



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“IDENTIFICACIÓN Y PROSPECCIÓN DE NEMATODOS EN EL  
SISTEMA AGROFORESTAL DEL CAMPUS SALACHE, CANTÓN  
LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI, 2022 - 2023”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero agrónomo

**Autor:**  
Toapanta Quevedo Kevin Ismael

**Tutor:**  
Chancusig Espin Edwin Marcelo

**LATACUNGA – ECUADOR**  
**Febrero 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Kevin Ismael Toapanta Quevedo, con cédula de ciudadanía No. 2300492358, declaro ser autor del presente proyecto “Identificación y Prospección de nematodos en el Sistema Agroforestal en el Campus Salache, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, 2022-2023”, siendo el Ingeniero Edwin Marcelo Chancusig Espin Ph.D. 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.

Latacunga, 15 de febrero del 2023

Kevin Ismael Toapanta Quevedo

Estudiante

CC: 2300492358

Ing Edwin Marcelo Chancusig Espin, Ph.D.

Docente Tutor

CC: 0501148837

## **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 **TOAPANTA QUEVEDO KEVIN ISMAEL**, identificado con cédula de ciudadanía **2300492358** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor 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 Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Identificación y prospección de nematodos en el sistema Agroforestal en el campus Salache, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, 2022-2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. Edwin Marcelo Chancusig Espín, PhD

Tema: “Identificación y prospección de nematodos en el sistema Agroforestal en el Campus Salache, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, 2022-2023”

**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.
- e) 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 **LA 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 15 días del mes de febrero del 2023.

Kevin Ismael Toapanta Quevedo  
**EL CEDENTE**

Dr. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**

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

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

**“IDENTIFICACIÓN Y PROSPECCIÓN DE NEMATODOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL EN EL CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI, 2022-2023”** de Toapanta Quevedo Kevin Ismael, de la carrera de Agronomía, 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.

Latacunga, 15 de febrero del 2023

Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espin, Ph.D.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 0501148837

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

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Toapanta Quevedo Kevin Ismael, con el título del Proyecto de Investigación: “IDENTIFICACIÓN Y PROSPECCIÓN DE NEMATODOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL EN EL CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI , 2022-2023”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D.  
CC: 0556897423

Lector 2  
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.  
CC: 0502409725

Lector 3  
Ing. Jorge Troya Sarsoza, Ph.D.  
CC: 0501645568

## **AGRADECIMIENTO**

En este proyecto agradezco a todas las personas que estuvieron conmigo y contribuyeron para que esto se haga posible, saben que son muchos y de todo corazón un Dios le pague por todo el apoyo brindado, Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas a sus docentes por los conocimientos impartidos ya que de esta manera ayudaron a que académicamente y en la vida me forme como un profesional.

Dios le pague a todos y cada uno de ustedes.

Kevin Ismael Toapanta Quvedo

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mi madre por el esfuerzo y sacrificio sobre todo por la compañía en este paso muy importante en mi vida, a mis tíos y mis primos que de una u otra manera han contribuido mediante este proceso, a mi hermano por ser una motivación para llegar hasta esta etapa, a mi abuelita que desde el cielo me ha cuidado y me ha dado las bendiciones para poder seguir.

Por eso este trabajo va dedicado a todos quienes estuvieron a mi lado desde mi formación en primaria y hasta llegar a ser un profesional, en especial a dios por permitirme llegar hasta aquí.

Kevin Ismael Toapanta Quevedo

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “IDENTIFICACIÓN Y PROSPECCIÓN DE NEMATODOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL EN EL CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI, 2022 - 2023.”.**

AUTOR: Toapanta Quevedo Kevin Ismael

### RESUMEN

La identificación, prospección de nematodos es fundamental para conocer las especies y número de nematodos que existe en el Sistema Agroforestal ubicado en el campus Salache cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. Se recolecto las muestras en diferentes lotes a profundidades: 5cm, 10cm y 15cm, para esto se implementó el método de Zig Zag, utilizando un barreno, las muestras fueron puestas en una funda donde se obtuvo una muestra compuesta de cada profundidad, se recolecto un total 12 muestras de suelo posteriormente se llevó a laboratorio, donde se procedió a realizar la extracción de nematodos por lo consiguiente se peso 100g de suelo por cada muestra luego fueron homogenizadas, tamizadas, centrifugadas y observadas en el microscopio. A la profundidad de 5cm se encontró *Scutellonema* sp con 57 individuos, *Meloidogyne* sp con 24 individuos y *Helicotylenchus* sp con 12 individuos. A la profundidad de 10cm se encontró *Scutellonema* sp con 42 individuos, *Meloidogyne* sp con 8 individuos y *Helicotylenchus* sp con 9 individuos así mismo a la profundidad de 15cm se encontró *Scutellonema* sp con 53 individuos, *Meloidogyne* sp con 9 individuos y *Helicotylenchus* sp con 16 individuos. Entonces el mejoramiento de la fertilidad del suelo con la incorporación de material vegetal aumenta la flora microbiana, permitiendo que haya un control biológico entre las diferentes especies de microorganismos es por ello que se evidencio que las especies de nematodos presentes no afectaron a los cultivos establecidos.

**Palabras clave:** Nematodos, muestra, *Scutellonema*, profundidad, cultivos, laboratorio.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "IDENTIFICATION AND PROSPECTION OF NEMATODES IN THE AGROFORESTRY SYSTEM IN THE CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCE COTOPAXI, 2022 - 2023".**

AUTHOR: Toapanta Quevedo Kevin Ismael

**ABSTRACT**

The identification and prospection of nematodes is fundamental to know the species and number of nematodes that exist in the Agroforestry System located in the campus Salache Canton Latacunga Province of Cotopaxi. Samples were collected in different lots at different depths: 5cm, 10cm and 15cm, for this the Zig Zag method was implemented, using an auger, the samples were placed in a cover where a composite sample was obtained from each depth, a total of 12 soil samples were collected and then taken to the laboratory, where we proceeded to perform the extraction of nematodes, therefore 100g of soil was weighed for each sample, then they were homogenized, sieved, centrifuged and observed under the microscope. At a depth of 5 cm, *Scutellonema* sp was found with 57 individuals, *Meloidogyne* sp with 24 individuals and *Helicotylenchus* sp with 12 individuals. At a depth of 10 cm, *Scutellonema* sp was found with 42 individuals, *Meloidogyne* sp with 8 individuals and *Helicotylenchus* sp with 9 individuals. At a depth of 15 cm, *Scutellonema* sp was found with 53 individuals, *Meloidogyne* sp with 9 individuals and *Helicotylenchus* sp with 16 individuals. Thus, the improvement of soil fertility with the incorporation of plant material increases the microbial flora, allowing biological control between the different species of microorganisms, which is why it was found that the species of nematodes present did not affect the established crops.

Key words: Nematodes, sample, *Scutellonema*, depth, cultures, laboratory.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
Beneficiarios directos .....	3
Beneficiarios indirectos .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: .....	3
4.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
5. OBJETIVOS:.....	3
5.1. General.....	3
5.2. Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. NEMÀTODOS .....	6
7.2. Clasificación de nematodos .....	7

7.3. CICLO DE VIDA DE LOS NEMATODOS .....	10
7.4. ALIMENTACIÓN DE LOS NEMATODOS .....	10
7.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS.....	11
7.6. ESPECIES ENCONTRADAS DE NEMATODOS EN LA INVESTIGACIÓN. ....	12
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	17
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	17
Ubicación geográfica del ensayo .....	17
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	21
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	24
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	24
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	25
14. BIBLIOGRAFIA .....	27
15. ANEXOS.....	31

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Número de nematodos en la Profundidad de 5cm.....	21
Grafico 2. Número de nematodos en la profundidad de 10cm.....	22
Grafico 3. Número de nematodos en la profundidad de 10cm.....	23

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Numero de nematodos en la Profundidad de 5cm .....	21
Cuadro 2. Número de nematodos en la profundidad de 10cm .....	22
Cuadro 3. Número de nematodos en la profundidad de 15cm .....	23

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“Identificación y prospección de nematodos en el sistema agroforestal en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, 2022 - 2023”.

**Fecha de inicio:**

Octubre 2022

**Fecha de finalización:**

Febrero 2023

**Lugar de ejecución:**

Salache – Eloy Alfaro - Latacunga - Provincia de Cotopaxi – Zona 3 – Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

**Equipo de Trabajo:**

Responsable de la Investigación: Kevin Ismael Toapanta Quevedo

Tutor: Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espin PhD.

Lector 1: Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D.

Lector 2: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Lector 3: Ing. Mg. Jorge Troya Sarzosa PhD.

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre/s: Kesvin Ismael Toapanta Quevedo

Teléfonos: 0979282925

Correo electrónico: kevin.toapanta2358@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura, silvicultura y pesca - Producción agropecuaria.

**Línea de investigación:****Línea 1:**

a. Desarrollo soberanía y seguridad alimentaria

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

a. Producción agrícola sostenible

**Línea de vinculación de la carrera:**

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

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La agricultura al ser la principal fuente de alimentación para la población mundial también es la impulsada en la economía de diferentes países así mismo tiende a grandes complicaciones y factores que afectan al productor, uno de estos se relaciona con los nematodos ya que estos vienen a ser gusanos microscópicos que afectan de forma directa, estos están presentes en el suelo y en follaje de la planta, el poco conocimiento de manejo de la plaga genera cuantiosas pérdidas económicas.

Ortiz, señala que “los nematodos son una de las mayores limitantes en la fruticultura tropical causando grandes pérdidas económicas por la reducción de los rendimientos. (2012, párr. 3)

La investigación se realizó con los objetivos de identificar las especies de nematodos existentes en el sistema agroforestal y prospectar el número de nematodos presentes que existen en el sistema agroforestal, los nematodos se benefician de las raíces de los cultivos plantados en los diferentes lotes en estudio o simplemente se alimentan de la materia orgánica presente. (Lopez, Nematodos, s.f., párr. 5).

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **Beneficiarios directos**

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Docentes y Comunidades de los sectores priorizados Carrera de Ingeniería

#### **Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos son las Instituciones públicas, privadas y las ONG que están en relación al sector Agrícola (MAG, COLEGIOS TECNICOS AGROPECUARIOS).

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

Al ser Salache uno de los campus de estudio e investigaciones agrícolas dentro de la provincia de Cotopaxi y todo el país, desconoce investigaciones relacionadas a nematodos ya que estos vienen hacer de gran interés de estudio por el daño que causan a los cultivos y las pérdidas económicas que estos generan.

El desconocimiento de las especies y la densidad poblacional de nematodos que se encuentran presentes en el sistema agroforestal.

El estudio investigativo se realizó por la falta de información que existe relación a la presencia de la diversidad de nematodos en un sistema agroforestal, el mismo que es un sistema diverso, en el que se encuentran arboles forestales nativos, frutales, ornamentales y medicinales, que tienen importancia ambiental, embellecen el paisaje.

#### **4.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las especies, y la densidad poblacional de nematodos asociados al Sistema Agroforestal en el campus Salache cantón Latacunga provincia de Cotopaxi?

### **5. OBJETIVOS:**

#### **5.1. General**

“Identificar, prospectar nematodos en el sistema agroforestal del campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022 – 2023”.



	<p>Extracción y recolección de muestras de suelos a diferentes profundidades.</p> <p>Etiquetado de muestras.</p> <p>Transporte de muestras en una hielera hasta el laboratorio.</p>	<p>Se dividió el lote en tres partes para realizar la extracción de muestras de suelo a diferentes profundidades 5, 10 y 15 con ayuda de un barreno.</p> <p>Una vez selladas las muestras fueron etiquetadas según el lote, la profundidad y en la respectiva fecha en la que se extrajo.</p> <p>Ubicamos las muestras de suelo etiquetadas en la hielera para preservar la temperatura y la humedad hasta llevar al laboratorio.</p>	<p>Fotografías.</p> <p>Fotografías.</p>
<p>Prospectar el número de individuos de nematodos en 100g de suelo de acuerdo a la profundidad (5,10 y 15cm).</p>	<p>Elaboración de un registro de datos.</p> <p>Extracción de muestras de nematodos.</p>	<p>Se realizó matrices en Excel para el registro de la información.</p> <p>Pesaje, tamizado de la muestra de suelo y utilización de la centrifuga.</p>	<p>Registro de datos.</p> <p>Fotografías.</p>

	Identificación de géneros y especies	Visualización de muestras centrifugadas en el microscopio.	Fotografías.
Elaborar el protocolo de la identificación, prospección de nematodos en el sistema agroforestal.	Implementación del proyecto de investigación  Cuantificación de nematodos observados al microscopio.	Redacción de los pasos y métodos utilizados durante la investigación.  Microscópicamente se visualizó la cantidad de nematodos obtenidos por muestra	Proyecto de investigación.  Registro de datos y fotografías.

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. NEMÁTODOS

Según Moreno,( 2012, pág. 3) menciona que “Los nematodos tienen relación directa con el suelo ya que es una unidad básica en el funcionamiento y dinámica de los agro ecosistemas, ya que proporciona el sustento físico y biológico para la producción vegetal. Aunque el efecto de las prácticas antropógenas sobre el componente abiótico del suelo está ampliamente documentado, existen pocas herramientas capaces de medir el impacto de estas prácticas en la biodiversidad del ecosistema edáfico”. Apoyando a esta investigación Lezaun, (2016, pág. 2) refiere “Algunas especies de nematodos atacan y parasitan animales y al hombre y pueden causar distintas enfermedades. (Ortuño, 2012, párr. 5) menciona que “El resto, según sus hábitos alimentarios se pueden clasificar en varios grupos tróficos: saprófagos, omnívoros, depredadores, y parásitos de plantas”. Aunque todos ellos pueden ejercer cierto impacto en la producción agrícola, los “nematodos Fito parásitos” constituyen el grupo más importante por su acción patogénica. Así mismo, Azpilicueta, (2016, párr. 3)” deduce que “Son gusanos microscópicos (no se ven a simple vista) que viven en el suelo cercano a las raíces de las plantas (rizosfera). En general, miden entre 0,2 y 1 mm de longitud”.

Por lo expuesto según criterio de los autores, los nematodos en el suelo están influenciados por suelo impropriadamente tratado por la humedad, la aireación y temperatura del mismo, plantas en contacto con la tierra y material de propagación vegetativa infectado. Además, (Arteaga, 2001, párr. 2), afirma que “Los nematodos se determinan como un grupo de gusanos microscópicos que viven en el suelo y atacan las raíces o partes aéreas de la mayoría de los cultivos”. Con frecuencia causan daños tan serios, que es imposible mantener una agricultura económicamente viable, sin el uso de alguna forma de control nematológico.

## 7.2. Clasificación de nematodos

**Endoparásitos y Ectoparásitos.** (Jualca, 2008, párr. 3).

Los nematodos fitoparásitos se clasifican según su tipo de ubicación a la hora de alimentarse y realizar su ciclo de vida en:

Nematodos endoparásitos y ectoparásitos.

Endo: Significa dentro. Interno.

Ecto: Significa fuera. Externo.

**Los nematodos endoparásitos:** Según (Calle, 2020, párr. 3) “pasan parte o todo su ciclo de vida en el interior del tejido vegetal y se alimentan de él”.

Dentro de los endoparásitos tenemos los endoparásitos migratorios y los endoparásitos sedentarios.

**Los endoparásitos sedentarios** (Jalca, 2019, párr. 3) señala que “aquellos que se alimentan del interior de las raíces y pasan allí su ciclo de vida, con la masa de huevos incluida, un ejemplo de estos son los archiconocidos nematodos agalladores o Root Knot nematodes, así como los quistes en inglés cysts”.

- *Meloidogyne* sp.
- *Heterodera* sp.
- *Globodera* sp.
- *Cactodera* sp.
- *Punctodera* sp.
- *Nacobbus* sp.

Las hembras de todos estos géneros se tornan globosas e inmóviles, mientras los machos carecen de un aparato digestivo al uso.

Forman células modificadas, por lo que muchos de ellos deforman las raíces mostrando unas agallas típicas muy fáciles de reconocer a la vista de técnicos y agricultores. (Andrade, 2020, párr. 3).

Dentro de los endoparásitos, existen nematodos que dejan parte de su cuerpo fuera del tejido vegetal, con lo que queda parte del nematodo dentro alimentándose, y la otra parte expuesta para poner huevos.

**Los denominados endoparásitos migratorios** (Gales, s.f., párr. 6) menciona que están compuestos por nematodos como:

- *Pratylenchus* sp.
- *Hirschmanniella* sp.
- *Radopholus* sp.

Retienen su movilidad, no están fijos en un sitio, migran de dentro a fuera, por lo que podemos encontrarlos igualmente en las raíces que en el suelo.

Se alimentan del tejido vegetal penetrando en la raíz y saliendo de ella para terminar su ciclo de vida allí. Normalmente necrosan los tejidos vegetales. Son los más conocidos como nematodos lesionadores o Root lesion nematodes.

**Los nematodos fitoparásitos Semiendoparásitos pueden ser:**

(Leon, 2019, párr. 7) refiere que los Sedentarios: Las hembras abultadas se alimentan dejando parte de su cuerpo en el interior de las raíces, mientras que los machos y juveniles están en el suelo.

- *Tylenchulus semipenetrans*, el nematodo de los cítricos.
- *Rotylenchus reniformis*
- *Sphaeronema* sp.

Migratorios: Parte de su cuerpo se introduce en el interior, pero conservan su forma vermiforme, alimentándose de células no modificadas.

- *Hoplolaimus* sp.

- *Helycotylenchus* sp.

Los nematodos **Ectoparásitos** (Games, 2018, párr. 2), son los que se pueden encontrar alimentándose de los tejidos radiculares, pero que no penetran en la raíz, se encuentran en su mayoría en el suelo, por lo que son los más afectados por los nematicidas.

Incluyen:

- *Trichodorus* sp.
- *Xiphinema* sp.
- *Longidorus* sp.
- *Tylenchorhynchus* sp.
- *Merlinius* sp.
- *Paratylenchus* sp.
- *Scutellonema* sp.
- *Macrophostonia* sp.
- *Belonolaimus* sp.
- *Dolichodorus* sp.

Además de en las raíces y el suelo, podemos encontrar nematodos en semillas, en tallos y en la parte aérea de la planta (hojas y flores). (Rocha, 2018, párr. 4).

**Ectoparásitos migratorios:** Pueden encontrarse también en el suelo.

- *Anguina* sp.
- *Aphelenchoides* sp.
- *Dytilenchus* sp.

**Ectoparásitos sedentarios:**

- *Bursaphelenchus* sp.

(Paz, 2012) Los nematodos fitoparásitos representan aproximadamente el 50% de las pérdidas de la cosecha cuando está presente en el campo, además en cultivos de larga duración pueden ser la vía de entrada de muchos hongos, bacterias y virus.

La mejora genética ha sido de gran ayuda, sacando al mercado variedades resistentes o tolerantes a los nematodos. Neval (2017, págs. 1,2,3).

### 7.3. CICLO DE VIDA DE LOS NEMATODOS

Los nematodos, son gusanos redondos, microscópicos e invisibles al ojo humano y son los miembros más abundantes del reino animal en el planeta. (Rueda, 2015, párr. 3) .Hay más de 25.000 especies conocidas que se pueden encontrar en todo el mundo, en el ártico, los desiertos y las profundidades del océano, pero la mayoría viven en el suelo. Lopez J. ( 2022, párr. 1).

(Collas, 2018, párr. 3), menciona que “El ciclo de vida del nematodo del nudo de la raíz comienza cuando las hembras depositan los huevos” Así mismo (Taños, 2017), manifiesta que “Los nematodos mudan de piel cuatro veces; la primera vez ocurre dentro del huevo”. Después de eclosionar, las crías que surgen se desplazan por las películas de agua en las partículas de suelo con el fin de ingresar e infectar las raíces de las plantas, normalmente cerca de la punta de las raíces. El nematodo del nudo de la raíz inserta su estilete en la célula de la raíz, de donde extrae líquidos con alto contenido de nutrientes. (Bolívar, 2017) Las sustancias químicas que emite el nematodo del nudo de la raíz causan que las células que lo rodean se hinchen. Dado que los nematodos del nudo de la raíz usan el mismo sitio para alimentarse durante la mayor parte de su ciclo de vida, las células hinchadas alrededor del nematodo forman un “nudo” o agalla que rodea al nematodo del nudo de la raíz. Las crías mudan de piel tres veces más antes de ser adultas.

Los nematodos del nudo de la raíz adultos se pueden mover dentro de la raíz, mientras que las hembras crecen y finalmente depositan entre 200 y 400 huevos fuera de la raíz o dentro de la agalla, rodeados por un material gelatinoso y protector. Estos huevos pueden eclosionar si las condiciones ambientales son favorables o se mantendrán en el suelo para infectar un próximo cultivo. Según la temperatura del suelo, el ciclo de vida del nematodo del nudo de la raíz tarda aproximadamente de 4 a 8 semanas en finalizar. Las temperaturas ideales para los nematodos del nudo de la raíz varían entre los 21 y los 27 °C (70 a 80 °F). Lopez, (2022, párr. 4.5.).

### 7.4. ALIMENTACIÓN DE LOS NEMATODOS

Muchas de estas especies se alimentan de bacterias, hongos, algas otros nematodos o larvas de insectos. De hecho, *Steinernema feltiae* es un nematodo común que se usa para controlar las larvas de mosquitos de los hongos y de trips occidental de las flores en el suelo o el sustrato. (Lopez, Bichos en el sustrato Nemátodos del nudo de la raíz, 2022)

## 7.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS

Generalmente, los nematodos son conocidos por su capacidad de infección y causa de enfermedades, siendo los responsables de la pérdida de cultivos y plantas, De esta forma, los nematodos son considerados uno de los Fito patógenos y parásitos más extendidos en cualquier rincón del planeta.

Por lo expuesto, se presentara a continuación las principales características de los nematodos según Fdez, (2023, párr. 1):

- Diversidad de hábitats: viven tanto de forma libre en suelos áridos y húmedos, en hábitats de agua dulce y salada, así como parasitando plantas y animales de los que se alimentan.
- Tamaño variado: desde pocos milímetros a más de medio metro.
- Cuerpo redondo y alargado: de forma cilíndrica y sin segmentos. Su simetría es bilateral.
- Diversas estructuras en la boca: esta apertura de los nematodos cuenta con diferentes estructuras que les permiten unirse a tejidos y obtener alimento, tales como dientes, placas e incluso ganchos bucales.
- Superficie exterior resistente: ya que cuentan con una cutícula y con varias capas musculares.
- Diversas estrategias de alimentación: los nematodos han desarrollado diferentes estrategias, tales como la aspiración para la ingestión de sangre, absorción de tejidos destruidos, así como de contenido intestinal y de nutrientes presentes en diferentes líquidos corporales (en animales) o de la savia (en plantas).
- Reproducción sexual y/o asexual: la reproducción de los nematodos puede ser tanto sexual como asexual, mediante partenogénesis, fragmentación o embriogénesis. Según las condiciones ambientales y de supervivencia en que se encuentren los adultos, optarán por un método reproductivo y otro. No dudes en echarle un vistazo a este artículo de Ecología Verde sobre la Reproducción asexual: qué es, tipos y ejemplos.

## 7.6. ESPECIES ENCONTRADAS DE NEMÀTODOS EN LA INVESTIGACIÓN.

El filo de los nematodos incluye a unas 25.000 especies. Estos animales invertebrados han evolucionado a lo largo de su historia biológica con el objetivo de adaptarse a nuevos huéspedes que parasitar, tanto dentro del reino de los animales como del de las plantas.

Para la clasificación de los nematodos, el método clásico más utilizado es en función de criterios morfológicos, los cuales permiten distinguir dentro del filo nematodos, las siguientes especies:

Ejemplos de nematodos parásitos de plantas

- **Nematodo Meloidogyne.**

Los nematodos agalladores se descubrieron en la década de 1850. El género *Meloidogyne* comprende alrededor de un centenar de especies: son endoparásitos sedentarios extremadamente polífagos que atacan a las solanáceas cultivadas, muy sensibles, como muchas otras hortalizas. Neal, (2021, párr. 2).

### **Taxonomía y especies**

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Género: Meloidogyne

Especies: 133 especies (Hunt y Handoo 2009) citado por Solano (2014).

Hunt y Handoo (2009) relacionaron más de 130 especies del género *Meloidogyne*, distribuidas en todo el mundo. De ellas, 10 son importantes por los daños económicos que provocan, pero sobresalen cuatro especies por su amplia distribución y daños. Estas especies son: *M. incognita*, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood y *Meloidogyne hapla* Chitwood, las dos primeras son comunes en climas tropicales, *M. arenaria* es frecuente en climas subtropicales y *M. hapla* en regiones templadas, aunque también puede encontrarse en las regiones tropicales altas (Sikora y Fernández, 2005; Gandarilla, 2005; Karssen y Moens, 2006).

En los últimos años, varios estudios han advertido que la especie *Meloidogyne enterolobii* Yang y Eisenback (syn. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschman) ha tenido una dispersión relativamente rápida, de gran importancia económica por los daños que ocasiona debido a la habilidad para vencer la resistencia de los cultivos, entre ellos los frutales que llevan el gen Mi-1 que confiere resistencia a *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita* (Tigano et al., 2010; Karssen et al., 2012; Arévalo, 2012) citados por Solano (2014).

Importancia económica de los nematodos agalladores *Meloidogyne* sp.

Las pérdidas de cultivo estimadas mundialmente, debidas a *Meloidogyne* y a otros nematodos, es de más o menos 5 %. Esta cifra no significaría mucho si estuviese distribuida equitativamente. Pero no es así, la mayor parte de la pérdida afecta a quienes menos pueden soportarla, es decir, a los pequeños agricultores de los países en desarrollo. (Gomez, 2019)

Sus pérdidas pueden ser de 25 % a 50 % sobre grandes áreas de tierras de cultivo

Las pérdidas en rendimientos en el cultivo de café por causa de *Meloidogyne* sp. son en promedio 10 – 15%; pero, en determinadas condiciones, principalmente climáticas y edáficas, puede ser hasta de 100% (Souza y Bressan, 2008).

Morfometría de los nematodos agalladores *Meloidogyne* sp.

Según Agrios (2005) los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 mm de largo por 30 a 36 mm de diámetro. Las hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximado de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 a 0.75 mm. Cada hembra deposita aproximadamente 500 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce. Kenneth (2008) señala que las hembras son de color blanco, con cuellos alargados y delgados, estiletes bien desarrollados, perillas basales y los machos son delgados, semejantes a gusanos.

- **Nematodo *Helicotylenchus*.**

Los nematodos espiral *H. multicinctus* y *H. dihystra* ocupan el segundo lugar de los fito nematodos más diseminados y abundantes en los cultivos de banano y plátano en las áreas tropicales, donde las condiciones agroecológicas son menos óptimas para *R. similis* y el cultivo de musáceas. El género *Helicotylenchus* contiene más de 160 especies, siendo uno de los más abundantes del orden Tylenchida, al cual pertenece la mayoría de nematodos fitoparásitos. Gusman, (2020, párr. 2)

## **Helicotylenchus spp.**

### Taxonomía y especies

Según Fortuner et al., (1987) y Siddiqi (2000) este género de nematodos tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Haplolaimidae

Género: Helicotylenchus

Especie: *H. dihystray* *H. multicinctus*, son las que revisten la mayor importancia desde el punto de vista agrícola, y la especie que frecuenta el cultivo de café principalmente es *H. erythrinae* (Crozzoli, 2002).

### Importancia económica de los nematodos *Helicotylenchus* spp

El género *Helicotylenchus* contiene más de 160 especies, siendo uno de los más abundantes del orden Tylenchida, al cual pertenece la mayoría de nematodos fitoparásitos (Guzmán-Piedrahita, 2010).

De acuerdo con las frecuencias y densidades poblacionales, durante el año y en las zonas productoras de musáceas en cada país, *R. similis* es la especie fitoparásita más abundante, constituyendo entre el 82 y 97% de la población de nematodos en raíces y cormos; sin embargo, ésta puede cambiar según el cultivo, variedad y las condiciones agroecológicas (Araya y Moens, 2003).

### **Morfometría de los nematodos *Helicotylenchus* spp**

Las longitud del cuerpo de las hembras es de 0,47-0,53mm (promedio de 0,50 mm), es arqueado con forma de C cuando está relajado; posee anulaciones distintivas, cerca de 1,5µm de ancho en la mitad del cuerpo, campos laterales no areolados, con 4 incisuras, aproximadamente una cuarta parte del ancho del cuerpo. Una región labial hemisférica, ligeramente compensada, con 3-5 (usualmente 4) anulaciones y una depresión oral prominente terminal, marco cefálico fuertemente esclerotizado, con conspicuas márgenes

exteriores extendiéndose posteriormente a través de 3 a 4 anulaciones del cuerpo, las cuales son mucho más estrechas en esa región que en las otras.

El cuerpo de los machos tiene una longitud de 0,43-0,55mm, similar a la hembra, excepto el dimorfismo sexual, son abundantes. Poseen un solo testículo, extendido anteriormente, espermatozoides pequeños y redondeados, espermateca pequeña redondeada (Siddiqi,1973).

### **Condiciones predisponentes de los nematodos *Helicotylenchus spp***

Según Ferris (1960) y Willmontt et al. (1975), *H. dihystra* puede sobrevivir 6 meses en suelo almacenado en sacos de plástico a temperaturas tan altas como 18-24°C en bodegas y tan bajas como 1.1-1.4°C en refrigeradores, pero a una temperatura del suelo de 24 a 35°C no sobrevive 80 días. *H. multicinctus* puede sobrevivir en suelo sin plantas hospedantes por 4 meses en ambiente de laboratorio. Ésta capacidad le permiten al nematodo parasitar e incrementar sus poblaciones en las raíces secundarias ramificadas y superficiales de diferentes especies de plantas. (Èrika, 2019)

- **Nematodo *Scutellonema bradys***

Es la especie de nematodo fitoparásito más importante que causa daño, se alimenta como endoparásito migratorio de las capas celulares peridérmicas y subperidérmicas del tubérculo, lo que provoca la destrucción de las células y el oscurecimiento de las paredes celulares. La alimentación da como resultado una capa característica de color marrón oscuro que se extiende 1-2 cm dentro del tubérculo y que se convierte en una enfermedad de pudrición seca de los tubérculos. La pudrición seca provoca una disminución persistente de la calidad del tubérculo e incluso la pérdida total durante el almacenamiento de los tubérculos. Las lesiones progresan de amarillo a marrón y negro. La epidermis del tubérculo puede permanecer intacta o desarrollar grietas que facilitan la invasión de hongos y bacterias y conducen a una pudrición húmeda. (Nigeria, 2022, párr. 1).

### **Taxonomía y especies**

Reino:	Animalia
Filo:	Nematoda
Clase:	Secernentea
Orden:	Tylenchida

Familia: Hoplolaimidae

Género: escutellonema

Especies: s.bradys

(Crozzoli, 2002, párr. 3), Este nematodo es capaz de multiplicarse en condiciones secas provocando la pudrición completa de los tubérculos, llamada pudrición seca, lo que disminuye el valor comercial de los tubérculos. La pudrición seca del ñame ocurre en los 1-2 cm exteriores de los tubérculos. (Taylor, 2019) Los síntomas de la podredumbre seca del ñame incluyen lesiones necróticas debajo de la piel, seguidas de lesiones amarillas debajo de la piel exterior del tubérculo. Aparecen grietas externas en la piel del tubérculo. Las infecciones creadas por el nematodo pueden servir como apertura externa facilitando la colonización de hongos y bacterias, provocando la pudrición húmeda. (Sanchez J, 2011, párr. 2).

### **Descripción morfológica**

*S. bradys* pertenece a la familia Hoplolaimidae y se describe como un nematodo vermiforme cuando madura, midiendo alrededor de 1 mm de longitud con un estilete bien desarrollado. [1] El cuerpo de la hembra tiene una longitud de  $987,1 \pm 16,2 \mu\text{m}$ . El estilete tiene protuberancias basales redondeadas con la parte anterior de la lanza estrechándose hacia el final de la mitad delantera de la longitud de la lanza. Las glándulas esofágicas se alargan y superponen el intestino dorsal-lateralmente. Los machos tienen una forma corporal similar a la hembra con  $983 \pm 14,3 \mu\text{m}$ . Los testículos están estirados, con una bursa grande visible que encierra la cola. (Fe, 2013, párr. 3).

### **Reproducción y ciclo de vida**

(Parra, 2012, párr. 4). “Los huevos se depositan en el suelo o tejido vegetal donde eclosionan y los juveniles se convierten en adultos mediante la muda”. Por lo general, infecta los tubérculos jóvenes a través de los tejidos del punto de crecimiento del tubérculo, junto con las raíces y brotes emergentes, a través de las raíces y también a través de grietas o áreas dañadas en la piel del tubérculo. Así mismo (M, 2002, párr. 3). El nematodo se alimenta intracelularmente en el tejido del tubérculo, provocando la ruptura de la pared celular, la pérdida del contenido celular y la formación de cavidades. El ciclo dura 21 días y en condiciones favorables puede aumentar considerablemente su población. Las poblaciones de *S. bradys* se ven afectadas por las condiciones de almacenamiento y aumentan al doble de

velocidad en los tubérculos almacenados a 22–32 °C y una humedad relativa de 40–85 %. (Viaene, 2015).

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

Cuántas especies e individuos presente de nematodos se encontró en la investigación realizada en el campus Salache, canton Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022-2023.

## **9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **Localización del ensayo**

La investigación se realizará en el lote del sistema agroecológico número, en el barrio Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el laboratorio de microbiología de la Carrera de Agronomía, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Ubicación geográfica del ensayo**

El Campus Salache se encuentra a una altura de 2720 (m s. n. m.) con 78°37'23" de longitud oeste y 0°59'58" de latitud sur.



Fuente (Google Earth 2021)

### **Modalidad básica de investigación**

#### **De Campo**

La investigación será de campo, dado que se extraerá muestras de suelo en diferentes lotes; lote 1, lote 2, lote 3 y lote 4 a diferentes profundidades; 5cm, 10cm y 15cm estas

muestras serán etiquetadas para evitar confusiones para posteriormente trasladarlas al laboratorio.

### **De laboratorio**

La investigación recae en la fase de laboratorio porque se realizará en un ambiente controlado (de tipo laboratorio) donde se aplicara la técnica de centrifugación y la visualización de nematodos bajo un microscopio óptico de una medida de 40x

### **Bibliográfica**

El estudio va a tener un proceso de recopilación de datos coherente, para la construcción del proyecto y se realizara un procedimiento de abstracción científica.

## **MATERIALES Y EQUIPOS**

### Materiales de oficina

- Laptop
- Papel bond A-4
- Fundas ziploc
- Material bibliográfico

### Materiales de laboratorio

- Láminas porta objetos
- Vasos de precipitado de 20, 50 y 100 mL
- Balde de 4ltrs
- Tamiz o coladeras
- Tela ceda
- Media nylon
- Palillo de brocheta
- Tubos de extracción (de microcentrífuga) de 5 mL estériles
- Pizetas

- Gradilla para tubos de 1.5 mL
- Bata de laboratorio
- Papel toalla
- Marcadores para etiquetar tubos
- Pipeta plástica

#### Insumos y reactivos

- Agua con azúcar (sacarosa)800gr para 1lt de agua.

#### Equipos

- Refrigeradora
- Microscopio
- Balanza
- Centrifuga
- Barreno

#### **Factores en estudio**

##### **Lotes**

Lote 1

Lote 2

Lote 3

Lote 4

##### **Profundidad**

Profundidad 1 5cm

Profundidad 2 10cm

Profundidad 3 15 cm

##### **Diseño experimental**

No se realizó diseño experimental ya que se realizó un análisis estadístico descriptivo.

## **Colección y extracción de muestras.**

### **Colección**

Las muestras de suelo fueron colectadas con la ayuda de un barreno en el Campus Salache en el sistema Agroforestal en el lote 1, lote 2, lote 3 y lote 4, en diferentes profundidades de 5cm, 10cm y 15cm, se recolectó una muestra compuesta por cada profundidad.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Extracción**

Se utilizó el método de centrifugación según Agrocalidad (2020, pág. 8)

#### **Procedimiento del método de centrifugación (G, 2019)**

- Se homogenizó la muestra de suelo en una bandeja de plástico.
- En un vaso de precipitación tomar un volumen de 100 ml de una muestra representativa de suelo y colocarla en una jarra plástica con capacidad para 4 litros.
- Añadir 2 litros de agua y agitar por 1 minuto asegurándose de que todos los agregados de suelo se rompan.
- Esperar 30 segundos y filtrar el líquido en un tamiz sobre otro tamiz.
- Se realizó un lavado de tamiz superior con agua de llave sin retirar el tamiz inferior.
- Descartar los restos retenidos en el tamiz .
- Con la ayuda de una espátula colectar el material retenido en el tamiz inferior en un tubo falcom de 50 ml.
- Se programó la centrifuga a una velocidad de 200 gravedades con una aceleración de 7 y una desaceleración de 7. Centrifugar los tubos de la muestra durante 5 minutos. (Lezaun, 2016, párr. 8).
  - Descartar el sobrenadante de los tubos sin perturbar el sedimento.
  - Añadir la solución azucarada (340g/l) al tubo con el sedimento hasta 1 cm bajo el borde del tubo y agitar con una espátula pequeña. Lavar la espátula después de cada uso.

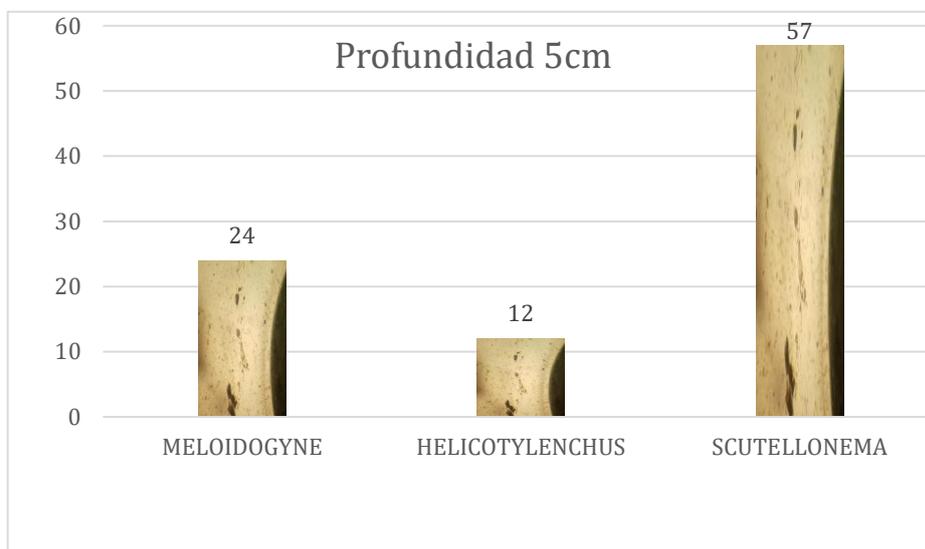
- Centrifugar a una velocidad de 200 gravedades con una aceleración de 7 y desaceleración de 5. Centrifugar los tubos con la muestra durante 1 minuto.
- Filtrar el sobrenadante (que contiene a los nematodos) en un tamiz.
- Inmediatamente, lavar a los nematodos contenidos en el tamiz con la ayuda de una piseta por 30 segundos, para eliminar el exceso de la solución azucarada.
- Con ayuda de la piseta recuperar a los nematodos retenidos en el tamiz en un tubo falcom de 50 ml. Aforar a un volumen final de agua de 20 ml.
- Agitar el extracto obtenido y tomar una alícuota de 5 ml para su posterior identificación y conteo de nematodos en base al Procedimiento para Recuento de nematodos. (Neuquen, 2018, párr. 9).

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Cuadro 1. Numero de nematodos en la Profundidad de 5cm**

ESPECIE	Numero de nematodos
MELOIDOGYNE	24
HELICOTYLENCHUS	12
SCUTELLONEMA	57
Total	93

**Grafico 1. Número de nematodos en la Profundidad de 5cm**



(Kevin, Cuadro de resultados, 2023)

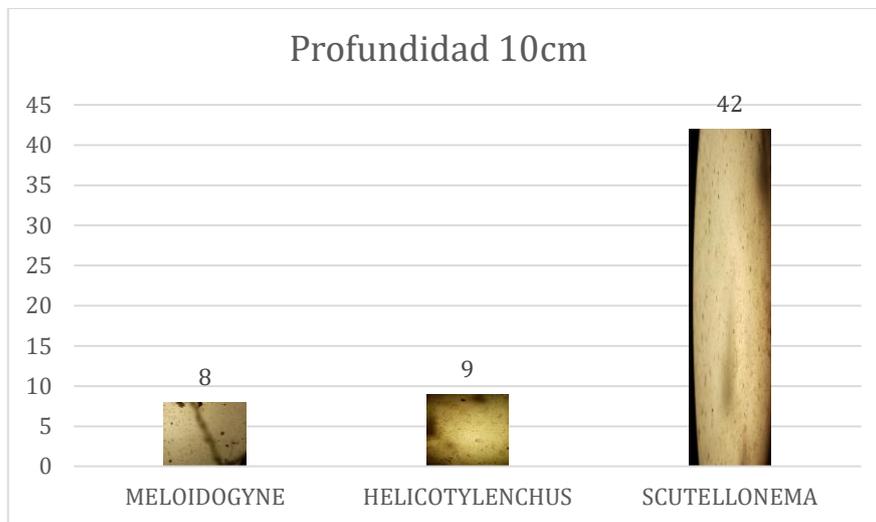
Según el cuadro N°. 1 y el grafico N°. 1 se indica que en el sistema agroforestal se encontró a la profundidad de 5cm un total de 57 nematodos de la especie Scutellonema seguido de 24 nematodos de la especie Meloidogyne y finalmente 12 nematodos de la especie Helicotylenchus.

**Cuadro 2. Número de nematodos en la profundidad de 10cm**

ESPECIE	Numero de nematodos
MELOIDOGYNE	8
HELICOTYLENCHUS	9
SCUTELLONEMA	42
<b>Total</b>	<b>59</b>

Fuente (Toapanta K. 2023)

**Grafico 2. Número de nematodos en la profundidad de 10cm**



Fuente (Toapanta K. 2023)

Según el cuadro N°. 2 y el grafico N°. 2 se indica que en el sistema agroforestal se encontró a la profundidad de 10cm un total de 42 nematodos de la especie Scutellonema seguido de 8 nematodos de la especie Meloidogyne y finalmente 9 nematodos de la especie Helicotylenchus.

**Cuadro 3. Número de nematodos en la profundidad de 15cm**

ESPECIE	Número de nematodos
MELOIDOGYNE	9
HELICOTYLENCHUS	16
SCUTELLONEMA	53
Total	78

**Fuente (Toapanta K. 2023)**

**Grafico 3. Número de nematodos en la profundidad de 10cm**

Fuente (Toapanta K. 2023)

Según el cuadro N°. 3 y el grafico N°. 3 se indica que en el sistema agroforestal se encontró a la profundidad de 15cm un total de 53 nematodos de la especie Scutellonema seguido de 9 nematodos de la especie Meloidogyne y finalmente 16 nematodos de la especie Helicotylenchus.

## 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### Técnico

Al incorporar materia orgánica permanente mente en los diferentes lotes del sistema agroforestal estamos planteando una alternativa menos dependiente de insumos externos.

El mejoramiento de la fertilidad del suelo con la incorporación de material vegetal aumenta la flora microbiana, permitiendo que haya un control biológico entre las diferentes especies de microorganismos.

### Económico

Según los resultados obtenidos y comprados en el sistema agroforestal que es una producción netamente orgánica, el suelo es sano fértil y por lo tanto la plusvalía con alta materia orgánica y biodiversidad se incrementa

Comparando la diversidad de nematodos encontrados en la investigación con los cultivos presentes en el sistema agroforestal al no haber infección por los mismos toda la diversidad de plantas que existen han crecido normalmente y sin ningún problema y por el tamaño y vigorosidad el costo de las plantas incrementa.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	MATERIAL NECESARIO	COSTOS
Identificar las especies de nematodos en el sistema Afroforestal.	Adquisición de materiales.	-Compra de un barreno	\$45
		-Caja de fundas ziploc	\$6,50
		-Marcador color negro	\$0,75
		-Hilera	\$13,00
		-3 Tamices (coladeras de acero inoxidable de 35 y 45, micras)	\$10,50
		-5 metros de tela ceda de 20 micras)	\$6,00
		-Media nylon	
		-Balde plástico de 4 litros	\$1.00
	-Palos de brocheta	\$1.25	

<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL NECESARIO</b>	<b>COSTOS</b>
Prospectar el número de individuos de nematodos en 100g de suelo de acuerdo a la profundidad (5,10 y 15cm).	Extracción de muestras de nematodos.	-24cajas pequeñas plásticas	\$14,40
	Identificación de especies.	-Tubos NUNC para centrifuga de 5 ml. -Caja de porta y cubre objetos	\$4,50 \$3,00
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL NECESARIO</b>	<b>COSTOS</b>
Elaborar el protocolo de la identificación, prospección de nematodos en el sistema agroforestal.	Presentar el bosquejo del protocolo.	-Fotocopias e impresiones	\$3,50
			<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> <b>\$109.40</b>

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

El estudio realizado en los cuatro lotes del sistema agroforestal en el campus Salache – cantón Latacunga – provincia Cotopaxi se pudo identificar tres especies de nematodos que fueron *Scutellonema* sp, *Meloidogyne* sp y *Helicotylenchus* sp.

En lo que se refiere al estudio general de las profundidades planteadas se pudo distinguir que a una profundidad de 5 cm se encontró mayor densidad de nematodos con un total de 93 individuos identificados.

El análisis nos permitió inferir que la especie *Scutellonema* sp tiene mayor densidad poblacional a diferencia de *Meloidogyne* sp y *Helicotylenchus* sp.

Se elaboró el protocolo de acuerdo a las condiciones del campus Salache.

**Recomendaciones**

Elaborar investigaciones relacionadas al tema con suelos convencionales para evaluar en que sistema existe mayor índice de población de nematodos.

Ejecutar investigaciones en diferentes métodos de extracción de nematodos para verificar cual de estos es mas efectivo.

Utilizar los tamices esenciales para la investigación para obtener una mejor calidad de muestras y ser vistas con facilidad en el microscopio.

## 14. BIBLIOGRAFIA

- Agrocalidad. (2020). *Agrocalidad*. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/sem3.pdf>
- Andrade. (2020). Obtenido de Nematodos: [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020\(1\)completa.pdf#page=38](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020(1)completa.pdf#page=38)
- Arteaga. (2001). Nematodos Agalladores Afectando Hortalizas y otros Cultivos en. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 2.
- Azpilicueta, C. (2016). Nematodos. *Huerta*. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_nematodos-en-cultivos-hortícolas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_nematodos-en-cultivos-hortícolas.pdf)
- Bolívar. (2017). Obtenido de Busqueda de Nematodos: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28377/1/Tesis-198%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20579.pdf>
- Calle. (2020). Obtenido de Los Nematodos: [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146\\_Agua\\_y\\_nematodos\\_parasitos\\_de\\_las\\_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf)
- Collas. (2018). Obtenido de Los Nematodos: <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1191/1/PUB-ARTICULO-2725.PDF>
- Crozzoli, R. (2002). Especies de Nematodos. *Scielo*, 3.
- Èrika, G. (2019). Obtenido de Nematodos Fitoparasitos: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22387/1/Erika%20Tatiana%20G%C3%B3mez%20Guayllas.pdf>
- Fdez, L. (2023). Qué son los nematodos: características, clasificación y ejemplos. *Ecología verde*, 1.
- Fe, M. (2013). Nematodos parásitos de plantas en suelos agrícolas. *Dialnet*, 3.
- G, A. (2019). Obtenido de Comocombatirlos nematodos: <https://www.fertibox.net/single-post/como-combatir-los-nematodos#:~:text=Los%20m%C3%A9todos%20f%C3%ADsicos%20m%C3%A1s%20habituales,a%20cero%20durante%20dos%20semanas.>

Gales. (s.f.). Obtenido de Nematodos: [https://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020\(1\)completa.pdf#page=38](https://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020(1)completa.pdf#page=38)

Games. (2018). Obtenido de Ectoparasitosis: [https://www.paho.org/es/temas/ectoparasitosis#:~:text=Los%20ectopar%C3%A1sitos%20son%20pat%C3%B3genos%20que,de%20la%20piel%20\(1\).](https://www.paho.org/es/temas/ectoparasitosis#:~:text=Los%20ectopar%C3%A1sitos%20son%20pat%C3%B3genos%20que,de%20la%20piel%20(1).)

Gomez. (2019). Obtenido de Recursos naturales renovables: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22387/1/Erika%20Tatiana%20G%C3%B3mez%20Guayllas.pdf>

Gusman. (2020). Obtenido de nematodos: <http://www.ecured.cu/Helicotylenchus>

Jalca. (2019). Obtenido de Nematodos: [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146\\_Agua\\_y\\_nematodos\\_parasitos\\_de\\_las\\_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf)

Jualca. (2008). Obtenido de Nematodos Agalladores Afectando Hortalizas y otros Cultivos en: [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146\\_Agua\\_y\\_nematodos\\_parasitos\\_de\\_las\\_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf)

Kevin, T. (25 de febrero de 2021). Obtenido de google maps: <https://www.google.com/maps/@-0.7108848,-78.894863,15z?hl=es>

Kevin, T. (2023). Obtenido de Cuadro de resultados.

Leon. (2019 de marzo de 2019). Obtenido de Comocombatir los Nematodos: <https://www.fertibox.net/single-post/como-combatir-los-nematodos#:~:text=Los%20m%C3%A9todos%20f%C3%ADsicos%20m%C3%A1s%20habituales,a%20cero%20durante%20dos%20semanas.>

Lezaun. (2016). Obtenido de Nematodos fitoparásitos: una plaga mundial: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>

Lezaun, J. (Abril de 2016). Obtenido de ¿Cuál es el impacto económico de los “Nematodos fitoparásitos ?”: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>

Lopez. (s.f.). Obtenido de Nematodos: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos->



<https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1191/1/PUB-ARTICULO-2725.PDF>

Sanchez J. (2011). Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146\\_Agua\\_y\\_nematodos\\_parasitos\\_de\\_las\\_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf):

[https://www.researchgate.net/profile/Maria-](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf)

[Cordovilla/publication/28275146\\_Agua\\_y\\_nematodos\\_parasitos\\_de\\_las\\_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Cordovilla/publication/28275146_Agua_y_nematodos_parasitos_de_las_plantas/links/02e7e536d29fe3ff30000000/Agua-y-nematodos-parasitos-de-las-plantas.pdf)

Taños. (2017). Obtenido de Los Nematodos: [https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-](https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20identifican%20los%20nematodos,y%2035%20%CE%BCm%20de%20ancho.)

[fitoparasitos#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20identifican%20los%20nematodos,y%2035%20%CE%BCm%20de%20ancho.](https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20identifican%20los%20nematodos,y%2035%20%CE%BCm%20de%20ancho.)

Taylor, S. (2019). Obtenido de Una publicación cooperativa entre el Departamento de: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnaaq245.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaaq245.pdf)

Viaene. (2015). Obtenido de El nematodo del ñame: [https://en.wikipedia.org/wiki/Scutellonema\\_bradys](https://en.wikipedia.org/wiki/Scutellonema_bradys)

## 15. ANEXOS

### Anexo 1 Hoja de vida del tutor



**APELLIDOS:** CHANCUSIG ESPIN  
**NOMBRES:** EDWIN MARCELO  
**ESTADO CIVIL:** CASADO  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0501148837  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** PARRQ. GUAYTACAMA, 10 FEBRE/1962  
**DIRECCION DOMICILIARIA:** SECTOR LOMA GRANDE –SAN FELIPE  
**NUMEROS TELÉFONICOS:** 0997391825, 032252091  
**E-MAIL:** [edwin\\_chancusig@hotmail.com](mailto:edwin_chancusig@hotmail.com)

ESTUDIOS NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DE REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	12/08/2003	1010-03-441361
CUARTO	DOCTORADO EN DESARROLLO HUMANO Y SUSTENTABLE	28-03-2017	152398322
CUARTO	MAGISTER EN DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE.	12/08/2013	CL-13-5178
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN EN DESARROLLO RURAL Y AGRICULTUA SUSTENTABLE	12-09-2007	CL-07-923
CUARTO	AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE, UNIVERSIDAD INTRNACIONAL DE ANDALUCIA-ESPAÑA (EGRESADO)	26-07-1.997	
CUARTO	DIPLOMADO EN EDUCACIÓN INTERCULTURAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE.	02/08/2009	

**Anexo 2.** Hoja de vida del estudiante**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** TOAPANTA QUEVEDO  
**NOMBRES:** KEVIN ISMAEL  
**ESTADO CIVIL:** SOLTERO  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 2300492358  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** COTOPAXI CANTON SIGCHOS 15/07/2000  
  
**DIRECCION DOMICILIARIA:** BARRIO BELLAVISTA  
**NUMERO TELÉFONICO :** 0979282925  
**E-MAIL:** [kevin.toapanta2358@utc.edu.ec](mailto:kevin.toapanta2358@utc.edu.ec)

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

NIVEL	INSTITUCIÓN
PRIMARIA	ESCUELA FISCAL DOC. CESAR SUAREZ SALAZAR
SECUNDARIA	UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO SIGCHOS



*Imagen 3 embolsado de las muestras de suelo obtenidas*



*Imagen 4 sellado y etiquetado de muestras*



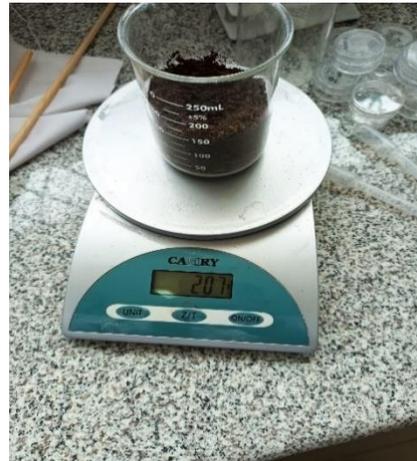
*Imagen 5 transporte de muestras en una hielera al laboratorio.*



*Imagen 6 muestras colectadas*



*Imagen 7 peso de 100 gr de muestra homogenizada*



*Imagen 8 Vaciar en un balde pequeño la muestra de suelo y agregar agua*



*Imagen 9 homogenizar las muestras*



*Imagen 10 con una piseta lavamos el sobrante del palillo*



*Imagen 11 Vaciar la muestra sobre una malla de dos tamices uno sobre otro.*



*Imagen 12 vaciamos el sobrante del tamiz a los tubos de centrifuga*



*Imagen 13 preparamos solución de azúcar 340g/l.*





*Imagen 14 envoltura de papel y uniformizar el peso de todos los tubos a la centrifuga*



*Imagen 15 centrifugar a 1800 revoluciones por dos minutos.*



*Imagen 16 sacar los tubos de la centrifuga y eliminar el agua con cuidado*



*Imagen 17 llenar los tubos con la solución azucarada*



*Imagen 18 centrifugar a 1800 revoluciones por 1 minuto 40*



*Imagen 19 pasar cuidadosamente la muestra azucarada a las cajas cosméticas de plástico*



Imagen 20 observar en el microscopio las muestras



Imagen 21 guía nematologica



**Anexo 4. Aval del Traductor**