipo putrefacción total dando al usuario una fachada de no querer adquirir más ese tipo de tomate y esto conlleva a una baja de precios que afectan directamente al agricultor

#### **7.1.5. Daños indirectos**

##### **7.1.5.1. Virus del mosaico del tomate**

Generalmente el virus del mosaico del tomate, está considerado como una un mal de producción, este mal está especialmente ligado a la aparición de severos daños en la fructificación del cultivo ya que causa una destrucción local del exocarpio a nivel de tejido y que provoca que el fruto no se encuentre a nivel para ser comercializado (Cornejo, 2009).

##### **7.1.5.2. Nematodos (*Meloidogyne spp.*)**

Las especies del Nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne*, son causantes directos de la baja productividad ya que estos organismos penetran en las raíces desde el suelo causando nódulos o agallas. Estos daños producen la obstrucción de vasos, que paralizan la absorción de los nutrientes asía la raíz, produciendo en un menor impulso de la planta y la aparición de señales de muerte o marchites en las horas de más calor, además causa clorosis y enanismo en plantas adultas. Este problema causado por nematodos se transmiten con facilidad mediante el aporte de agua de riego, con el calzado infectado y con cualquier medio de transporte del personal o de tierra (Cornejo, 2009).

Considerando que la temperatura del suelo, el valor de humedad y de aireación aqueja al movimiento y supervivencia de estos organismos en el suelo ya que aparecen en mayor cantidad en el nivel del suelo comprendido considerables entre 15 y 30 cm o más. La ronda de nematodos en los suelos plantados es prácticamente irregular en donde sus poblaciones mayores son alrededor de las raíces. La dispersión y propagación de los nematodos a través del suelo es muy lenta y limitada, de tal manera que la distancia máxima que pueden recorrer no excede unos pocos metros por estación o por ciclo de vida (Lezaun, 2016).



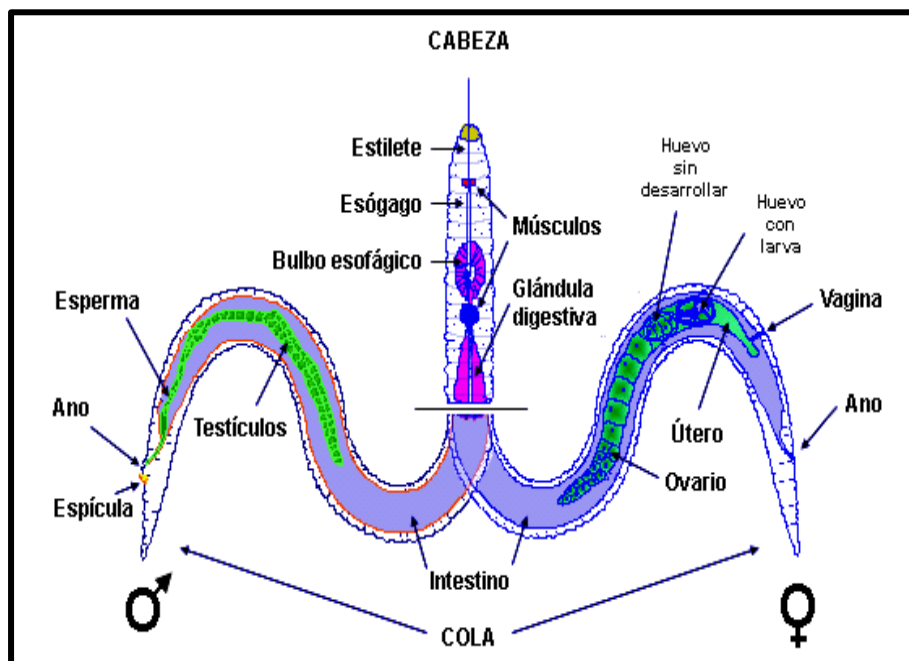
## 7.2. CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS NEMATODOS

Están considerados como organismos microscópicos multicelulares semitransparentes con aspecto de pequeños gusanos que causan trastornos fisiológicos en toda la planta, estos nematodos tienen todos muy bien definidos los sistemas orgánicos, excepto el respiratorio y circulatorio (Guzmán, 2011).

Los nematodos se encuentran principalmente en el suelo su expansión puede ser la consecuencia de muchos factores como por ejemplo el agua, equipo agrícola, mal drenaje, herramientas agrícolas y especialmente por los productos e insumos agrícolas así como el transporte de viveros al lugar de trasplante (Agrios, Introducción a la Fitopatología, 1998).

La supervivencia de este organismo se debe en gran medida a su alimentación que consiste en absorber la savia que circula por las raíces de las plantas causando por consecuencia tuberosidades, deformaciones, agallas y pudriciones y como resultado final da la sintomatología de un marchitamiento habitual sobre los cultivos de importancia económica para el agricultor, también estos organismos pueden actuar como vectores de virus y provocar enfermedades a la planta así como causar la infección de otros patógenos, tales como hongos y bacterias (Agrios, Introducción a la Fitopatología, 1998).

**Figura 1:** Morfología de un nematodo.



**Fuente:** (Rodulfo, 2012).

### 7.2.1. Nematodo del género *Meloidogyne incognita*

En lo que respecta a la hembra de esta especie de nematodo el problema principal es que produce deformaciones o agallas típicas en la raíz llamados nódulos debido a la transformación y desarrollo anormal de las células radicales estimulando dispares grados de retraso en el desarrollo, pérdida de la energía de la planta y que además el tejido inflamado es mayormente susceptible a la infección por diferentes patógenos en el suelo (Perry, 1997).

Casi toda la parte de estos nematodos son regularmente alargados y cilíndricos. Se conoce que en el caso de las hembras adultas de esta especie fitoparásitas, cambian su perfil cilíndrico por la de saco mostrando así un dimorfismo sexual entre el macho y la hembra, aunque en algunos casos el macho de esta especie es quien no representa muchas diferencias marcadas para su identificación (Gómez & Montes, 1994).

### 7.2.2. Taxonomía

**Tabla 4:** Clasificación taxonómica de *Meloidogyne incognita*.

<b>Orden:</b>	Tylenchida
<b>Suborden:</b>	Tylenchina
<b>Superfamilia:</b>	Tylenchoidea
<b>Familia:</b>	Tylenchoidea
<b>Género:</b>	<i>Meloidogyne</i>
<b>Especie:</b>	<i>M. incognita</i>

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Castillo, 2014)

### 7.2.3. Ciclo biológico

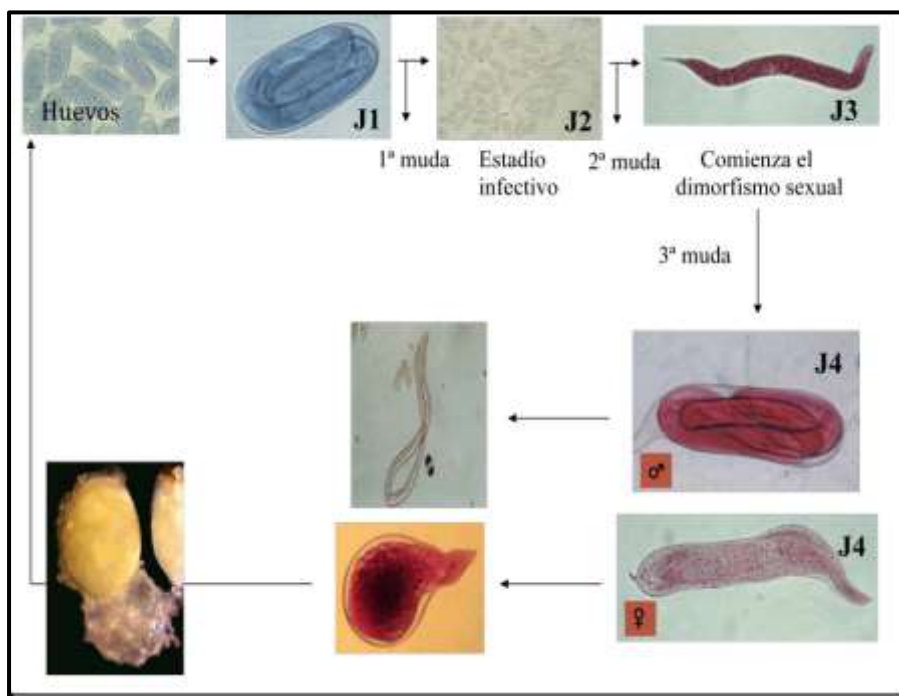
En cuanto al ciclo biológico de esta especie de nematodos tiene su comienzo en el estado inicial “estado ovoide”, donde luego aparece la primera de las otras cuatro fases juveniles en donde (J1), adentro del huevo tiene posición la primera muda, naciendo como segundo estadio juvenil (J2), el cual posee desplazamiento migratorio y puede asimilar en los tejidos de la planta en donde está infectada. El estadio J2 tiene energía para persistir al menos un mes en la sonda y penetración a la raíz infectada, instituyendo un sitio de alimentación espacial (Fenoll, 1997).

El ataque de los nematodos produce un gran daño fisiológico a su hospedero, ya que el ataque representa la mutación de las células de la planta lo que implica un cambio físico en la morfología de la raíz produciendo una división celular, mutación que se representa como modulaciones agallas. los nematodos fitoparásitos introducen el citoplasma de las células grandes derivadas de la planta a través de su estilete, ya que estas células grandes actúan como fosas metabólicas que regularizan los recursos de la planta hacia parásito. Posteriormente pasa por las dos fases juveniles (J3 y J4) hasta cambiar en adulto. Tanto el estadio J2 como el adulto poseen un estilete definido, en cuanto los estadios J3 y J4 pueden no poseer de él (Nieto, 2014).

La investigación del ciclo de vida de los nematodos y de su viable reproducción en mejores hospedantes bajo definitivos parámetros ambientales, brinda elementos para su manejo en campo. De ahí con la necesidad de desafiar estas investigaciones en el contenido actual, donde factores como las temperaturas comienzan a experimentar diferenciaciones (Constante, 2012)

*M. incognita* en tomate tiene un ciclo de vida aproximado de 20-30 días en la costa y 45-50 días en la sierra. El segundo estadio juvenil que está en el suelo se integra a la raíz para nutrirse, después de 12 días cambia a estadio juvenil 3 y juvenil 4 antes de ser adulto. En cuanto a la hembra oviposita en una masa gelatinosa aproximadamente 1200 huevos. (AGRIOS, 2004).

**Figura 2:** Ciclo biológico del género *Meloidogyne*.



**Fuente:** Rodulfo, (2012).

#### **7.2.4. Importancia económica**

El ataque de los nematodos a su hospedero puede variar desde un 10-15% hasta una pérdida general de la cosecha si no se hace una comisión correcta del cultivo las pérdidas de producción por el ataque de los nematodos en los cultivos pueden oscilar a más del 12% (Gilmar, 2016).

Dentro de la provincia de Cotopaxi, este tipo de nematodo también ha afectado a diversos cultivos bajo invernadero en especial al cultivo de tomate de riñón y recalca de manera especial el género *Meloidogyne* el cual se han identificado diversas especies, de las que podemos destacar por su insistencia la especie del género *Meloidogyne incognita* (Pinochet, 1987).

Una gran parte de los cultivos producidos en la provincia no se han considerado pérdidas estadísticas actuales que ocasionan estos fitopatógenos, pero en tomate se ha enfrentado que el nematodo del nudo de la raíz restringe el peso de frutos por planta, cerca de en un 31% de producción (Pinochet, 1987).

#### **7.2.5. Daños ocasionados por nematodos del género *M. incognita***

Uno de los mayores agentes primordiales que perturban las explotaciones hortícolas intensas, sobre todo en regiones tropicales pues mientras mayores sean las temperaturas climáticas mayor será el desarrollo de esta especie, los cultivos atacados totalmente son especies que poseen un alto costo en el mercado nacional e internacional (González, 2015).

En la actualidad las plantaciones poseen afectaciones que se manifiestan con la aparición de síntomas como la popular marchitez, representación de parches en el campo con zonas cloróticas, enrollamiento y muerte de las hojas, demora del desarrollo, imperfección de las semillas o de los frutos, necrosis exterior e interior de las raíces, presencia de quistes o agallas en las raíces y difusión del número de raíces por recolección de sustancias de crecimiento. El resultado es la destrucción del contenido vegetativa de los cultivos (Perry, 1997).

#### **7.2.6. Estrategias para el control de nematodos fitoparásitos**

Con respecto a las técnicas de control, hasta hace muy pocos años se efectuaba mediante el empleo de productos químicos “agroquímicos”, el uso de cultivos resistentes y explícitas prácticas de un buen manejo agronómico, el uso del control químico en varios casos resultó escaso, con la perjudicial contaminación ocasionada por el uso imperceptible de productos de gran toxicidad y residualidad, existe una predisposición mundial para evitar los riesgos de la atención de plaguicidas para gran parte de agricultores y consumidores (Pérez R. , 2004).

Para contrarrestar el daño que ocasionan los nematodos se ha fomentado una estrategia prominente como son los denominados usos de cultivares resistentes lo cual se ha ido mejorando a medida que ha desarrollado el conocimiento técnico y científico en estos últimos años (Armendariz, 2015).

La insistencia y evolución de la ingeniería genética, ha reconocido la adquisición de plantas resistentes a través de la entrada de genes, esta diferencia ha sido utilizada en la Nematología Agrícola y que ha tenido sus restricciones debido a que en muchos casos estas plantas confieren resistencia a una especie de nematodo fitoparásito en cuestión (Armendariz, 2015).

Del tal motivo que desafortunadamente varias de las poblaciones de *Meloidogyne* han superado diferentes etapas en cuanto a resistencia, lo que ha sobrellevado a la necesidad de continuar estudiando a fondo la relación determinada entre estos fitoparásitos y los hospederos (Armendariz, 2015).

Para esto es necesario un conocimiento exacto de interacción para poder precisar nuevas habilidades de manejo integrado, lo que hace muy necesario progresar en los procesos de interacción planta - nematodo con la finalidad de caracterizar las bases moleculares de la resistencia y concretar medidas de control amigables con el ambiente y que nos garanticen la seguridad tanto del productor y el consumidor (Jorgelina, 2016).

#### **7.2.7. Factores que afectan el desarrollo de los nematodos**

Todas las poblaciones de nematodos tienden a aumentar en ambientes favorables y a reducir a través del tiempo y son afectados tanto en número como la conducta por una serie de factores, entre los cuales están:

##### **7.2.7.1. Las condiciones de Suelo**

Según Salazar, (2013) “los primordiales factores del medio ambiente que afectan a los nematodos son, la humedad, la temperatura, la textura, y la constitución del suelo, entre otros”

##### **7.2.7.2. Humedad en el suelo**

Con respecto a este factor, el contenido de agua en el suelo restringe a una película envolvente de las partículas de este y es cuando se originan las mejores situaciones de humedad para propagación de los nematodos. En cuanto a la sequía muy excesiva puede frenar o incluso matar a los nematodos, igual ocurre en el encharcamiento prolongado por falta de oxígeno en el suelo que afecta el desarrollo de los nematodos (Salazar, 2013).

### **7.2.7.3. Temperatura**

Con respecto a la temperatura del suelo y su interacción sobre los nematodos se puede demostrar que en gran mayoría resulta afectadas las actividades como la puesta, reproducción, movimiento, desarrollo y supervivencia de la especie y en casi todos los nematodos parásitos de las plantas se tornan apáticos en una gama de temperaturas bajas que oscilan entre 5 y 15 °C, mientras que se vuelven inactivos a temperaturas que van de 30-40 °C. Las temperaturas por arriba estos límites puede ser mortales (Salazar, 2013).

### **7.2.7.4. Tipo de Suelo**

Todas las actividades de estos organismos está relacionados con la composición del suelo las cuales son: la granulometría, aireación, textura y características físicas y químicas no obstante al preexistir gran diversificación entre estos factores han imposibilitado sistematizar la población por lo cual no se puede instaurar un tipo de suelo que sea perfecto para todos los nematodos en el suelo (Salazar, 2013).

Muchos de los suelos livianos son universalmente más favorables para el desarrollo de estos organismos, esto es debido posiblemente a que los suelos más livianos tienen una mejor aireación al tener partículas más grandes (Araya, 2008).

Con respecto a la velocidad de movimiento del nematodo dentro del suelo está respectiva con el diámetro de los poros, el tamaño de las partículas y el diámetro de los organismos. Los nematodos fácilmente pueden moverse más libremente en suelos que se componen de partículas gruesas o arenosas (Araya, 2008).

### **7.2.7.5. Condiciones de clima**

La lluvia y la temperatura están vinculadas en el crecimiento y desarrollo de nematodos como el de las plantas hospederas. En suelos retenedores de agua o también llamados suelos arcillosos las poblaciones de nematodos acrecientan durante las primeras semanas de lluvia pero conforme aumentaron el número de días y la cantidad de lluvias presentes (Salazar, 2013).

### **7.2.7.6. Supervivencia de los nematodos en condiciones desfavorables**

Gran cantidad de los nematodos fitoparásitos poseen la capacidad de sobrevivir por más de un año en el suelo en ausencia de su planta hospedera. Durante este espacio su actividad se detiene y su metabolismo es muy bajo. Este espacio puede ser más o menos largo y está restringido por las reservas alimenticias y la habilidad de adaptación de la especie (Sciolo, 2005).

### 7.3. RICINO O HIGUERILLA

#### 7.3.1. Características botánicas

*Ricinus communis* L., se encuentra clasificado dentro del reino plantae y el subreino traqueobinta que conforman las especies traqueófitas o también denominadas plantas vasculares por poseer un cuerpo vegetativo que bien diferenciado, además está considerada como una planta de gran interés económico, esta planta posee la forma de un árbol o arbusto dependiendo del sitio y el cuidado que se le confiera (Briceño, 2014).

*R. communis* L., posee una raíz una raíz primaria o principal de las cuales salen las raíces secundarias o laterales, sus hojas son semejantes a las de una palma con divisiones lanceoladas y presentan una especie de brillo en el haz, en cuanto a sus flores son agrupadas en racimos que poseen espigas unisexuales con una longitud que puede alcanzar 75 cm, una de las mayores cualidades de la higuera es que sus flores presentan ambos sexos aunque no se conoce con certeza la cantidad de flores masculinas y femeninas al fruto de la higuera se lo puede identificar como cápsula con un medida aproximada de 10 a 17 m.m., con apariencia lisa y brillante que por lo general presentan coloración gris o café, al tallo es erecto, ramificado de coloración rojiza y sin presencia de látex (Briceño, 2014).

#### 7.3.2. Taxonomía

**Tabla 5:** Descripción taxonómica de la especie *Ricinus communis* L.

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Euphorbiales.
Familia	Euphorbiaceae
Género	<i>Ricinus</i>
Especie	<i>Communis</i> L.

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Leal, 2019)

### **7.3.3. Descripción botánica**

En Ecuador esta especie de higuierilla se presenta como una planta silvestre de poco uso y hasta considerado como maleza, en cambio en la provincia de Manabí su cultivo es tradicional donde se producen más del 75% del total nacional con un rendimiento inferior a 800kg/ha, esta baja producción se debe mucho al desconocimiento de manejo y la importancia del cultivo así como estabilizar técnicas más adecuadas para manejar la producción de higuierilla, también un factor que influye mucho es el uso de variedades no mejoradas genéticamente así como la siembra fuera de época y a la utilización de semillas de mala calidad (Mendoza, 1985).

#### **7.3.3.1. Habito y forma de vida**

Es una planta herbácea alta, arbustiva, de coloración verde claro a azul grisáceo y en muchas ocasiones color rojiza su tamaño depende de las condiciones agronómicas y climáticas, pero se ha determinado que hay variedades en Ecuador que mide entre los 5 a 6 metros (Lázaro, 2017)

#### **7.3.3.2. Raíz**

El tipo de raíz que presenta es muy desarrollado, el crecimiento de la raíz central puede llegar a medir hasta más de un metro de fondo, ya que gracias a ella la planta tiene la capacidad de resistir a la sequía. Colectivamente se encuentran solo raíces robustas ya que estas son las más importantes para la captación de agua. En cambio las raíces laterales son capaces de investigar grandes áreas a su entorno y estas tienen preferencia a mantenerse próximas a la superficie del suelo en donde cuentan con mayor poder de aireación (Lázaro, 2017).

#### **7.3.3.3. Tallo**

La higuierilla posee un tallo habitualmente hueco cuando la planta todavía es joven, pero desarrolla a ser leñoso a medida que la planta presenta maduración. El alargamiento de los entrenudos es un indicador de las situaciones ambientales que hubo durante su desarrollo, normalmente los entrenudos son extensos, cuando se orienta en cantidades aptas de agua y nutrimentos, en períodos de sequía el desarrollo es lento y los entrenudos son muy cortos. El tallo de la higuierilla posee colores diferentes y puede o no estar cubierto de cera, estas tipologías son importantes para la caracterización de la variedad (Lázaro, 2017).



#### **7.3.3.4. Hojas**

La higuera normalmente posee hojas grandes, pero no son numerosas, el pecíolo tiene la capacidad de torcerse durante el día para posicionar las hojas dando frente al sol y producir mejor la fosforescencia, normalmente las hojas y el área foliar se desarrollan hasta la mitad de ciclo y después disminuye cuando los racimos forman el llenado. La hoja de la higuera puede tener desiguales formas y colores esto depende la variedad, la cantidad de lóbulos por hoja va desde seis a doce. Las hojas que más predominan son aquellas que tienen entre nueve y diez lóbulos y se encuentran en las primeras ramificaciones (Lázaro, 2017)

#### **7.3.3.5. Inflorescencia**

La inflorescencia conlleva flores femeninas que están provistas de un pecíolo en la parte alta de la planta en casi todas las plantas de higuera son de floración continua y no es contemporánea entre la floración masculina, además estas plantas presentan polinización cruzada ya que el polen tiene capacidad de transportar es de la antera de una flor al estigma de otra inflorescencia (Rico y Ponce, 2010).

#### **7.3.3.6. Semilla**

La semilla presenta forma ovalada o aplastada, redondeadas en el extremo y con una carnosidad en el otro lado denominada carúncula de zona brillante y lisa, de coloración que puede ser variable o a la vez que suele ser gris con manchas rojas y negruzco que va de 0.4 a 1.6 cm de largo; la semilla posee una cubierta exterior semidura y quebradiza, también otra interior muy fina de color medio blanquecino, la función de ambas es proteger la semilla, en donde consta de un embrión pequeño conformado con dos cotiledones delgados y el albumen es aceitoso. En la semilla se encuentra la toxina que es la ricina “albúmina” y la ricinina “alcaloide”, el contenido de los aceites puede cambiar de acuerdo a la proporción del tegumento, catadura y de la carúncula y contiene alrededor de un 46 % de aceite y éste el 56 % de ácido ricinoléico (Rico y Ponce, 2010).

#### **7.3.4. Polinización**

Es una planta alógama, que tiene preferencia al cruce entre plantas, la flor femenina tiene la capacidad de ser fecundada por el polen de otra planta hospedera, la polinización es realizada primordialmente por el factor viento, quien es capaz de diseminarlo hasta en una radio de distancia de 3 km (Bonilla, 2017).

### **7.3.5. Habito de crecimiento**

Esta planta por lo general presenta mejor desarrollo en condiciones de temperatura tropical y un buen porcentaje de nutrimentos presentes en el suelo, además de estos factores también dependen de la variedad y las condiciones en las cuales fue sembrada ya que esta planta pronuncia las distintos tipos de inflorescencias durante su todo su ciclo, por lo que se desigualan la calidad de los racimos así como el orden primario, secundario y terciario, entre otras (Lázaro, 2017).

### **7.3.6. Descripción de Variedades**

A nivel mundial existen diversas variedades de higuera que tienen desiguales tipologías, como podemos nombrar la altura de planta, la precocidad, dehiscencia, entre otras, así como también la variedad enana que se encuentra distribuida casi todo el mundo y se la puede identificar con facilidad debido a que posee una altura inferior a 1.50 m, medianas entre 1.50 a 3.0 m y las variedades altas que poseen una altura superior de tres metros. También existen los tipos de semillas dehiscentes e indehiscentes, los dehiscentes son aquellos cuyas cápsulas se abren al momento de secarse, mientras que en los indehiscentes persisten cerrados aun después de haberse secado (Reyes, 1985).

Al hablar de variedades enanas e indehiscentes es recomendable la “BAKER 296” Y “HALE”, con rendimientos productivos mayores a los 2.50 Kg/ha. Además de esto posee un ciclo vegetativo muy corto ya que para la siembra de este cultivo y esta variedad es necesario disponer de agua para alcanzar la producción de dos cosechas al año también se puede reemplazar con otros cultivos como por ejemplo el: maní, ajonjolí, algodón, entre otros. Se determinan también por su semejanza de maduración lo cual nos permite que en los países se pueda hacer la recolección total de los frutos (Calero, 1974)

Para obtener mejores rendimientos en cosecha también son recomendables los híbridos “BAKER 022”-“055” de porte enano y los híbridos “BAKER 45”, Y “415” de porte mediano los dos poseen frutos dehiscentes, pero lastimosamente por conocimientos técnicos los híbridos no pueden ser aprovechados por más de una sola generación y interminablemente se tendría que importar la semilla para la fase de transformación en donde la semilla ingresaría como la materia prima, y que esta sea utilizada para la elaboración de distintos productos dependiendo la necesidad del consumidor (Calero, 1974).

### 7.3.7. Variedades de (*R. communis*) en Ecuador.

**Tabla 6:** Características agronómicas y rendimientos de siete variedades de higuera.

Variedades	Altura de P.	Tipo de fruto	Ciclo Veg.(días)	Rend. Kg/ha.
Baker 296	1,20	Indehiscente	140	2.000
Hale	1,20	Indehiscente	150	2.000
Baker Hibridó 22	1,50	Indehiscente	150	2.500
Baker Hibridó 55	1,50	Indehiscente	150	2.500
Baker Hibridó 45	2,20	Indehiscente	180	3.000
Baker Hibridó 415	2,20	Indehiscente	180	3.000
Portoviejo 67	2,50	Dehiscente	200	1.300

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Calero, 1974)

En la actualidad el INIAP recomienda estos dos tipos de variedades que congregan las siguientes características:

“**INIAP-401**” es una variedad de porte medio, posee una altura media de 2.30 metros, en cuanto al ciclo vegetativo oscila de 120 a 160 días, el tallo posee coloración verdosa, sus hojas son chicas y su ramificación casi es cerrada, sus frutos tienen espinas y son indehiscente su desplazamiento de rendimiento esta entre 1400 a 1900 Kg de semilla por hectárea. El peso medio de 100 semillas es de 33 gramos, con el 53% de aceite que se encuentra en la semilla, es totalmente recomendada para exportaciones extensibles por el carácter de indehiscencia de sus semillas, que nos permiten realizar uno o dos vueltas de cosecha y por lo general debe ser descascarada con la ayuda de una máquina (Reyes, 1985).

“**PORTOVIEJO-67**” posee una altura de aproximadamente 2.80 metros la planta es semi-perenne, pero utilizable económicamente por casi unos 200 días. En cuanto al tallo presenta coloración verde rojiza, sus hojas son grandes y la ramificación directa, los frutos poseen espinas y son dehiscentes, su desplazamiento de rendimiento de semilla esta entre 1.00 a 1.600 Kg por hectárea. El peso medio de 100 semillas es de 37 gramos con 51 a 54% de contenido aceitoso en la semilla, se recomienda para exportaciones medianas por la condición de dehiscencia de sus semillas (Reyes, 1985).

### **7.3.8. Recolección y conservación de la semilla**

La cosecha de la higuera puede iniciar cuando presente por lo menos la mitad del racimo sequeado, de no poseer esta cualidad, la planta se divide y se desploma al suelo. Para realizar la cosecha se necesitan recipientes plásticos suspendidos a la cintura, y con la ayuda de una tijera se debe ir cortando los racimos que demuestren características buenas para su comercialización y distribución (Rendón, 2009).

Rendón, (2009), manifiesta que la semilla de higuera puede ser tranquilamente almacenada hasta por dos años y no pierde sus particularidades fisicoquímicas, lo que puede ser una gran ventaja para recoger grandes cantidades que ameriten su transferencia hasta un lugar de acopio.

Las variedades dehiscentes se romperán naturalmente con la ayuda del secamiento del sol; pronto es necesario desempolvar bien la semilla sea por ventilación o por el uso de material tradicional como por ejemplo el cedazo. En cambio, las variedades indehiscentes deben descascararse con la ayuda de las máquinas propias para este tipo de semillas (Reyes, 1985).

### **7.3.9. Toxicidad y Usos de la higuera**

Ricina o “aglutinina del *Ricinus communis*” está considerada como producto de fuente muy tóxica que solo bastaría un miligramo de esta para matar una persona adulta (Mannise, 2019) las semillas de la higuera son muy tóxicas ya que basta la ingestión de unas pocas, masticadas o tragadas por accidente, provocan un cuadro de intensa gastroenteritis con deshidratación excesiva y que estos compuestos pueden dañar delicadamente el hígado y el riñón e incluso producir llegar a casos extremos como la muerte. Esta semilla está considerada como una de las más toxinas y potentes que se conocen en la actualidad por ello, el consumo de las semillas está totalmente prohibido ya que además no existe antídoto para este veneno, el potencial de la ricina como arma biológica ya que su importancia está ligada a su alta toxicidad (Jaramillo, 2014).

### **7.3.10. Estructura Química**

El compuesto de la ricina forma parte del gran grupo de proteínas que son inactivadoras de ribosomas (RIP) de tipo II, que se determinan por presentar dos cadenas polipeptídicas, la primera es capaz de inhibir la síntesis de proteínas y la segunda posee propiedades de lectina, es decir, capaz de acoplar a hidratos de carbono. La ricina es el primordial representante de las (RIP) de tipo II y está compuesta por una cadena A (RTA), de 267 aminoácidos fusionada por un puente disulfuro a una cadena B (RTB), de 262 aminoácidos (Jaramillo, 2014).

**Tabla 7:** Moléculas presentes en las semillas de la higuera con actividad biológica contra insectos.

MOLÉCULA	ACTIVIDAD BIOLÓGICA
Ácido linoleico	Repelente
Ácido oleico	Repelente
Ácido cianhídrico	Insecticida
Ricina	Insecticida
Ricinina	Insecticida

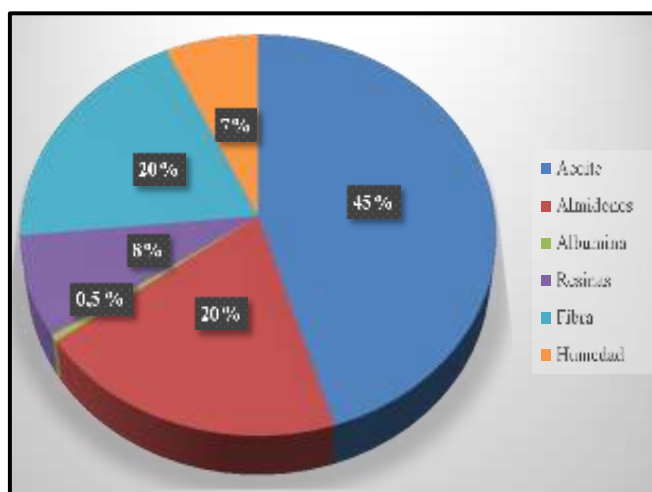
**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Jaramillo, 2014)

### Composición química de la semilla de higuera

Ramos, (2015), realizó la prueba bromatológica con el objetivo de conocer los componentes químicos de la semilla y que a su vez estos compuestos tengan la capacidad de disolverse en el agua para elaborar sustancias tóxicas como método de control de plagas.

**Figura 3:** Descripción bromatológica de la semilla de higuera.



**Fuente:** (Ramos, 2015)

Como se puede observar en el gráfico 18 la semilla de higuera presenta los siguientes componentes químicos: 45 % aceite como ácido ricinoléico y ácido esteárico. El ácido esteárico posee la propiedad de ser utilizado como humectante agrícola de fácil disolución en agua, 20 % de contenido de almidones, 0,5 % contiene albumina, el 65,5 % de compuestos hidrosolubles disponibles para la elaboración de plaguicidas en el uso de la agricultura (Ramos, 2015).

## 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

### 8.1. Hipótesis alternativa

**Ha:** El extracto acuoso a base de semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) si puede ser utilizado como método de control los nematodos bajo condiciones de laboratorio.

**Ho:** El extracto acuoso a base de semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) no puede ser utilizado como método de control los nematodos bajo condiciones de laboratorio.

### 8.2. Hipótesis nula

### 8.3. Operacionalización de variables

Hipótesis Ha	Variables	Indicadores	Índice/unidad medida
El extracto acuoso a base de semillas de higuera ( <i>R. communis</i> L.) si puede ser utilizado como método de control los nematodos bajo condiciones de laboratorio.	<b>VD:</b> Dos tipos de nematicidas: <b>Orgánico:</b> Extracto acuoso a base de semillas higuera <b>Orgánico Comercial:</b> Nematicida Nemaquill. <b>VI:</b> Control de Nematodos fitoparásitos del género ( <i>Meloidogyne incognita</i> )	Porcentaje inicial de nematodos	% poblacional en 100 microlitros
		Porcentaje de mortalidad en un determinado tiempo.	%
		Porcentaje de mortalidad final	% respecto al tiempo y eficacia del N.

## 8.4. Dato a evaluar

### 8.4.1. Porcentaje de mortalidad de nematodos (PMN)

El porcentaje de mortalidad se evaluó tomando como referencia el protocolo de evaluación de efecto insecticida en *Triatoma infestans* a nivel de laboratorio (Martelli, 2008), en donde se determinó la eficacia de los productos por medio de una evaluación de individuos vivos o muertos en un lapso de tiempo categórico.

Para la evaluación de mortalidad de nematodos se tomó como referencia la siguiente fórmula en donde:

**PMN** = Porcentaje de mortalidad de nematodos

**NTM.** = número total de nematodos vivos

**NTV.** = número total de nematodos muertos

$$\text{PMN} = \frac{\text{Número total de muertos} \times 100}{\text{Número total de vivos}}$$

### 8.4.2. Criterio de muerte

Muchos insecticidas, como por ejemplo los piretroides, producen una gama de efectos que van desde la incoordinación hasta el volteo, pasando por una serie de etapas intermedias que hacen muy difícil el diagnóstico “vivo o muerto” (Martelli, 2008).

Para evaluar la eficacia de los nematicidas se ha considerado el siguiente criterio de muerte:

Se considera “muerto” al nematodo que luego de haber sido expuesto al producto no presente ninguna actividad locomotora propia, ya sea en forma espontánea o cuando sea estimulada mediante la agitación de la muestra.

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1. Ubicación del experimento**

**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Localidad:** Laboratorio de Agronomía

**Latitud:** 00°59'57''S

**Longitud:** 78°37'14''W

**Altitud:** 2725m.s.n.m

### **9.2. Modalidad básica de investigación**

#### **9.2.1. De Laboratorio**

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de Agronomía del CEASA

#### **9.2.2. De Campo**

La investigación en campo se usó para recolectar muestras de raíz del tomate con presencia de nódulos o agallas y que estas sean usadas en el laboratorio.

#### **9.2.3. Bibliográfica**

La investigación bibliográfica se realizó para recopilar información teórica, de distintas fuentes como libros, revistas, tesis de grado, artículos científicos entre otras.

### **9.3. Tipo de Investigación**

#### **9.3.1. Descriptiva**

Se efectuó para examinar y describir las características del tema a investigar, definirlo y formular hipótesis, seleccionado la técnica con todos sus componentes principales de una realidad en la investigación ya que con la misma describimos el por qué, el lugar, como y cuando se realizó la investigación al igual que el experimento y la recolección de datos y fuentes a consultar.



### **9.3.2. Experimental**

Consistió en la manipulación de una o más variables experimentales, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento particular. Se utilizó este tipo de investigación ya que en el proyecto se aplicó un diseño experimental el mismo que nos permitirá obtener resultados reales.

### **9.3.3. Cuantitativa**

Permite finalizar con los resultados y probar o refutar una hipótesis planteada. Luego de la recolección de datos realizar el análisis estadístico de los datos, se llega a una respuesta global y discutir los mismos.

## **9.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

### **9.4.1. Observación**

Mediante la observación se recogió la información de cada una de las variables definidas en la investigación. En donde se pudo determinar el nivel de mortalidad de los nematodos en relación a las dosis aplicadas en el estudio.

### **9.4.2. Registro de datos**

Esta técnica nos permitió recopilar datos del ensayo a través de una libreta de anotaciones en los tiempos propuestos para su posterior análisis.

## **9.5. Diseño experimental**

En esta etapa se utilizó un arreglo factorial (A\*B\*C) en DBCA, el factor A fueron los nematicidas que constaba de dos niveles; el factor B fueron el porcentaje poblacional de nematodos que constaba de dos niveles; y el factor C fueron las dosis de aplicación que constaban con tres niveles.

### **9.5.1. FACTORES EN ESTUDIO:**

**Factor A:** Nematicidas

- **N1=** Orgánico (Higuerilla)
- **N2=** Orgánico Comercial (Nemaquill)

**Factor B:** Rango poblacional de nematodos

- **P1=** Rango poblacional medio
- **P2=** Rango poblacional alto

### Factor C: Dosis

- **D1**= 3 cc/litro
- **D2**= 5 cc/litro
- **D3**= 7 cc/litro

### 9.5.2. Codificación de tratamientos

**Tabla 8:** Codificación de los tratamientos.

TRAT.	CÓDIGO	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
T1	N1P1D1	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional medio de nematodos	3 cc/litro
T2	N1P1D2	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional medio de nematodos	5 cc/litro
T3	N1P1D3	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional medio de nematodos	7 cc/litro
T4	N1P2D1	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional alto de nematodos	3 cc/litro
T5	N1P2D2	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional alto de nematodos	5 cc/litro
T6	N1P2D3	Orgánico (Higuerilla)	Rango poblacional alto de nematodos	7 cc/litro
T7	N2P1D1	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional medio de nematodos	3 cc/litro
T8	N2P1D2	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional medio de nematodos	5 cc/litro
T9	N2P1D3	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional medio de nematodos	7 cc/litro
T10	N2P2D1	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional alto de nematodos	3 cc/litro
T11	N2P2D2	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional alto de nematodos	5 cc/litro
T12	N2P2D3	Orgánico Comercial (Nemaquill)	Rango poblacional alto de nematodos	7 cc/litro

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

### 9.6. Análisis estadístico

Se empleó el modelo matemático del análisis de varianza (ADEVA), presentado en el siguiente esquema:

**Tabla 9:** Diseño del esquema del ADEVA.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Tratamientos (t-1)	11
Repeticiones (r-1)	2
Factor A (a-1)	1
Factor B (b-1)	1
Factor C (c-1)	2
AXBXC (a-1) (b-1) (c-1)	2
Error Experimental (t-1) (r-1)	22
Total (n-1)	35

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

### **9.6.1. Análisis funcional**

Se aplicó pruebas de significación TUKEY al 5% para las fuentes de variación que demostraron ser significativas, doblemente significativas y altamente significativas.

### **9.7. Características de la unidad experimental**

- Numero de cajas petri que se usó den total: 39 x 3 repeticiones: 117 cajas de petri
- Numero de cajas por tratamiento: 9 cajas de petri
- Cantidad de medio de cultivo “Agar papa dextrosa” por cada caja petri: 15 ml
- Cantidad de medio de cultivo por tratamiento: 135ml de “Agar papa dextrosa”
- Cantidad total de medio de cultivo = 1.755 ml
- Nematicidas: elaboración del extracto mediante indicadores peso/volumen (p/v) donde se indica que si una solución de (35% p/v) tendrá 35 gramos de soluto en cada 100 ml de solución, de acuerdo a esto obtendremos lo siguiente:
  - Nemaquill (35% p/v)
  - Higuerrilla (350 gr de pasta de higuerrilla disuelto en 1litro de agua)
- Rango poblacional de nematodos

Para manejar el Rango poblacional de nematodos se adaptó la escala de severidad de Miller como la describe (Chango, 2015).

Rango poblacional medio = 20 a 25 nematodos en 15 ml de medio de cultivo

Rango poblacional alto = 40 a 45 nematodos en 15 ml de medio de cultivo

**Tabla 10:** Escala de severidad de Miller.

Escala	Descripción	Número de nematodos por 100 g de suelo
1	Sin nematodos	0
2	Sin nematodos	50
3	Severidad moderada	100
4	Severidad media	150
5	Severidad alta	Más de 200

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)

**Fuente:** (Chango, 2015)

Para establecer y manejar poblaciones de nematodos a nivel de laboratorio, fue necesario modificar la tabla de severidad de Miller en donde se consideró dos tipos de escalas detalladas a continuación:

**Tabla 11:** Escala de severidad de nematodos en 100 gr de raíz.

Escala	Descripción	Numero de nematodos por 100 gr de raíz
1	Rango poblacional medio	150
2	alta	Más de 200

**Elaborado por:** (Quimbiulco y Chimba, 2019)

### **9.8. Manejo específico del experimento.**

La investigación fue ejecutada en dos fases; la fase de campo para la recolección de muestras de raíz de tomate y la obtención de semillas de higuera; la fase de laboratorio para la extracción de nematodos, elaboración de extracto y evaluación de estudio.

#### **9.8.1. Fase en campo:**

##### **➤ Recolección de semillas de higuera**

#### **Materiales**

- Tijera de jardín
- Planchas de cartón

- Cámara fotográfica
- Fundas plásticas
- GPS “Global Positioning System”

Las semillas de higuierilla fueron recolectadas en un sitio determinado para facilitar la identificación de la variedad mediante revisión bibliográfica; en donde también se realizó una descripción detallada y montaje de la misma.

Para la recolección se consideró el criterio de Vallejos, (2016), en donde menciona que la cosecha de semillas de higuierilla se lo debe realizar cuando el racimo de la planta presente un porcentaje de maduración estimado al 70%.

Considerando lo mencionado anteriormente; se tomó en cuenta que la semilla no presente anomalías ya sea causado por factores fisiológicos o ambientales.

Una vez que fueron recolectados los racimos de higuierilla estos fueron transportados en fundas plásticas al laboratorio de la Facultad de Agronomía donde se procedió a quitarles la cascara para obtener la semilla del interior para luego ser molidas con un molino de mano hasta conseguir una pasta muy fina que nos permita formular las concentraciones requeridas.

#### ➤ **Recolección de muestras de raíz de tomate**

##### **Materiales**

- Azada
- Hielera
- Tijera de jardín
- Bolsas plásticas

Las muestras de raíz se obtuvieron en el invernadero de Sr. Antonio Simba perteneciente al barrio Salache San José de la ciudad de Salcedo. Donde se tomó en cuenta lo argumentado por Martínez, (2015), donde explica que una vez que se haya observado los síntomas que indican una posible o probable infestación con nematodos, el paso siguiente es tomar muestras de las plantas afectadas y del suelo alrededor de las raíces de las mismas (Coyne, 2007).

Los nematodos raramente están distribuidos de forma uniforme en el campo, y por tanto las muestras deben tomarse de varias zonas del campo. Recoger muestras por separado de zonas con crecimiento pobre, el procedimiento de muestreo puede ser al azar o sistemático (Coyne, 2007).

## **Metodología para caracterización botánica del ricino**

### **Fase 1:** Recolección de la muestra botánica en campo

**Materiales:** tijeras de podar, lupa, fundas plásticas de 30x40cm, libreta de campo, esfero, GPS.

La muestra botánica es la porción terminal de una rama de aproximadamente 30-35 cm de longitud, es importante que la muestra este formada por partes fundamentales como flores, hojas, fruto.

### **Proceso de recolección de datos en campo:**

- Con la ayuda de un GPS se deberá establecer la altitud donde se realizó el proceso de recolección de semillas.
- Se obtendrá un registro con fecha del equipo acompañante quien participó en la recoleta de las muestras botánicas.
- Se anotará el número de colección consecutivamente.
- Se registrará la muestra con información base a su identificación.
- Se describirá todos los rasgos físicos y morfológicos de ser posible, así como también si presenta olor y colores de las estructuras florales y frutos empezando con rasgos vegetativos y posteriormente los reproductivos en el caso de las flores.
- Para el Embalaje de muestras de campo, es necesario transportarlas en bolsas plásticas negras protegiéndolo en envolturas de papel comercio.

### **Fase 2:** Prensado de las muestras

**Materiales:** cartón, papel periódico, papel secante tijera de podar, piola, goma, aguja.

Al finalizar la jornada de campo se debe prensar las muestras botánicas en el menor tiempo posible para garantizar su calidad.

Sacar las muestras botánicas individualmente se coloca un pedazo de cartón, encima papel secante y el papel periódico donde se coloca las muestras tratando de esparcirlas de la mejor manera procurando que las hojas queden una por el haz y otra por el envés. Cubrir con papel periódico, colocar papel secante finalmente el cartón. Colocar por lo menos 3 láminas de cartón y papel absorbente uno sobre otro en forma de un sandwich, sujetándolos fuertemente con la ayuda de un cordón o piola.

**Fase 3:** secado de las muestras

Colocar las muestras prensadas al proceso de secado y dejarlas durante el tiempo necesario siempre revisando que las muestras no presenten anomalías.

**Fase 4:** Elaboración de etiquetas.

Se deben elaborar a computador con la siguiente información:

- a) Nombre del herbario
- b) Nombre de la familia
- c) Nombre de la especie
- d) Persona que determino la especie
- e) Localidad
- f) Coordenadas geográficas y Altitud
- g) Descripción general de la especie
- h) Nombre común
- i) Nombre y número del colector
- j) Equipo de colección
- k) Fecha de colección
- l) Institución

**Etiqueta 1:** Formato de etiqueta para herborización.

<b>(a)</b>	
<b>(c)</b>	<b>(b)</b>
<b>(d)</b>	
<b>(e)</b>	
<b>(f)</b>	
<b>(g)</b>	
<b>(h)</b>	
<b>(i)</b>	
<b>(j)</b>	<b>(k)</b>
<b>(l)</b>	

## **PROTOCOLO PARA ELABORAR EXTRACTOS ACUOSOS A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL**

### **Objetivo.**

- Elaborar un extracto acuoso a base de semillas de higuerilla (*R. communis* L.)

### **Fundamento.**

Carrión (2010), menciona que los extractos son una sustancia obtenidas a partir de la trituración de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua, los extractos pueden comercializarse como tinturas o en forma de polvo.

Los principios aromáticos de muchas especias, frutos secos, hierbas, frutas y algunas flores se comercializan como extractos, estando entre los extractos auténticos más conocidos los de almendra, canela, clavo, jengibre, limón, menta, rosa, hierbabuena, violeta y té de Canadá (López, OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES, 2011).

### **Técnicas de extracción**

La mayoría de esencias naturales se obtienen extrayendo el aceite esencial de las flores, frutas, raíces, o de la planta entera, mediante cuatro técnicas:

**Prensado:** cuando el aceite es abundante y fácil de obtener, como en la piel de limón.

**Absorción:** generalmente por infusión el alcohol, como las vainas de vainilla.

**Maceración:** usada para crear trozos pequeños de un total, como en la elaboración del extracto de menta, etc.

**Destilación:** usada como la maceración, aunque en muchos casos exige un conocimiento químico experto y el uso de costosos alambiques (López, OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES, 2011).

### **MÉTODO DE MACERACIÓN**

Este método fue descrito por Sabillón y Bustamante en el año (1995), conocido como técnica para la obtención de extractos a partir de material vegetal en donde menciona que los extractos acuosos se prepararon moliendo el material vegetal fresco, dos horas después de ser recolectado. Estos autores, utilizaron un molino manual para moler maíz, a la masa obtenida se le agrego agua y se dejaron la mezcla en reposo durante una hora, luego se filtró con una manta para obtener el líquido a utilizar.



De acuerdo a este método descrito por Sabillón y Bustamante, nosotros consideramos modificar el proceso para la obtención del extracto de los autores antes mencionados. De esta forma, planteamos la siguiente modificación: primero se recolectaron semillas de higuera completamente secas, luego se procedió a molerlo con un molino manual, a la masa obtenida se le agregó agua destilada en una relación de 0.35 gr de peso fresco por cc de agua, finalmente se dejó la mezcla en reposo durante 24 horas y luego se filtró con una manta hasta obtener la solución.

Para formular la concentración y dosis del extracto se tomó como referencia la ficha técnica del producto Nemaquill (anexo 1).

### **Concentración**

Para formular la concentración de extracto se tomó como referencia la concentración del producto Nemaquill (35% p/v) y los indicadores peso/volumen (p/v) donde una solución de (35% p/v) tendrá 35 gramos de soluto por cada 100 ml de solvente, de acuerdo a esto obtendremos lo siguiente: 350 gr de pasta de higuera disuelto en 1 litro de agua entonces tendremos 35% p/v del extracto a base de higuera.

### **Dosis**

- **D1.** 3 cc/ litro de agua
- **D2.** 5 cc/ litro de agua
- **D3.** 7 cc/ litro de agua

### **Ventajas:**

- No requiere equipo exclusivo
- Es fácil de instalar a circunstancias básicas utilizando el material disponible localmente
- Extrae de forma sencilla la esencia del material vegetal a usarse

### **Materiales**

- Balanza digital
- Agua destilada
- Malla o tela fina (coladera doméstica)
- Recipientes de plástico (botellas de un litro)
- Molino manual (de los que utilizan para moler maíz)
- Materiales de oficina (rotulador, cinta, hojas de papel)

## TÉCNICA

1.- Fijar el molino en una mesa o base estable y regular el disco molidor (fig.3)



**Figura 4:** Proceso de estabilización del molino.

2.- Añadir el material vegetal y moler hasta conseguir una pasta fina (fig.4)



**Figura 5:** Obtención de la pasta de higuera.

3.-Pesar la pasta extraída con la ayuda de una gramera digital (fig.5)



**Figura 6:** Proceso de pesado de pasta de higuera.

4.-Colocar la pasta en una botella y añadir agua destilada en relación a la concentración requerida y luego dejamos reposar durante 24 horas a temperatura ambiente (fig.6)



**Figura 7:** Formulación de concentraciones.

6.-Colar la solución con una tela tipo malla para eliminar todos los restos vegetales (fig.7)



**Figura 8:** Proceso de eliminación de impurezas.

8.-Verter la solución obtenida que contiene el extracto en una botella pastica previamente etiquetada (fig.8)



**Figura 9:** Obtención y rotulación del extracto.

## **Técnicas para la identificación de nematodos del género (*Meloidogyne incognita*)**

Los nematodos formadores de nódulos en cultivos ornamentales, no solamente afecta en forma directa, sino que también predisponen a la planta al ataque de otros patógenos del suelo. El efecto en la planta hospedera se manifiesta en forma de poco crecimiento, clorosis marchitamiento, baja productividad y en casos severos muerte de la planta (Solano, Esquivel, Molina, & Moreta, 2015)

### **Fase de campo:**

Mediante la observación directa podemos identificar la sintomatología que expone un cultivo frente al ataque de nematodos, ya que la planta presentar anomalías como: enanismo, marchitez prematura, decoloración en las hojas, exceso de ramificaciones y pudriciones áreas, en cuanto la raíz presentara mal formaciones, nódulos o agallas acompañado de ataques bacterianos.

### **recolección de raíces con presencia de nematodos**

Una vez evidenciado la sintomatología en la planta, que indican un posible ataque de nematodos fitoparásitos, el siguiente paso es identificar el rango de nodulación que presente la raíz expuesta en la (tabla 13), para posterior tomar las muestras enfermas y llevarlas a un laboratorio para su identificación.

**Tabla 12:** Escala de nodulación del Proyecto Internacional Meloidogyne (PIM).

<b>Grado de nodulación</b>	<b>% de nódulos en el sistema radicular</b>
0	Raíz sana sin presencia de nódulos
1	1-2 nódulos
2	3-10 nódulos
3	11-30 nódulos
4	31-100 nódulos
5	+ de 100 nódulos

**Elaborado por:** (Chimba, 2020)

**Fuente:** (Rodríguez & Palomo, 2015)

Para observar el grado de severidad que se encontraba la raíz se tomó en cuenta la escala de nodulación del (PIM), en donde se optó por seleccionar las raíces que se encuentran en grado 2, que va desde 3 – 10 nódulos por raíz, que representa el 30 % del sistema radicular expuesto a daño por nematodos.

**Fase de laboratorio:**

Pesamos 50g raíz grado 4, las maceramos para extraer nematodos según lo descrito por (Pérez, 2017) a este proceso se le suman las modificaciones sugeridas por Quimbiulco (com. pers.), las cuales fueron probadas y validadas en esta investigación.

**Observación:** las observaciones se realizaron utilizando un microscopio variado a 100X, luego se procedió a realizar la comparación morfológica de los diferentes tipos de nematodos descritos por varios autores (Eser et al. 1967, López y Dickison 1967, Teylor y Saser 1968, Whitehead 1967), luego se procedió a tomar fotografías bajo el microscopio con la ayuda de una cámara fotográfica de 13 Mpx f/1.9 con flash LED.

**Método de conteo**

El conteo se realizó estabilizando un volumen de 100 microlitros de la solución compuesta de nematodos sobre un porta objetos y esta sería colocada sobre la placa de microscopio para su observación.

Para hacer el recuento poblacional se consideró como individuo contable a todo nematodo que presentaba algún tipo de actividad o movimiento sobre toda la superficie de la solución. Para evitar el conteo repetitivo de los mismos nematodos, se aconseja estabilizar manualmente el movimiento de la placa del microscopio en forma de zig-zag comenzando desde la parte superior izquierda y así consecutivamente hasta verificar todo el contorno de la muestra.

## **PROTOCOLO PARA LA EXTRACCIÓN Y CONTEO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS A LA RAÍZ DE TOMATE.**

### **Objetivo.**

- Extraer nematodos fitoparásitos asociados a la raíz de tomate de riñón.
- Establecer densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos a partir de raíces.

### **Fundamento.**

**Método de extracción de nematodos formadores de agallas del género (*M. incognita*) a partir de raíces.**

### **Método de maceración de las raíces.**

Pérez (2017), menciona que para la extracción de nematodos de las muestra de raíces utiliza el siguiente procedimiento: a) lavado de las raíces con agua, b) secado a temperatura ambiente, c) pesaje de 25g en una balanza digital, d) corte transversal de trozos de raíces de 1 cm e) ponerla en una batidora y añadir agua en cantidad suficiente para cubrir justamente las cuchillas de la batidora, f) macerar las submuestras de raíces y cascaras finas durante intervalo de 5 segundo, o bien de 10 segundos para raíces más duras, y esperar brevemente a que la suspensión repose entre las dos maceraciones, g) verter cuidadosamente la suspensión de raíces en agua sobre papel absorbente y recolectar la solución obtenida para la observación en el microscopio.

### **Variación al método de extracción de nematodos formadores de agallas a partir de raíces.**

De acuerdo a este método descrito por (Pérez, 2017), se observó la necesidad de modificar el proceso para la extracción de nematodos en donde: a) se procedió a recolectar muestras de raíz infectadas con nódulos, b) lavar las raíces para eliminar los excesos de tierra existentes, c) retirar los nódulos y deformaciones con la ayuda de una tijera o un bisturí, d) a la muestra obtenida la pesamos y agregamos agua en una relación de (1:3) equivalente a un gramo de muestra + 3ml de agua destilada, e) triturar la muestra suavemente con la ayuda de un mortero, f) pasar la solución que contiene los nematodos a través de una malla fina y recolectar en un recipiente de cristal para su observación.

### **Ventajas:**

- No requiere equipo exclusivo.
- Extrae nematodos fitoparásitos vivos en corto tiempo.

**Materiales:** Piseta -bisturí -cajas de petri -porta y cubre objetos -materiales de oficina.

## **TÉCNICA**

1.- Recolectar muestras de raíz con presencia de nódulos o deformaciones (fig.9)



**Figura 10:** Obtención de muestras de raíz afectadas.

2.- Seleccionar muestras con presencia de nodulación grado 2 verificar tabla N.-13 (fig.10)



**Figura 11:** Selección de raíz con nodulación grado 2.

3.-Lavar la raíz para eliminar los excesos de tierra (fig.11)



**Figura 12:** Proceso de limpieza de raíz.

4.-Pesar 100 gramos de raíz previamente lavadas (fig.12)



**Figura 13:** Proceso de pesar raíz con la ayuda de una gramera digital.

5.-Macerar la raíz con la ayuda de un mortero y añadir agua destilada en relación 3:1 correspondiente a (1 gramo de raíz en 3 ml de agua), luego procedemos a triturarla (fig.13)



**Figura 14:** proceso de maceración de raíz.

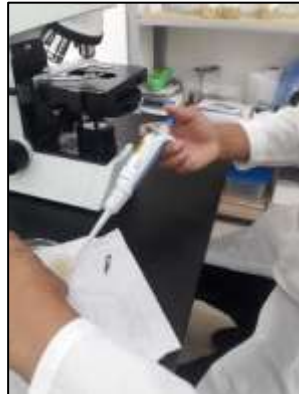
7.- Pasar la solución que contiene los nematodos a través de una malla fina y recolectar en un recipiente de cristal (fig.14)



**Figura 15:** Recolección de solución que contiene los nematodos.

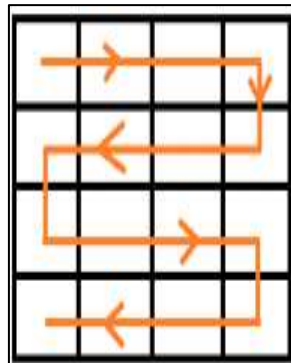


8.- Con la ayuda de una micropipeta extraer 100 microlitros de la solución macerada y colocar uniformemente sobre una placa porta objetos (fig.15)



**Figura 16:** Proceso de establecimiento de solución sobre el porta objetos.

9.- Para realizar el conteo de nematodos primero se debe estabilizar la placa del microscopio de manera que se pueda realizar movimientos en forma de zig zag empezando desde la parte superior izquierda de la muestra (fig.16)



**Figura 17:** Esquema de conteo en Zigzag.

10.- Contar nematodos vivos y determinar que la solución contenga entre 5 o 6 nematodos vivos por cada 100 microlitros (fig.17)



**Figura 18.** Proceso de conteo de nematodos.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### Caracterización botánica de la higuera

Las muestras botánicas de la higuera fueron recolectadas en la hacienda Salache perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi con ubicación geográfica X=1°0'1.18"S Y=8°37'5.34"O en una altura de 2705 msnm.

*Ricinus communis* L. de nombre común Higuera perteneciente a la familia Euphorbiaceae de la variedad **Ecuatoriana Blanca**.

### Descripción botánica

**Figura 19:** *Ricinus communis* L. variedad Ecuatoriana Blanca.



Es una planta silvestre tipo arbusto que alcanza una altura de 1.90 metros.

**Figura 20:** descripción de la raíz



Posee una raíz pivotante de buen anclaje, con numerosas raíces secundarias a poca profundidad

**Figura 21:** Descripción del tallo.



Esta planta posee un tallo principal recto seccionado por entrenudos, hueco en su parte interior y de coloración verde púrpura.

**Figura 22:** Descripción de hojas



Presenta hojas alternas pecioladas, dentadas y palmeadas dividida en 7 segmentos de coloración verde oscuro.

**Figura 23:** Descripción de flores.



Sus flores están agrupadas en una panícula terminal que mide 25 cm de largo de color amarillo claro y presenta numerosos estambres y filamentos.

**Figura 24:** Descripción de frutos.



Sus frutos son cápsulas globosas generalmente espinosas de coloración verde y se vuelven cafés en la maduración.

**Figura 25:** Descripción de semillas.



Sus semillas son pequeñas y lisas su coloración esta entre café claro y café oscuro rodeado por puntos de color negro.

### **Consideraciones generales**

La higuierilla está distribuida en varios países del mundo, se lo puede encontrar en los bordes de caminos, quebradas, ríos, en solares, en huertas y también sembrada alrededor de cultivos comerciales ya que en la antigüedad se usaba frecuentemente como repelente de plagas gracias a sus principios tóxicos. Su adaptación se debe a que esta planta presenta un buen sistema de raíces que le permite explorar áreas relativamente profundas, posee gran poder de resistencia a la sequía y no es exigente en suelos con abundante materia orgánica.

**Figura 26:**Proceso de herborización



Este proceso se lleva a cabo mediante la deshidratación y prensado de la muestra recolectada en campo

Cunando las muestras ya pasaron por el proceso de prensado y secado se procede a guardarlas en el herbario, cada ejemplar debe llevar una leyenda en una etiqueta que describan sus principales características botánicas.

**Etiqueta 2:** Etiqueta de identificación de la higuierilla

(a) <b>FLORA DEL ECUADOR</b>	
(c) <i>Ricinus communis</i> L. (d) P. Chusin, Nov-2019	(b) Euphorbiaceae
(e) ECUADOR, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Salache Grande, Campus CEYPSA.	
(f) X: 1°0'1.18"S Y: 8°375.34"O <span style="float: right;">Alt. 2705 msnm</span>	
(g) Arbusto de 1,90 m, tallos huecos, ramificados y de color verde púrpura con poco recubrimiento de cera, hojas partidas en 7 segmentos, sus bordes dentados de tamaño irregular, las flores se encuentran en racimos, tienen color rojo y amarillo con varios estambres y los frutos son cápsulas espinosas que contienen 3 semillas. Actualmente en el sector no presenta ningún uso específico.	
(h) N.C. Higuierilla	
(i) P. Chusin 001 (j) W. Chimba & J. Yanza	(k) 15-Nov-2019
(l) HERBARIO UTCEC – CAREN	

**Protocolo para elaborar extractos acuosos a partir de material vegetal utilizando el método de maceración:**

- 1.- Fijar el molino en una mesa o base estable y regular el disco molidor.
- 2.- Añadir el material vegetal y moler hasta conseguir una pasta fina.
- 3.- Pesar la pasta extraída con la ayuda de una gramera digital.
- 4.- Colocar la pasta en una botella y añadir agua destilada en relación a la concentración requerida y luego dejamos reposar durante 24 horas a temperatura ambiente.
- 5.- Colar la solución con una tela tipo malla para eliminar todos los restos vegetales.
- 6.- Verter la solución obtenida que contiene el extracto en una botella pastica etiquetada.

**formulación de concentración y dosis** Para formular la concentración y dosis del extracto se tomó como referencia la ficha técnica del producto Nemaquill (anexo 1).

**Figura 27:** Composición garantizada de Nemaquill Orgánico descrita por Arvensis.

<b>COMPOSICIÓN Y RIQUEZA</b>	
Materia Orgánica Total	30,5% p/p (35% p/v)
Densidad	1,15 g/cc
pH	4,2

*CC Emitido por BCS en conformidad con la regulación (CE) nº 889/2008 (UE), USDA/NOP-Final rule (EE.UU.) 205.203(c)(3) y JAS No. 1605 (Japón), para el uso en la agricultura orgánica como fertilizante.*

(Arvensis, 2010)

Para formular la concentración de extracto se tomó como referencia la concentración del producto Nemaquill (35% p/v) y los indicadores peso/volumen (p/v) donde una solución de (35% p/v) tendrá 35 gramos de soluto por cada 100 ml de solvente, de acuerdo a esto obtendremos lo siguiente: 350 gr de pasta de higuierilla disuelto en 1litro de agua entonces tendremos 35%p/v del extracto a base de higuierilla.

## **Implementación protocolo de extracción y conteo poblacional de nematodos fitoparásitos utilizando el método de maceración de las raíces.**

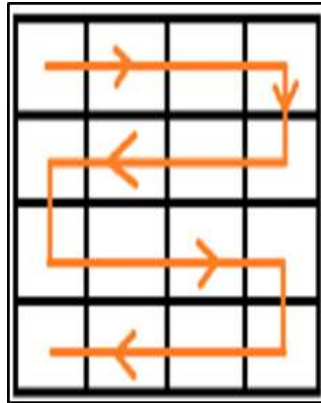
- 1.- Recolectar muestras de raíz con presencia de nódulos o deformaciones.
- 2.- Seleccionar muestras con presencia de nodulación grado 2 verificar tabla N.-13.
- 3.-Lavar la raíz para eliminar los excesos de tierra.
- 4.-Pesar 100 gramos de raíz previamente lavadas.
- 5.-Macerar la raíz con la ayuda de un mortero y añadir agua destilada en relación 3:1 correspondiente a (1 gramo de raíz en 3 ml de agua), luego procedemos a triturarla.
- 6.- Pasar la solución que contiene los nematodos a través de una malla fina y recolectar en un recipiente de cristal.
- 7.- Con la ayuda de una micropipeta extraer 100 microlitros de la solución macerada y colocar uniformemente sobre una placa porta objetos.
- 8.- Para realizar el conteo de nematodos primero se debe estabilizar la placa del microscopio de manera que se pueda realizar movimientos en forma de zig zag empezando desde la parte superior izquierda de la muestra.
- 9.- Contar nematodos vivos y determinar que la solución contenga entre 5 o 6 nematodos vivos por cada 100 microlitros.

### **Técnica de conteo de nematodos**

Para hacer el recuento poblacional se consideró como individuo contable a todo nematodo que presentaba algún tipo de actividad o movimiento sobre toda la superficie de la solución.

Para evitar el conteo repetitivo de los nematodos, se aconseja estabilizar manualmente la placa del microscopio, de tal forma que el movimiento del cubre objetos pueda seguir la forma de zig-zag comenzando desde la parte superior izquierda y así consecutivamente hasta verificar toda la muestra como se observa a continuación:

**Figura 28:**Secuencia de conteo poblacional de nematodos fitoparásitos dentro de un porta objetos.



**Fuente:** (Ramos, 2015)

**Cuadros de comparación poblacional entre gramos de suelo y mililitros de solución nutritiva (PDA).**

**Tabla 13:** Población de nematodos en un gramo de suelo.

Rango	Descripción	Número de nematodos en un gramo de suelo
1	Población media	1.5 nematodos
2	Población alta	2 nematodos

**Elaborado por:** (Quimbiulco y Chimba, 2020)

**Tabla 14:** Población de nematodos en un mililitro de solución nutritiva.

Rango	Descripción	Número de nematodos en un ml de solución (PDA)
1	Población media	1.6 nematodos
2	Población alta	3 nematodos

**Elaborado por:** (Quimbiulco y Chimba, 2020)



**Determinación de la dosis del extracto que presenta mayor efectividad para controlar nematodos fitoparásitos bajo condiciones de laboratorio.**

En el (anexo 2) se presenta la población de nematodos que fueron aislados en medios de cultivo (PDA), antes recibir los tratamientos en estudio, con valores que oscilan entre 24 y 42 nematodos por cada 15ml de (PDA), considerando una temperatura de 27° C, situación que proporcione condiciones adecuadas para mantener nematodos vivos, y que estos presenten reacciones a los tratamientos evaluados.

**Tabla 15:** Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación ADEVA.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		F crítico
Modelo	31319,03	13	2409,16	89,13	<0,0001	**	2,198
Repeticiones	118,49	2	59,24	2,19	0,1355	ns	3.443
Nematicida	19938,85	1	19938,85	737,64	<0,0001	**	4,301
Población	395,81	1	395,81	14,64	0,0009	*	4,301
Dosis	7249,38	2	3624,69	134,1	<0,0001	**	3,443
Nematicida*Población	472,99	1	472,99	17,5	0,0004	*	4,301
Nematicida*Dosis	1898,08	2	949,04	35,11	<0,0001	**	3,443
Población*Dosis	637,83	2	318,92	11,8	0,0003	*	3,443
Nematicidas*Población*Dosis	607,6	2	303,8	11,24	0,0004	*	3,443
Error	594,67	22	27,03				
Total	31913,7	35					

**CV:** 12,36

**Promedio:** 42,05 %

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de la tabla 15, se observa que el F calculado de los tratamientos es mayor para el F crítico, a un nivel de confianza del 95% lo que indica que son significativos, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H) y se rechaza la hipótesis nula (Ho) con respecto al control de nematodos. El control de nematodos se indica de acuerdo a la significancia entre tratamientos por medio de una prueba de TUKEY al 5%. El coeficiente de variación es confiable, lo que significa que del 100% el 12.36% fueron diferentes y el 87,64% de observaciones fueron confiables.

**Tabla 16:** TUKEY al 5% para el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.

Tratamientos		Medias	Rango	
N2P1D3	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional medio – 7 cc/litro	100	A	
N2P2D3	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional alto – 7 cc/litro	88,9	A	B
N2P1D2	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional medio – 5 cc/litro	75,92	B	
N2P2D1	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional alto – 3 cc/litro	44,45	C	
N2P2D2	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional alto – 5 cc/litro	42,59	C	
N2P1D1	Orgánico Comercial (Nemaquill) + Rango poblacional medio – 3 cc/litro	41,67	C	
N1P2D3	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional alto – 7 cc/litro	33,34	C	D
N1P1D3	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional medio – 7 cc/litro	22,23	D E	
N1P1D2	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional medio – 5 cc/litro	18,52	D E	
N1P2D2	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional alto – 5 cc/litro	14,82	E	
N1P1D1	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional medio 3 cc/litro	13,89	E	
N1P2D1	Orgánico (Higuerilla)+ Rango poblacional alto – 3 cc/litro	8,33	E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

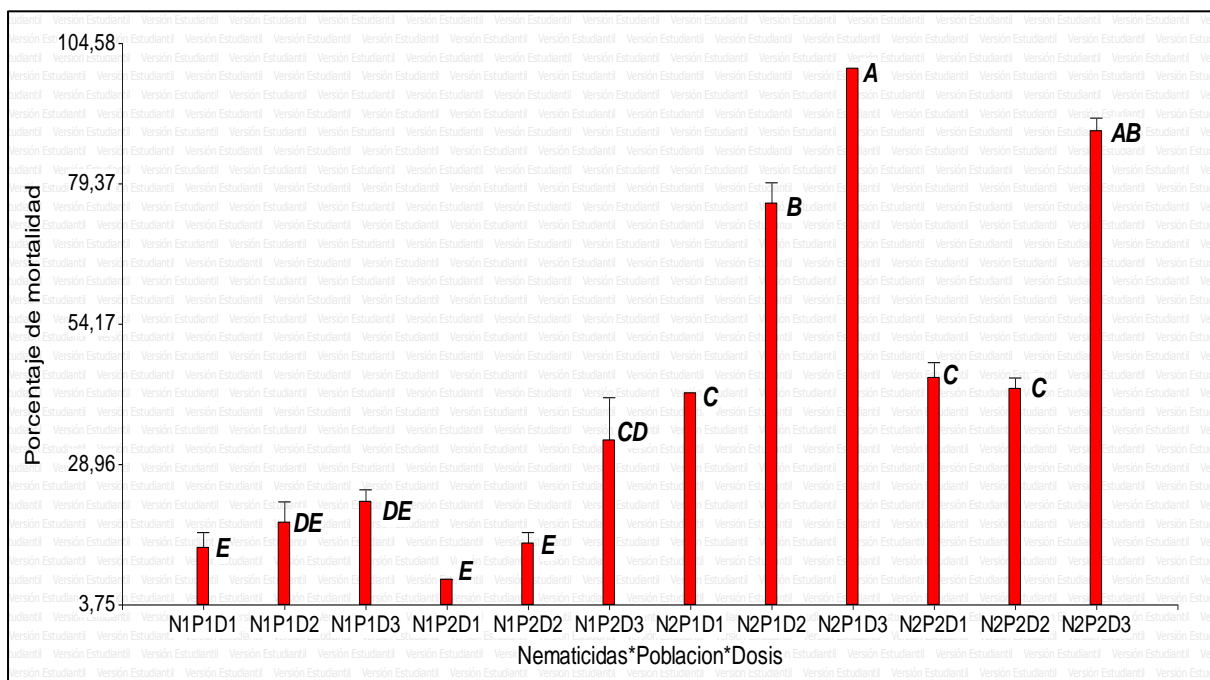
En la tabla 16, se observa 7 rangos de significación estadística, entre los cuales el tratamiento N2P1D3, presenta un valor de significancia alta (A) del 100%, el tratamiento N1P2D3, presenta un valor de significativo medio - bajo (CD) del 33,34%, los tratamientos N1P1D3 y los tratamientos N1P2D2, N1P1D1 y N1P2D1 presentan un valor de significancia muy bajo (E) de 14,82%, 13,89% y 8,33% respectivamente.

El tratamiento convencional (Nemaquill) es un producto que incorpora en su composición enzimas como las Quitinasas y Celulasas e incorporadas al producto en materia orgánica, obtenido a partir de extractos acuosos de diferentes plantas que al ser aplicados en el suelo libera las enzimas que tienen en la materia orgánica, degradando esta la quitina de los huevos de nematodos, reduciendo así las extensas poblaciones.

El simple hecho de que el producto Nemaquill actué también sobre los estados inmaduros de nematodos lo hace más efectivo, debido a que esto garantiza el control en futuras generaciones (Ramírez, 2012).

Por otra parte, el tejido de la higuierilla libera compuestos tóxicos y 2 lectinas: la ricina y la Ricinus aglutinina, las dos con la capacidad de adherirse fuertemente a los anfidios de los nematodos fitoparásitos incluidos principalmente los formadores de nódulos o agallas en la raíz *Meloidogyne incognita* y modificar su comportamiento quimiotáctico (Ramírez, 2012).

**Figura 29:** Analisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.



**Elaborado por:** (Chimba, 2020)

En el gráfico 29 se observa la prueba de comparación de las medias de la interacción entre los tratamientos para el rendimiento obtenido sobre el control de nematodos asociados al cultivo de tomate de riñón, y se observa diferencias significativas entre los tratamientos a las 5 horas de aplicación de los productos, indicando así que el tratamiento N1P1D3 presenta 22,23% de mortalidad de nematodos, el tratamiento N1P2D3 PRESENTA el 33,34% de mortalidad de nematodos por otra parte en tratamiento N2P1D3 presenta el 100% de mortalidad de nematodos

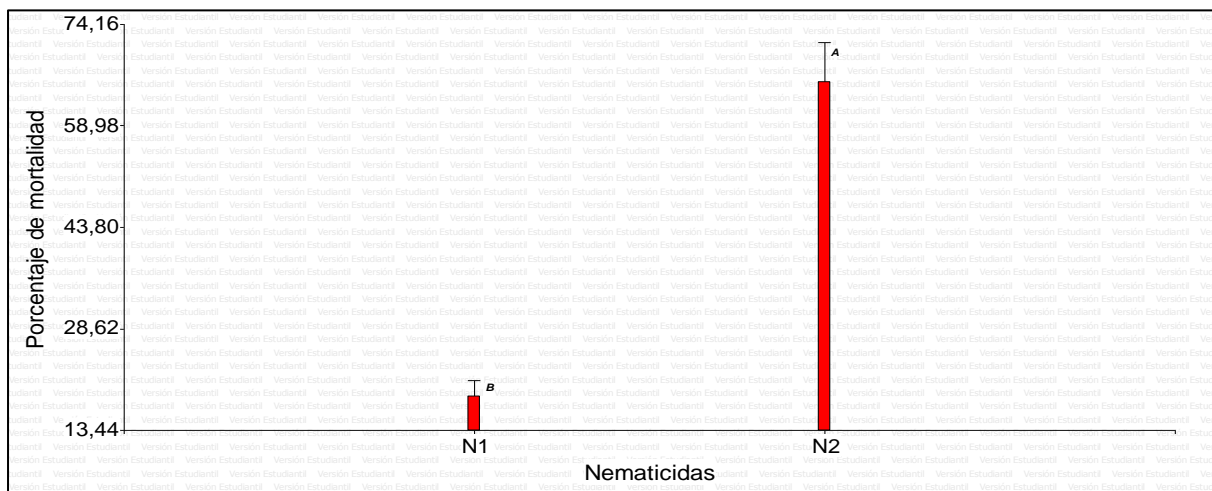
**Tabla 17:** TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.

Nematicidas	Medias	
N2	65,59	A
N1	18,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 17 se detalla 2 rangos de significación estadística entre los dos nematicidas, así que el N2 Orgánico Comercial (Nemaquill), presenta un valor de significancia alto (A) de 65,59%, seguido por la N1 Orgánico (Higuerilla) que presenta un valor de significancia medio-bajo B de 18,52%.

**Figura 30:** Análisis de medias de los nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.



**Elaborado por:** (Chimba, 2020)

En el gráfico 30 se observa la prueba de comparación de las medias entre los dos nematicidas y el porcentaje de mortalidad a las 5 horas después de la aplicación de los productos, y como se puede observar, el N2 (Nemaquill) presenta una respuesta rápida de control de nematodos a comparación del N1(Higuerilla) que presenta un porcentaje de control bajo.

**Tabla 18:** Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación ADEVA.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>		<b>F crítico</b>
Modelo	1027,67	13	79,05	5,31	0,0003	*	2,198
Repeticiones	63,44	2	31,72	2,13	0,1428	ns	3,443
Nematicida	396,14	1	396,14	26,59	<0,0001	**	4,301
Población	25,98	1	25,98	1,74	0,2003	ns	4,301
Dosis	236,93	2	118,47	7,95	0,0025	ns	3,443
Nematicida*Población	25,98	1	25,98	1,74	0,2003	ns	4,301
Nematicida*Dosis	236,93	2	118,47	7,95	0,0025	ns	3,443
Población*Dosis	21,13	2	10,57	0,71	0,5029	ns	3,443
Nematicida*Población*Dosis	21,13	2	10,57	0,71	0,5029	ns	3,443
Error	327,76	22	14,9				
Total	1355,43	35					

**C.V.** 3,99

**Promedio** 96,68

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de la tabla 18, se observa que el F calculado de los tratamientos es mayor para el F crítico, a un nivel de confianza del 95% lo que indica que son significativos, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis nula (Ho) con respecto al control de nematodos. El control de nematodos se indica de acuerdo a la significancia entre tratamientos por medio de una prueba de TUKEY al 5%. El coeficiente de variación es confiable, lo que significa que del 100% el 3,99% fueron diferentes y el 96,01% de observaciones fueron confiables.

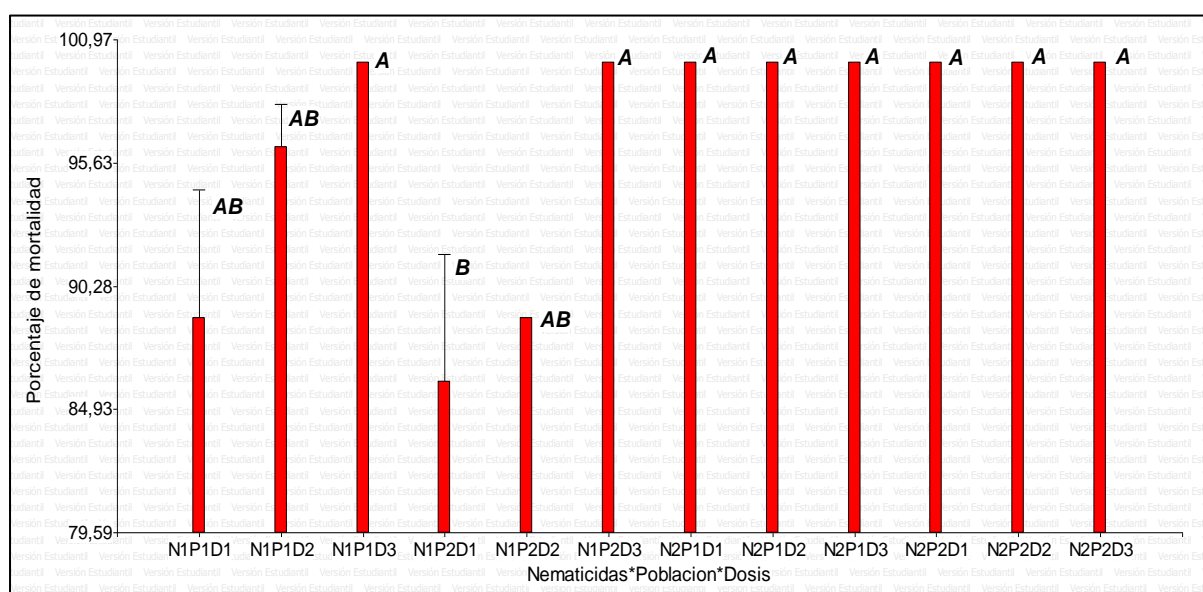
**Tabla 19:** TUKEY al 5% para el % de mortalidad a las 18 horas de aplicación.

Tratamientos	Medias		
N2P1D3	100	A	
N2P1D2	100	A	
N2P1D1	100	A	
N2P2D3	100	A	
N2P2D2	100	A	
N2P2D1	100	A	
N1P2D3	100	A	
N1P1D3	100	A	
N1P1D2	96,31	A	B
N1P1D1	88,89	A	B
N1P2D2	88,88	A	B
N1P2D1	86,12		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 19 se observa 3 rangos de significación estadística, los tratamientos, N2P1D3 presenta un valor de significancia alta (A) del 100%, EL tratamiento N1P1D2 presenta un valor de significancia medio (AB) de 96,31. El tratamiento N1P2D1 presenta un valor de significancia bajo medio (B) de 86,12 respectivamente.

**Figura 31:** Análisis de medias de los tratamientos en el % de mortalidad a las 18 horas de aplicación.



Elaborado por: (Chimba, 2020)

En el gráfico 31 se observa diferencias significativas entre los tratamientos indicando así que la mayoría de tratamientos expuestos al nematicida Orgánico Comercial (Nemaquill) presentan mortalidad en un rango de tiempo de 5 horas después de la aplicación del producto por otra parte el extracto de Higuierilla que presento el 100% de mortalidad en dos tratamientos (N1P2D3 Y N1P1D3) y el tratamiento que presento menor porcentaje de mortalidad de nematodos es el tratamiento (N1P2D1) correspondiente al nematicida de Higuierilla con un porcentaje de mortalidad del 86,12%.

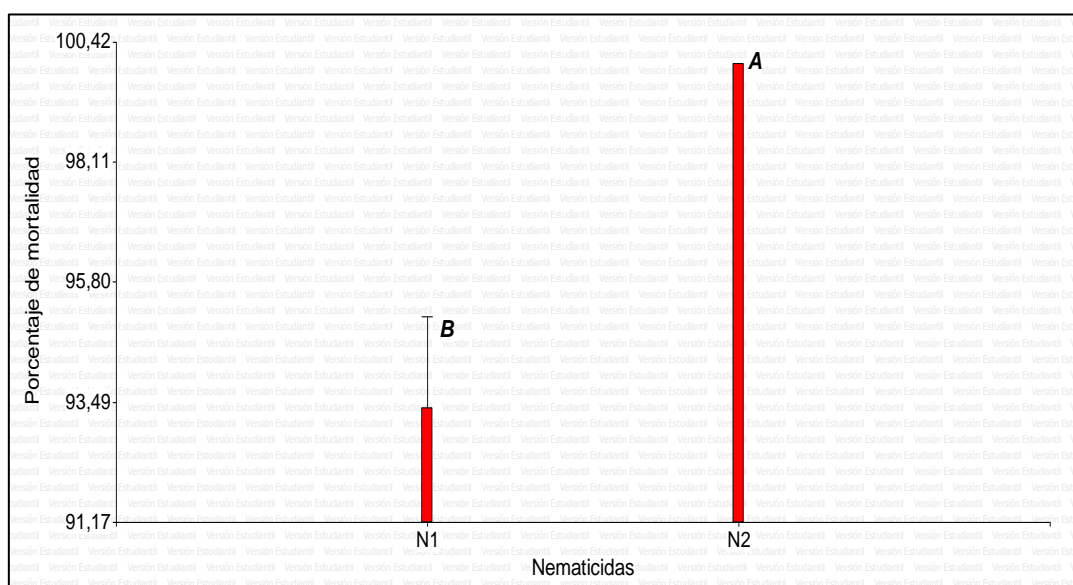
**Tabla 20:** TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación.

Nematicidas	Medias	
N2	100	A
N1	93,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 20 se detalla 2 rangos de significación estadística entre los dos nematicidas, así que el N2 Orgánico Comercial (Nemaquill), presenta un valor de significancia alto (A) de 100%, seguido por la N1 Orgánico (Higuierilla) que presenta un valor de significancia medio B de 93,37%.

**Figura 32:** Análisis de medias de los nematicidas en el % de mortalidad a las 18 horas de aplicación.



Elaborado por: (Chimba, 2020)

En el gráfico 32 se observa la prueba de comparación de las medias entre los dos nematocidas y el porcentaje de mortalidad a las 18 horas después de la aplicación de los productos, y como se puede observar, el nematocida N1(Higuerilla) que presenta un valor de significancia B con un rango general de 93,37% de efectividad.

**Tabla 21:** Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación ADEVA.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor crítico</b>		<b>F</b>
Modelo	130,08	13	10,01	1,81	0,107	Ns	2,198
Repeticiones	11,54	2	5,77	1,04	0,3697	Ns	3,443
Nematicidas	48,07	1	48,07	8,68	0,0075	Ns	4,301
Población	0,21	1	0,21	0,04	0,8457	Ns	4,301
Dosis	26,93	2	13,47	2,43	0,1112	Ns	3,443
Nematicidas*Población	0,21	1	0,21	0,04	0,8457	Ns	4,301
Nematicidas*Dosis	26,93	2	13,47	2,43	0,1112	Ns	3,443
Población*Dosis	8,09	2	4,04	0,73	0,4932	Ns	3,443
Nematicidas*Población*Dosis	8,09	2	4,04	0,73	0,4932	Ns	3,443
Error	121,87	22	5,54				
Total	251,95	35					

### C.V 2,38

**Promedio:** 98,84 %

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de la tabla 21, se observa que el F calculado de los tratamientos es mayor para el F crítico, a un nivel de confianza del 95% lo que indica que son significativos, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis nula (Ho) con respecto al control de nematodos. El control de nematodos se indica de acuerdo a la significancia entre tratamientos por medio de una prueba de TUKEY al 5%. El coeficiente de variación es confiable, lo que significa que del 100% el 2,38% fueron diferentes y el 97,62% de observaciones fueron confiables.



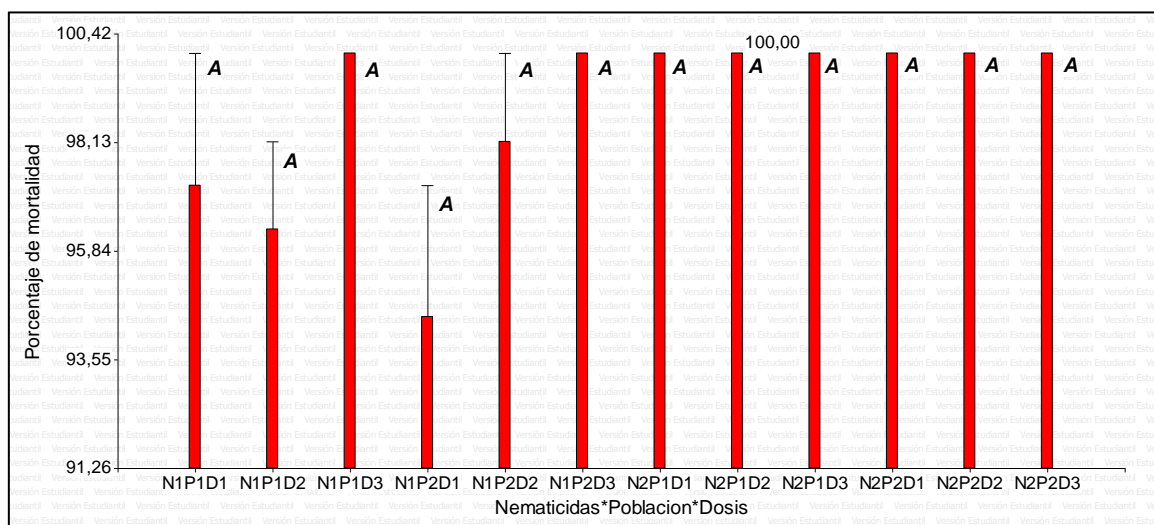
**Tabla 22:** TUKEY al 5% para el % de mortalidad a las 24 horas de aplicación.

Tratamientos	Medias	
N2P1D3	100	A
N2P1D2	100	A
N2P1D1	100	A
N2P2D3	100	A
N2P2D2	100	A
N2P2D1	100	A
N1P2D3	100	A
N1P1D3	100	A
N1P2D2	98,15	A
N1P1D1	97,22	A
N1P1D2	96,31	A
N1P2D1	94,45	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 22 se puede observar que todos los tratamientos evaluados presentan valores de mortalidad del 94,45 al 100% lo que representa un valor de significancia alta (A). entonces se puede derivar que el nematocida orgánico (Nemaquill) al igual que el extracto de (higuerilla) presentan resultados similares en cuanto al control de nematodos.

**Figura 33:** Análisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación.



Elaborado por: (Chimba, 2020)

En el gráfico 33 se observa la prueba de comparación de las medias de la interacción entre los tratamientos para el rendimiento obtenido sobre el control de nematodos asociados al cultivo de tomate de riñón, y se observa que todos los tratamientos no presentan diferencias significativas entre los tratamientos indicando así que todos los tratamientos expuestos al producto Orgánico Comercial (Nemaquill) y Orgánico (Higuerilla) en diferentes rangos poblacionales y dosis representan un rango de valor alto tipo (A) del 94,45 al 100% de mortalidad de nematodos.

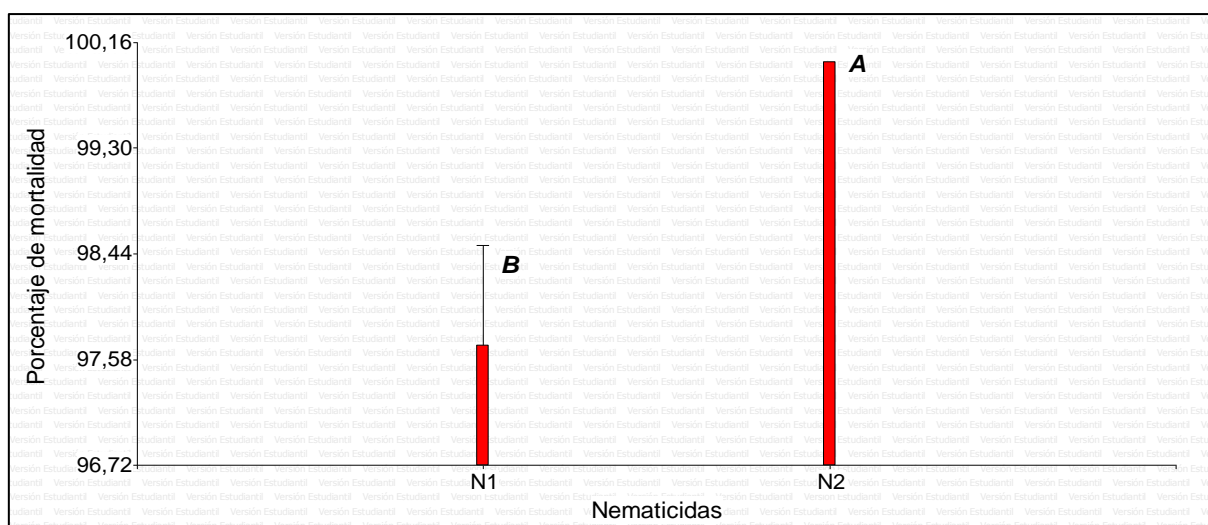
**Tabla 23:** TUKEY al 5% para nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación.

Nematicidas	Medias	
2	100	A
1	97,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 23 se detalla 2 rangos de significación estadística entre los dos nematicidas, así que el N2 Orgánico Comercial (Nemaquill), presenta un valor de significancia alto (A) de 100%, seguido por la N1 Orgánico (Higuerilla) que presenta un valor de significancia medio B de 97,69% respectivamente.

**Figura 34:** Análisis de medias de los nematicidas en el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de aplicación.



Elaborado por: (Chimba, 2020)

En el gráfico 34 se observa la prueba de comparación de las medias entre los dos nematocidas y el porcentaje de mortalidad a las 24 horas después de la aplicación de los productos, y como se puede observar, el N2 (Nemaquill) presentó un porcentaje de mortalidad del 100% en todos sus tratamientos ya a las 18 horas, comparación del N1(Higuerilla) que presenta el 100% de mortalidad a las 24 horas solo en solo dos tratamientos (N1P2D3 Y N1P1D3) en cuanto a los tratamientos (N1P2D2, N1P1D1, N1P1D2 y N1P2D1), presentan porcentaje de mortalidad de valores entre 98,15%, 97,22, 96,31 y 94,45,lo que representa un alto (A) rango de mortalidad de nematodos respectivamente.

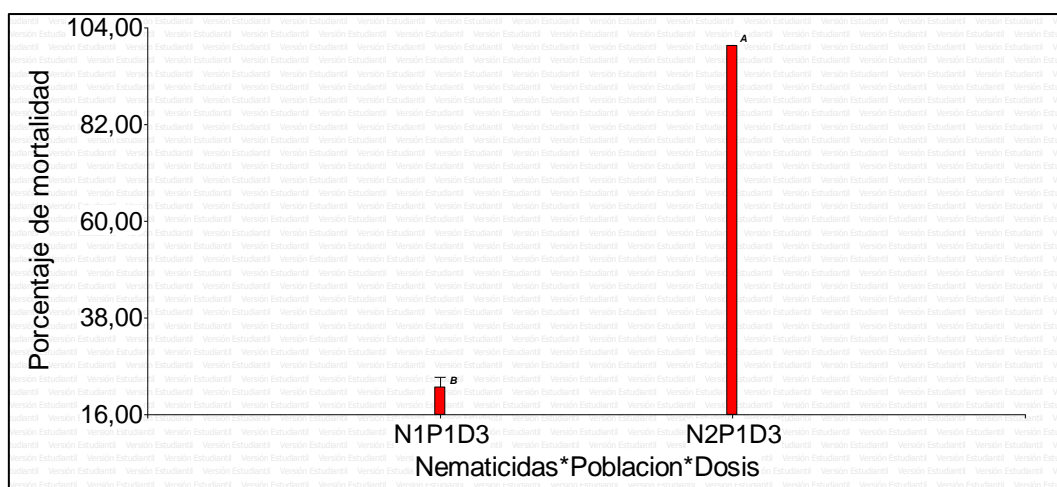
**Tabla 24:** TUKEY al 5% para tratamientos con mejor porcentaje de mortalidad a las 5 horas de aplicación.

Tratamientos	Medias	
N2P1D3	100	A
N1P1D3	22,23	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 24 se detalla 2 rangos de significación estadística, entre el mejor tratamiento del proproducto Orgánico Comercial (Nemaquill) y Orgánico (Higuerilla), a las 5 horas despues de su exposicion a los nematocidas, en donde el nematocida comerial (Nemaquil) presento un valor de significancia alto (A) con el 100% de mortalidad, por otra parte el nematocida Orgánico (Higuerilla) representó un valor de significancia medio-bajo B de 22,23%.

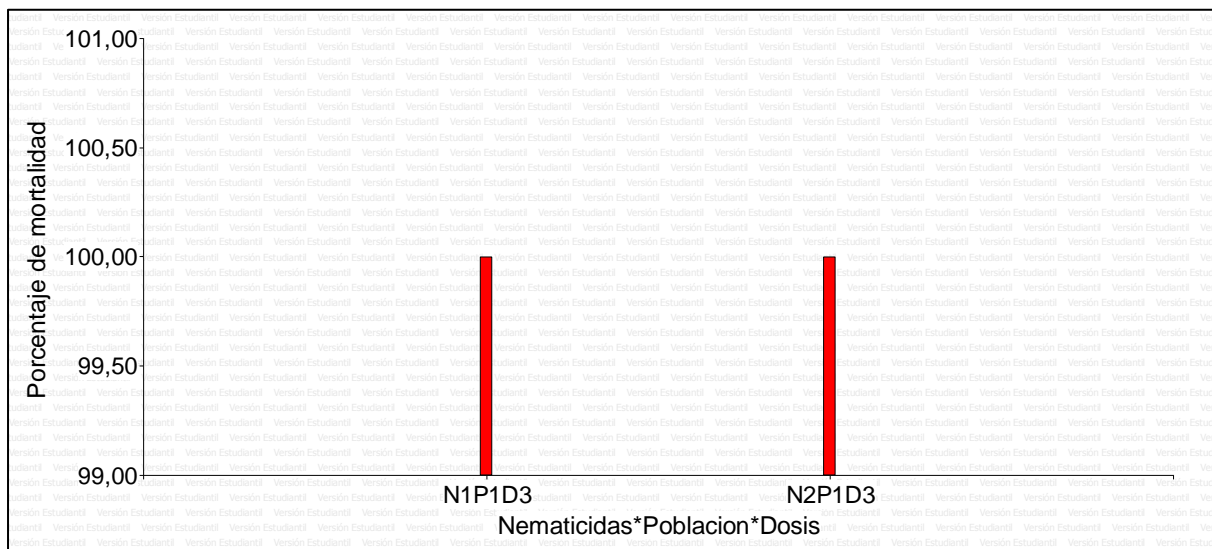
**Figura 35:** Análisis de medias de los tratamientos en él % de mortalidad a las 5 horas de aplicación.



Elaborado por: (Chimba, 2020)

En el gráfico 35 se observa el análisis de las medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad entre el mejor tratamiento del poroducto Orgánico Comercial (Nemaquill) y Orgánico (Higuerilla), a las 5 horas despues de su exposición a los nematodos, en donde el nematicida comerial (Nemaquil) en un rango poblacional medio y con dosis de 7 cc/litro, presento el 100% de control de nematodos, por otra parte el nematicida Orgánico (Higuerilla) en un rango poblacional medio y con dosis de 7 cc/litro reopresento una mortalidad del 22,23%.

**Figura 36:** Análisis de medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad a las 18 horas de aplicación.



**Elaborado por: (Chimba, 2020)**

En el grafico 36 se observa las medias de los tratamientos en el porcentaje de mortalidad de nematodos a las 18 horas de aplicación del producto, en donde se puede observar que el tratamiento N1P1D3 presentan un control del 100% respectivamente. Indicando asi que el mejor tratamiento de la evaluacion con Nemaquill es el N2P1D3 que presenta un porcentaje de mortalidad del 100% a las 5 horas despues de su aplicación. Por otra parte, el mejor tratamiento de la evaluación con el extracto de Higuerilla es el N1P1D3 que presenta un porcentaje de mortalidad del 100% a las 18 horas despues de su aplicación. Indicando asi que, tanto el nematicida orgánico comercial Nemaquill, como el nematicida elaborado a base de semillas de higuerilla presentan tener efectividad para el control de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate de riñón bajo condiciones de laboratorio.

## **Resumen de resultados obtenidos**

### **Caracterización botánica de la higuerilla**

Se realizó la caracterización botánica de la higuerilla, deduciendo mediante respaldo técnico y bibliográfico que la semilla de higuerilla utilizada para la elaboración del extracto acuoso pertenece a la variedad Ecuatoriana blanca la misma que paso por un proceso de herborización dejando dos muestras en el herbario de la institución “flora del Ecuador” con los números de depósito Morales, Chusin y Chimba 2239, 2240 (UTCEC).

### **Protocolo para elaborar extractos acuosos a partir de material vegetal utilizando el método de maceración.**

Se modificó la técnica para elaborar extractos acuosos descrito por los autores (Sabillón y Bustamnte, 1995), donde resulto ser necesario realizar unas modificaciones en los procesos, debido a que las muestras vegetales que los autores utilizaron en su investigación no coincidían en nuestro estudio.

### **Implementación protocolo de extracción y conteo poblacional de nematodos fitoparásitos utilizando el método de maceración de las raíces.**

Se modificó la técnica para extraer nematodos fitoparásitos descrito por (Pérez C. P., 2017), en donde resulto ser necesario realizar unas modificaciones debido a que la técnica no resulto ser tan efectiva para extraer nematodos vivos, a este proceso se suma el proceso de conteo de nematodos fitoparásitos descrito por (Quimbiulco y Chimba 2019), las cuales fueron probadas y validadas en esta investigación.

### **Determinación de la dosis del extracto que presenta mayor efectividad para controlar nematodos fitoparásitos bajo condiciones de laboratorio.**

Para determinar la dosis del extracto con mayor efectividad para el control de nematodos se realizó una evaluación del efecto nematicida de los dos productos (Nemaquill e Higuerilla) en donde se hizo un monitoreo del porcentaje de nematodos muertos en tiempos determinados. Obteniendo como resultado mayor rapidez de control por parte del nematicida Nemaquill, en cuanto al control de nematodos, los dos productos evaluados (Nemaquill e Higuerilla) resultaron tener respuestas similares.

## Costo de producción del extracto acuoso a base de semillas de higuera

### COSTO BENEFICIO

INVERSION	CANTIDAD /UNIDAD	VALOR UNIT.	TOTAL
<b>Materia Prima</b>			
Semillas de higuera	2 Kg	5,00	10,00
Agua destilada	6 Lt	1,25	7,50
<b>SUBTOTAL</b>			<b>17,50</b>
<b>Mano de obra</b>			
Jornal	2	15	30,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>30,00</b>
<b>Materiales de Laboratorio</b>			
Botellas plásticas	6	0,35	2,10
Recipientes	2	1,50	3,00
Molino Manual	1	25,00	0,25
Cernidor	2	2,50	0,05
Fundas plásticas	3	0,15	0,45
Guantes	2	0,30	0,60
Mascarillas	1	0,50	0,50
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7,40</b>
<b>Equipos de alquiler</b>			
Gramera digital	1	5,00	5,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>5,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>58,90</b>

Elaborado por: (Chimba, 2020)

Para adquirir en el mercado medio litro del producto Nemaquill tiene un costo de 19,00\$. Por otra parte, para elaborar 5 litros de extracto acuoso necesitamos emplear 58,90 \$ equivalente a 11,78 \$ por cada litro de higuera. Dando como resultado la diferencia el precio para adquirir los dos productos. Es por esto que resulta mucho más económico elaborar el extracto a base de semillas para el control de nematodos.

## 11. IMPACTOS

### ➤ Técnicos

El proyecto genera impactos técnicos muy importantes en el ámbito agrícola ya que presenta resultados idóneos en cuanto al control de plagas que afectan en un carácter económico al sector productivo del tomate. Esta investigación presenta la evaluación de la efectividad del extracto acuoso a base de semillas de higuera como método de control de nematodos en tomate bajo condiciones de laboratorio, siendo así una alternativa con impactos beneficiosos en la población y en la ampliación de la información. además de disponer de dos protocolos la primera para la elaboración de extractos acuosos y la segunda para la extracción y conteo de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate.

### ➤ Económicos

Esta investigación genera impactos económicos benéficos en control de plagas ya que hoy en día las alternativas de control de plagas son muy agresivas y generan en la plaga resistencia, estas alternativas presentadas necesitan tener continuación de investigaciones para corroborar resultados y generar mayor información.

### ➤ Sociales

Los impactos sociales generados en la investigación son muy grandes ya que en la sociedad actual el uso de productos químicos nocivos para el control de insectos es muy grande y al generar alternativas económicas y de buen impacto ambiental se convierten en resultados importantes en la sociedad.

### ➤ Ambientales

Las alternativas de control de nematodos y el uso de correctas dosis de aplicación son muy importantes para no generar residualidad en los suelos y el ambiente y resistencia en los individuos.

## 12. PRESUPUESTO

Recursos.	Cantidad.	Unidad.	V. Unitario	V. Total
<b>1. Materia prima.</b>				
Semilla de Higuierilla	3	kg	10,00	30,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>2. Mano de obra.</b>				
Evaluación del extracto	4	jornal	15,00	60,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>60,00</b>
<b>3. Insumos.</b>				
Nematicida Nemaquill	1	½ litro	19,00	19,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>19,00</b>
<b>4. Materiales para campo.</b>				
Tijera de jardín	1	----	49,00	49,00
Fundas plásticas	2	rollos	2,5	5,00
Cinta métrica.	1	1	3,25	3,25
Guantes.	12	pares	0,30	3,60
Rollo de piola	1	1	3,25	3,25
Estilete	2	2	0,35	0,70
<b>SUBTOTAL</b>				<b>64,80</b>
<b>5. Materiales para laboratorio.</b>				
Embaces plásticos	6	---	0,35	2,10
Muestras de raíz	8	kilo	2,00	16,00
Molino	1	---	25,00	25,00
Cajas petri	140	---	0,40	56,00
Papel absorbente	2	---	5,25	10,50
Dosificador	2	---	0,50	1,00
Gramera digital	1	---	41,00	41,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>151,60</b>
<b>6. Transporte y alimentación</b>				
Transporte	20	Bus	0,60	12,00
Alimentación	20	Almuerzos	2,5	50,00
Varios	15	Gastos varios	15,00	15,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>77,00</b>



<b>7. Materiales de oficina.</b>				
Esferos	2	---	0,35	0,7
Cartulina	1	lámina	0,5	0,5
Tijera	1	---	0,45	0,45
Libreta	1	---	3,60	3,60
Resma de papel boom	1	---	3,00	3,00
Copias	500	---	0,3	1,50
Anillados	4	---	5,50	22,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>31,75</b>
<b>TOTAL</b>				<b>434,15</b>

Gastos Directos	<b>317,15 \$</b>
Gastos Indirectos	<b>117,00 \$</b>
Total	<b>434,15 \$</b>

### 13. CONCLUSIONES

- Se determinó que la semilla de higuierilla recolectada pertenece a la especie (*Ricinus communis* L.) de la variedad **Ecuatoriana Blanca** que contiene un 48% de aceite, se cultivan por encima de los 1200msnm, el tiempo de cosecha es de 5 – 7 meses, tiene una producción de 2 a 5 kilos por planta y presenta frutos dehiscentes. De la misma se están dejando dos muestras en el herbario de la institución “flora del Ecuador” con los números de depósito Morales, Chusin y Chimba 2239, 2240 (UTCEC) el uso potencial de la higuierilla se encuentra en la toxicidad de su semilla de modo que sus tejidos liberan compuestos tóxicos y dos lectinas, la ricina y la *Ricinus aglutinina*, ambas con capacidad de adherirse a los anfidios de los nematodos fitoparásitos en especial de *Meloidogyne* y modificar así su comportamiento quimiotáctico. Además, contiene compuestos hidrosolubles disponibles para la elaboración de bioinsecticidas.
- Para establecer el protocolo de elaboración de extractos acuosos a base de material vegetal, se probaron los procedimientos establecidos por (López, 2011) titulado “obtención y aplicación de extractos naturales” y (Sabillón y Bustamante, 1995) conocida como la técnica para la obtención de extractos a partir de material vegetal, consiguiendo que estas dos técnicas antes mencionadas no son completamente efectivas para nuestro material botánico, por lo tanto la modificación fue usar semillas de higuierilla previamente trituradas con un molino, añadir agua destilada y mantener la mezcla en constante agitación durante 24 horas para que los componentes químicos que posee la semilla puedan ser liberados en la solución acuosa y que está presente acción sobre los nematodos.
- Para Implementar el protocolo de extracción y conteo poblacional de nematodos fitoparásitos se probó el procedimiento establecido por (Pérez, 2017), titulado Método de maceración de las raíces para extraer nematodos. El cual no demostró ser tan eficaz por lo tanto establecimos que es necesario utilizar la escala de nodulación del (PIM) para extraer nematodos vivos con mayor eficacia y también establecimos que para contar nematodos de una manera más acertada debemos manipular oportunamente la placa del microscopio siguiendo movimientos en forma zig zag verificando una y otra vez por todo el contorno de la muestra.
- La dosis que presento mayor efectividad para controlar nematodos fitoparásitos bajo condiciones de laboratorio es la dosis alta con 7 cc/ litro con el producto Nemaquill por lo que presento el 100% de nematodos muertos a las 5 horas después de su aplicación. Por otra parte, el extracto de higuierilla con las mismas dosis presenta el 100% de

mortalidad de nematodos a las 18 horas después de su aplicación, por estas razones se puede concluir que el nematicida Nemaquill presenta una respuesta casi inmediata en cuanto al control de nematodos a diferencia del extracto de semillas de higuierilla que presenta resultados después de varias horas por lo tanto concluimos que aceptamos la hipótesis alternativa (Ha) ya que el extracto acuoso a base de semillas de higuierilla si presento efectividad como método de control de nematodos fitoparásitos en condiciones de laboratorio.

- Para elaborar 5 litros de extracto acuoso necesitamos emplear 59,90 \$ equivalente a 11,78 \$ por cada litro de higuierilla, a este valor se le puede comparar el costo de ½ del producto Nemaquill el cual para adquirirlo en el mercado tiene un valor 19,00\$. Es por esto que resulta más económico y orgánico elaborar el extracto a base de semillas para el control de nematodos.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el uso de los protocolos establecidos en esta investigación de modo que fueron probadas y validadas con efectividad.
- Se recomienda el uso del extracto acuoso como método de control de nematodos fitoparásitos en laboratorio.
- Se recomienda difundir esta información para que los productores de tomate conozcan nuevas alternativas de control de plagas.
- Realizar el mismo ensayo como segunda fase en condiciones de campo para evaluar el control de nematodos en el cultivo de tomate de riñón.
- Realizar nuevas técnicas para extraer el ingrediente activo de la semilla de higuierilla

## 14. BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS. (2004). Tecnología biológica para el manejo del nematodo agallador de raíces *Meloidogyne* spp. en tomate. *AGRIOS*, 1-3.

Alarcón, A. A. (2018). Empleo de alternativas para el manejo de nemátodos en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) en la finca Santo Tomás. *Ciget*, 13,15.

Araya, E. B. (2008). Identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Arcentales, M. (martes de Octubre de 2013). *Google Académico*. Obtenido de Google Académico. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6307/1/UPS-CT002879.pdf>

Arias, A. (s.f.). *Nematodos fitoparásitos: Los nematodos formadores de agallas, tácticas para su manejo*. Obtenido de Los nematodos fitoparásitos y su importancia como plagas agrícolas: <https://www.monografias.com/trabajos75/nematodos-fitoparasitos-manejo-formadores-agallas/nematodos-fitoparasitos-manejo-formadores-agallas2.shtml>

Arvensis. (2010). Nemaquill protección y resistencia frente a nematodos Tratamiento para control de nemátodos en jitomate en San Pedro Nopala, Oaxaca

Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-nematodos-con-extractos-vegetales> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial. . cordova argentina: arvensis agro s.a.

Ávila, J., & Ruales, J. (lunes de Febrero de 2016). *Google Académico*. Obtenido de Google Académico: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81346341005.pdf>

- Bello, A. E. (1994). *Nemátodos endoparásitos*. Obtenido de Los nematodos fitoparásitos y su control en ambientes mediterráneos. *Patología vegetal* II:1039-10100. : [http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144\\_1u8BRlO6J3o74iTnXpqVI5PAcnRGA9lBU](http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144_1u8BRlO6J3o74iTnXpqVI5PAcnRGA9lBU)
- Bonilla, J. A. (2017). Crecimiento de las variedades y componentes del rendimiento de Higuierilla (*Ricinus Communis*). *REMEXCA*, 3-7.
- Briceño, I. R. (2014). Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de aceite de higuierilla (*Ricinus communis* con fines medicinales para la curación de la Leishmaniasis). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Calero, E. y. (1974). El cultivo de la Higuierilla. En E. y. Calero, (*Ricinus communis*) (págs. 1-6). Quito: INIAP ADMINISTRACIÓN CENTRAL "BOLICHE".
- Cantuña, C. N. (2013). Artículo Científico - Detección e identificación del nematodo formador de agallas *Meloidogyne* SPP. en suelos agrícolas destinados al cultivo de *Solanum lycopersicum* mediante la técnica PCR. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
- Carrión, V. (2010). Preparación de extractos vegetales determinación de eficiencia de métodos. Cuenca: Universidad de Cuenca facultad de ciencias químicas escuela de bioquímica y farmacia.
- Castillo, J. (2014). Identificación de especies de *Meloidogyne* spp. presentes en el municipio de Patzún, Chimaltenango. Universidad Rafael Landívar facultad de ciencias ambientales y agrícolas licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en gerencia agrícola: Guatemala de la Asunción.

- Coloma, L. (2017). El uso indiscriminado de plaguicidas pone en riesgo la salud humana, animal y sobre todo del suelo porque parte de sus componentes se quedan ahí. *La Hora*, 2,5.
- Constante. (2012). Elementos del ciclo de vida de población cubana de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Solanum lycopersicum* L. Scielo Revista de proteccion vegetal, 1-5.
- Cornejo, H. (2009). “Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado dominique . santo domingo: escuela politécnica del ejercito.
- Coyne, D. N.-C. (2007). *Practical plant nematology: a field and laboratory guide*. . Cotonou, Benin.: SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA),
- Díaz, S. (2019). *Plagas y Enfermedades del Tomate: Guía completa con fotos y consejos*. HUERTOS URBANOS, AGRICULTURA ECOLÓGICA / ORGÁNICA: AgroHueto.
- Escobar, C. D.-A. (1999). Nemátodos endoparásitos. Obtenido de Del Campo, F.F., Barthels, N., Van Der Eycken, W., Seurinck, J., montagu, M., Gheysen, G., Fenoll, C.: [http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144\\_1u8BRlO6J3o74iTnxpqVI5PAcnRGA9lBU](http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144_1u8BRlO6J3o74iTnxpqVI5PAcnRGA9lBU)
- Fenoll, C. A.-A. (1997). *Nematodos fitoparásitos*. Obtenido de Regulations of Gene : [http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/nems\\_msp/nm\\_5sp.htm](http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/nems_msp/nm_5sp.htm)
- García Ruiz, A. (2010). *Estudio de la regulación de genes en células de alimentación de nematodos endoparásitos sedentarios para su futuro empleo como herramientas biotecnológicas de control*. RUIdera.

- Gilmar, R. (14 de Enero de 2016). *Paradais Biotecnología*. Obtenido de Nematodos, características y ejemplos: <https://invertebrados.paradais-sphinx.com/nematodos/nematodos-caracteristicas.htm>
- Gómez, M., & Montes, M. (1994). Los nematodos fitoparásitos y su control en ambientes mediterráneos. *Patología vegetal* II:1039-10100. . Manejo de Nematodos Endoparásitos: Proyecciones Futuras.
- González, H. (Lunes de Junio de 2015). *Patología en casa* . Obtenido de Daños ocasionados por nematodos fitoparásitos: <http://jvroman19832.blogspot.com/2015/06/sintomas-que-provocan-los-nematodos-en.html>
- Herreros, E. E.-M.-L. (2001). *Nematodos endoparásitos*. Obtenido de Inducción de promotores virales en plantas transgénicas infectadas por nematodos fitopatógenos. VI Reunión de Biología Molecular de Plantas.Toledo. España: 156.: [http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144\\_1u8BRIO6J3o74iTnXpqVI5PAcnRGA9IBU](http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144_1u8BRIO6J3o74iTnXpqVI5PAcnRGA9IBU)
- INIAP. (1996). Identificación de fuentes de resistencia al nematodo *Meloidogyne* sp. en germoplasma de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt). Ecuador. Quito: INIAP.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. (s.f.). Ministerio de agricultura, ganadería y pesca . Obtenido de <https://inta.gob.ar/servicios/servicio-de-identificacion-botanica-de-especies-vegetales>.
- Jaramillo, R. E. (2014). Obtención de un insecticida Biológico a partir de la higuera (*Ricinus communis*) MACHALA 201 . MACHALA: Universidad de Machala.



- Jorgelina, L. (Abril de 2016). ¿Cuál es el impacto económico de los “Nematodos fitoparásitos”? Obtenido de Croplife: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>
- Leal, A. G. (2019). Caracterización morfológica de cinco ecotipos de la higuera (*Ricinus communis* L.) en la ESPOL "Campus Gustavo Galindo". Guayaquil: Escuela Politécnica Del Litoral.
- López, N. (2011). Alianza Estratégica y de Cooperación en Investigación en Envase y Embalaje para la Comercialización de Alimentos Transformados CEIDE@ CNTA. Obtenido de CNTA.
- Lorenzo, G. y. (2011). Identificación de fuentes de resistencia del nematodo nodulador de la raíz del género *Meloidogyne* incognita en el cultivo de tomate de árbol. Sangolquí: INIAP.
- Mannise, R. (20 de Marzo de 2019). Aceite de Ricino: Beneficios, usos y toxicidad. Obtenido de Ecocosas: <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/aceite-de-ricino/?cn-reloaded=1>
- Manobanda, A. B. (2015). *Estudio de Factibilidad para la creación de una empresa asociativa de producción y comercialización de tomate de riñón*. Quito: Ingeniería en Comercio.
- Marín, L. M. (martes de octubre de 2016). MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE. Obtenido de Innovación para la seguridad alimentaria: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Martelli, V. (Junio de 2008). *CIPEIN*. Obtenido de Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas : [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/normativa/Normativa/domisanitarios/Protocolo\\_Traitoma.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/normativa/Normativa/domisanitarios/Protocolo_Traitoma.pdf)

- Molina, N., Verón, R., & Altamirano, J. (2010). *Producción Hortícola Correntina Análisis técnico y económico del tomate en la campaña 2010. Publicación Técnica N° 40. INTA - ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. CENTRO*
- Montejo, N. (martes de enero de 2019). *Municipio de Salamá*. Obtenido de Universidad de Guatemala: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0718\\_v2.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0718_v2.pdf)
- Pérez, C. P. (2017). *Densidad poblacional de nematodos en el cultivo de café ALTO LIMA-CARAVANI*. Lima-Cravani: Investigación e Innovación Agropecuaria .
- Pérez, R. (2004). *Resistencia en pimiento de nematodos noduladores del género Meloidogyne*. Murcia: Actas de Horticultura.
- Pinochet, D. C. (martes de Diciembre de 1987). *Nematropica*. Obtenido de Nematropica: <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/63908>
- Quizphe, M. A. (Martes de Octubre de 2013). *Google Academico*. Obtenido de Google Academico: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6307/1/UPS-CT002879.pdf>
- Ramírez, J. (2012). "Evaluación de estrategias de control de nematodo (meloydoginesp.) en gypsophila (gypsophilapaniculata) variedad over time en la finca santa martha cayambe - ecuador 2011". quito: universidad politécnica salesiana sede quito.
- Ramos, J. E. (2015). *Obtención de un insecticida biológico a partir de la higuera (ricinus communis), machala 2014*. machala: nidad académica de ciencias químicas y de la salud unidad académica de ciencias químicas y de la salud.
- Reina, C., Torres, J., & Sánchez, M. (1998). *Manejo Poscosecha y Evaluación de calidad del tomate (Lycompersicum esculentum Mill) que se comercializa en la ciudad de Neiva* . Neiva: Ingeniería Agrícola .

- Rendón, C. N. (2009). *Producción y exportación de higuera (Ricinus communis) a Colombia como materia prima para la Elaboración de biocombustibles*. Guayaquil: Escuela superior Politécnica del Litoral.
- Rodríguez, F., & Palomo, A. (2015). Reacción de siete cultivares de capsicum a diferentes densidades del nematodo del nódulo, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949. *Lima-Peru: Anales Científicos*, 77 (2): 193-203 (2016).
- Sabillón y Bustamante, M. A. (Julio-Diciembre de 1995). *TÉCNICA PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL*.
- Sabillón y Bustamante, M. A. (1995). *Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas de tomate*. CEIBA.
- Salazar, W. y. (2013). Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate. Nicaragua: Agronomía Mesoamericana.
- Saráuz, V. (2018). Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura. Ibarra: Universidad Técnica Del Norte.
- SciELO. (2005). Criopreservación del nemátodo *Beddingia (Deladenus) siricidicola*, controlador biológico de la avispa del pino. *SciELO Bosque Valdivia*, 4-6.
- SciELO. (2010). *Pasteuria penetrans* como agente de control biológico frente a *Meloidogyne* spp. *SciELO*, 4-7.
- Sijmons, P. (1993). *Plant nematode interactions*. *Plant molecular biology* 23: 917-931. Obtenido de *Plant nematode interactions*. *Plant molecular biology* 23: 917-931: [http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144\\_1u8BRIO6J3o74iTNxqpVI5PAcnRGA9IBU](http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf?fbclid=IwAR3507DT32-JsAGbLJavnQ144_1u8BRIO6J3o74iTNxqpVI5PAcnRGA9IBU)

- Sistema Nacional Argentino De Monitoreo de Plagas y Enfermedades. (martes de Octubre de 2010). *Solanum lycopersicum*. Obtenido de CENTRO REGIONAL CORRIENTES. ISSN 1515-9299: <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/solanum-lycopersicum>
- Solano, S., Esquivel, A., Molina, R., & Moreta, B. (2015). IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE Meloidogyne ASOCIADOS A PLANTAS ORNAMENTALES DE ALTURA EN COSTA RICA. Costa Rica: Fundación Rusa.
- Stefany, G. (2015). Identificación de Especies de Meloidogyne Asociadas a Plantas Ornamentales de Altura en Costa Rica. *Agronomía Mesoamerica*, 1-5.
- Tenorio, P. (2016 ). *Método de evaluación Rápida de invasividad (Meri) para especies exóticas*. México: Malezas de México.
- Tovar-Soto, A., del Prado-Vera, I. C., Sandoval-Islas, J. S., & Martínez-Garza. (2016). Nematodos formadores de quistes . *Fitopatología Mexico*, 24.
- Vallejoz, L. (2016). EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN POTENCIAL DEL ACEITE DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CANTÓN URCUQUÍ. Ibarra: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Vasquez, D. (2018). Variedades de cultivo en el Ecuador. *El Comercio*, 5.
- Vélez, G. V. (2009). Tomate de riñon una vision para el futuro. En G. V. Vélez, *Manual de produccion y comercialización del cultivo de tomate en invernadero* (pág. 22). Cuenca: Politécnica .
- Villapudua, R. (2014). Principales *Enfermedades por nematodos que afectan la producción de tomate*. Agrobiológica, S.A. de C.V. y Universidad Autónoma de Sinaloa.

## 15. ANEXOS

Anexo 1: Aval de inglés.

CENTRO DE IDIOMAS



### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor estudiante: **CHIMBA TAIPE WILLIAM STALIN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa “**EVALUACIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO A BASE DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) COMO MÉTODO DE CONTROL DE NEMATODOS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**”, que lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, febrero de 2020

Atentamente,

  
Lic. MS.c. Edison Marcelo Pacheco Pruna  
C.C. 0502617350  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**



**Anexo 2:** Formato Excel para recolección de datos evaluados.

				Zhora critica										
				5 horas						18 horas		24 horas		
NEMATOCIDA DE HIGUERILLA				HORAS										
NH	Población	Dosis	Repetición	10:00am	01:00pm	4:00pm	7:00pm	10:00pm	02:00am	08:00am	11:00am	01:00pm		
N1	P1	D1	1	24	18	18	12	6	6	6	0	0		
N1	P1	D1	2	24	18	12	6	0	0	0	0	0		
N1	P1	D1	3	24	24	18	12	6	6	0	0	0		
N1	P1	D1	4	24	24	18	12	6	6	0	0	0		
N1	P1	D1	5	24	18	12	6	6	0	0	0	0		
N1	P1	D1	6	24	18	18	6	6	6	0	0	0		
N1	P1	D1	7	24	24	18	12	6	0	0	0	0		
N1	P1	D1	8	24	18	12	6	0	0	6	0	0		
N1	P1	D1	9	24	24	12	0	0	0	0	0	0		
N1	P2	D1	1	40	30	30	30	20	10	0	0	0		
N1	P2	D1	2	40	40	30	30	30	10	10	10	0		
N1	P2	D1	3	40	40	30	30	20	10	0	0	0		
N1	P2	D1	4	40	30	20	20	10	0	0	0	0		
N1	P2	D1	5	40	40	30	30	20	10	10	0	0		
N1	P2	D1	6	40	40	20	20	10	0	0	0	0		
N1	P2	D1	7	40	40	20	20	10	0	0	0	0		
N1	P2	D1	8	40	40	30	30	20	10	0	0	0		
N1	P2	D1	9	40	30	20	20	10	0	10	10	0		
N1	P1	D2	1	24	20	20	12	4	4	4	0			
N1	P1	D2	2	20	20	16	8	4	0	0	0			
N1	P1	D2	3	24	24	12	8	0	0	0	0			
N1	P1	D2	4	20	16	16	12	0	0	0	0			
N1	P1	D2	5	20	20	12	4	4	0	0	0			
N1	P1	D2	6	20	16	12	4	4	0	0	0			
N1	P1	D2	7	24	20	12	8	0	0	0	0			
N1	P1	D2	8	20	20	12	8	0	0	0	0			
N1	P1	D2	9	24	20	12	4	0	4	0	0			
N1	P2	D2	1	42	35	35	21	14	0	0	0			
N1	P2	D2	2	42	35	28	21	21	7	0	0			
N1	P2	D2	3	35	35	28	28	21	7	0	0			
N1	P2	D2	4	35	35	35	21	14	5	0	0			
N1	P2	D2	5	42	42	35	21	14	7	0	0			
N1	P2	D2	6	42	35	35	21	14	0	0	0			
N1	P2	D2	7	35	35	35	21	14	7	0	0			
N1	P2	D2	8	42	35	28	21	14	0	0	0			
N1	P2	D2	9	42	35	28	21	14	7	7	0			
N1	P1	D3	1	20	20	15	10	0						
N1	P1	D3	2	25	20	20	5	0						
N1	P1	D3	3	20	20	15	5	0						
N1	P1	D3	4	25	20	15	5	0						
N1	P1	D3	5	25	15	15	10	0						
N1	P1	D3	6	25	20	15	5	0						
N1	P1	D3	7	25	20	15	5	0						
N1	P1	D3	8	25	20	10	5	0						
N1	P1	D3	9	25	20	15	5	0						
N2	P1	D2	1	16	8	4	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	2	16	8	0	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	3	12	4	4	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	4	12	8	0	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	5	12	8	0	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	6	12	4	4	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	7	8	4	0	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	8	12	4	0	0	0	0	0	0			
N2	P1	D2	9	8	4	0	0	0	0	0	0			
N2	P2	D2	1	28	28	14	7	0	0	0	0			
N2	P2	D2	2	28	21	14	7	0	0	0	0			
N2	P2	D2	3	28	28	14	0	0	0	0	0			
N2	P2	D2	4	28	28	14	7	0	0	0	0			
N2	P2	D2	5	28	21	14	0	0	0	0	0			
N2	P2	D2	6	21	21	14	7	0	0	0	0			
N2	P2	D2	7	21	21	7	0	0	0	0	0			
N2	P2	D2	8	28	28	14	7	0	0	0	0			
N2	P2	D2	9	28	21	14	7	0	0	0	0			
N2	P1	D3	1	5	0	0	0	0						
N2	P1	D3	2	10	0	0	0	0						
N2	P1	D3	3	10	0	0	0	0						
N2	P1	D3	4	5	0	0	0	0						
N2	P1	D3	5	10	0	0	0	0						
N2	P1	D3	6	15	0	0	0	0						
N2	P1	D3	7	5	0	0	0	0						
N2	P1	D3	8	5	0	0	0	0						
N2	P1	D3	9	10	0	0	0	0						

Elaborado por: (Chimba, 2019)

**Anexo 3:** Promedio de mortalidad a las 5 horas después de la aplicación de nematicidas.

Porcentaje de nematodos vivos			
Tratamientos	I	II	III
N1P1D1	83,33	83,33	91,67
N1P1D2	88,88	77,79	77,79
N1P1D3	80,00	73,32	80,00
N1P2D1	91,68	91,68	91,68
N1P2D2	83,33	88,88	83,33
N1P2D3	80,00	53,33	66,68
N2P1D1	58,33	58,33	58,33
N2P1D2	27,79	27,79	16,67
N2P1D3	0,00	0,00	0,00
N2P2D1	58,33	58,33	50,00
N2P2D2	61,12	55,55	55,55
N2P2D3	13,33	13,33	6,68
<b>Testigo</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Porcentaje de nematodos muertos				
TRATAMIENTOS	I	II	III	
N1P1D1	16,67	16,67	8,33	<b>Promedio</b>
N1P1D2	11,13	22,21	22,21	<b>48,29</b>
N1P1D3	20,00	26,68	20,00	
N1P2D1	8,33	8,33	8,33	
N1P2D2	16,67	11,12	16,67	
N1P2D3	20,00	46,68	33,33	
N2P1D1	41,67	41,67	41,67	
N2P1D2	72,21	72,21	83,33	
N2P1D3	100,00	100,00	100,00	
N2P2D1	41,68	41,68	50,00	
N2P2D2	38,88	44,45	44,45	
N2P2D3	86,68	86,68	93,33	
<b>Testigo</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

Elaborado por: (Chimba, 2019)

**Anexo 4:** Promedio de mortalidad a las 18 horas después de la aplicación de nematicidas.

Porcentaje de nematodos vivos			
Tratamientos	I	II	III
N1P1D1	16,67	16,67	0,00
N1P1D2	5,54	5,54	0,00
N1P1D3	0,00	0,00	0,00
N1P2D1	25,00	8,33	8,33
N1P2D2	11,12	11,12	11,12
N1P2D3	0,00	0,00	0,00
N2P1D1	0,00	0,00	0,00
N2P1D2	0,00	0,00	0,00
N2P1D3	0,00	0,00	0,00
N2P2D1	0,00	0,00	0,00
N2P2D2	0,00	0,00	0,00
N2P2D3	0,00	0,00	0,00
Testigo	100,00	100,00	100,00

Porcentaje de nematodos muertos				
TRATAMIENTOS	I	II	III	
N1P1D1	58,33	66,67	75,00	Promedio
N1P1D2	61,13	50,00	77,79	79,95
N1P1D3	73,32	73,32	80,00	
N1P2D1	25,00	41,68	41,68	
N1P2D2	44,45	50,00	50,00	
N1P2D3	100,00	100,00	93,33	
N2P1D1	91,67	91,67	91,67	
N2P1D2	100,00	100,00	100,00	
N2P1D3	100,00	100,00	100,00	
N2P2D1	75,00	83,33	91,68	
N2P2D2	88,88	88,88	88,88	
N2P2D3	100,00	100,00	100,00	
Testigo	100,00	100,00	100,00	

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)




**Anexo 5:** Promedio de mortalidad a las 18 horas después de la aplicación de nematicidas.

Porcentaje de nematodos vivos			
Tratamientos	I	II	III
N1P1D1	8,33	0,00	0,00
N1P1D2	5,54	5,54	0,00
N1P1D3	0,00	0,00	0,00
N1P2D1	8,33	8,33	0,00
N1P2D2	0,00	0,00	5,55
N1P2D3	0,00	0,00	0,00
N2P1D1	0,00	0,00	0,00
N2P1D2	0,00	0,00	0,00
N2P1D3	0,00	0,00	0,00
N2P2D1	0,00	0,00	0,00
N2P2D2	0,00	0,00	0,00
N2P2D3	0,00	0,00	0,00
<b>Testigo</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Porcentaje de nematodos muertos				
TRATAMIENTOS	I	II	III	
N1P1D1	58,33	66,67	75,00	Promedio
N1P1D2	61,13	50,00	77,79	79,95
N1P1D3	73,32	73,32	80,00	
N1P2D1	25,00	41,68	41,68	
N1P2D2	44,45	50,00	50,00	
N1P2D3	100,00	100,00	93,33	
N2P1D1	91,67	91,67	91,67	
N2P1D2	100,00	100,00	100,00	
N2P1D3	100,00	100,00	100,00	
N2P2D1	75,00	83,33	91,68	
N2P2D2	88,88	88,88	88,88	
N2P2D3	100,00	100,00	100,00	
<b>Testigo</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

**Elaborado por:** (Chimba, 2019)


## Anexo 6: Informe de análisis cromatográfico de la semilla de higuera.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DEL ECUADOR**

**INFORME FINAL**



Guayaquil, 27 de Marzo de 2015

**1. Condiciones de análisis**

En la Tabla 1 se detallan las condiciones existentes en el laboratorio durante el desarrollo del análisis:

Tabla 1. Condiciones del análisis	
Temperatura (°C)	21.8
Humedad (%)	52.9

**2. Discusión de resultados**

**2.1 Screening Cromatográfico**


En la tabla 2 se presentan los compuestos detectados en la muestra analizada mediante Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas (CG-EM).

**Tabla 2. Compuestos químicos detectados en el extracto de higuera por CG-EM**

Pico	Tiempo de retención (min)	Compuesto	% de Área
1	7.929	1 etil, 2 metil benceno	0.010
2	11.053	Ácido propanoico, 2-oxy	0.010
3	18.484	Glicerol	0.010
4	39.542	Ácido hexadecanoico	0.010
5	43.219	Ácido linoleico	0.020
6	43.340	trans-2,8- dimetil-1,1-bis(metiltio)-2-phenil-1,2-diidroazeto(2,1-b)quinazolina	0.020
7	43.913	Ácido esteárico	0.010
8	47.571	Ácido ricinoleico	0.210

**Fuente:** (Ramos, 2015)

## Anexo 7: Ficha técnica de Nemaquill orgánico



### COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Materia Orgánica Total	30,5% p/p (35% p/v)
Densidad	1,15 g/cc
pH	4,2

*CC Emitido por BCS en conformidad con la regulación (CE) nº 889/2008 (UE), USDA/NOP-Final rule (EE.UU.) 205.203(c)(3) y JAS No. 1605 (Japón), para el uso en la agricultura orgánica como fertilizante.*

### DOSIS Y MODO DE APLICACIÓN

NEMAQUILL es un producto de aplicación vía suelo, siendo la dosis general de 5l/ha. Se aplicará una vez durante el ciclo de cultivo para cultivos con ciclos inferiores a 6 meses y dos veces en cultivos con ciclos superiores a los 6 meses, como por ejemplo tomate, banana, etc.

Grupo	Dosis	Modo y época de aplicación
Cultivos con ciclos < 6 meses	5 l/ha	Una aplicación. En rosas aplicar después del pinch.
Cultivos con ciclos > 6 meses		Dos aplicaciones. En banano aplicar a la entrada y salida de lluvias

En suelos arenosos realizar 3 aplicaciones (cada 45 días).  
Aplicar siempre que la planta esté afectada por ataques de nematodos

Se debe aplicar, al menos, un mes después de haber aplicado nematicidas químicos.

Se puede aplicar en cualquier estadio en que la planta pueda estar afectada por enfermedades del suelo.

- No tiene plazo de seguridad.
- No deja residuo.
- Se puede aplicar por goteo
- Se debe aplicar al inicio de la aparición de los daños, para evitar una merma inicial en el sistema radicular de la planta, que luego pueda ser difícil de recuperar.

**Anexo 8:** Recolección de muestras de raíz.



**Anexo 9:** Limpieza de raíz de tomate.



**Anexo 10:** Selección de nódulos de raíz.



**Anexo 11:** Recolección de semillas de Higuera.



**Anexo 12:** Proceso de pesado de la pasta de Higuera.



**Anexo 13:** Proceso de Herborización de la muestra.



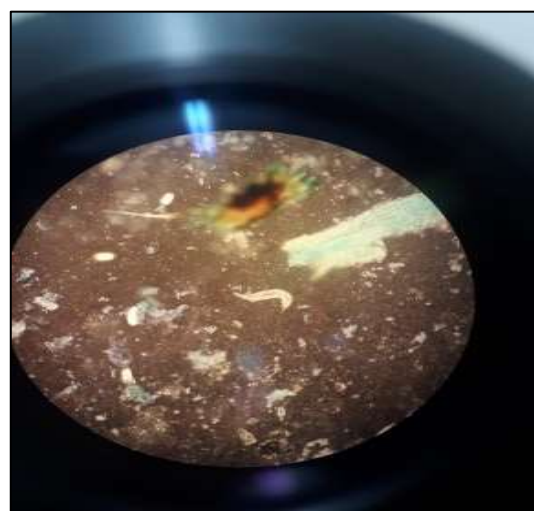
**Anexo 14:** Proceso de formulación de emulsiones.



**Anexo 15:** Obtención del extracto.



**Anexo 16:** Observación de nematodos en el microscopio.



**Anexo 17:** Almacenamiento de muestras a evaluar.



**Anexo 18:** Obtención de materiales de laboratorio.



**Anexo 19** Elaboración de extractos.

