



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Alternativas biológicas para el manejo de
nematodos fitoparásitos en café (*Coffea arabica* L.)

Autor

Br. Carlos Nahum Rivera Meza

Asesora

MSc. Rosario Chavarría Sánchez

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Isaías Sánchez Gómez
Presidente

MSc. Víctor Monzón Ruíz
Secretario

Ing. Leandra Jobelky Suárez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 02/12/2025

DEDICATORIA

A mis abuelos, Augusto César Meza y Ramona Rodríguez, quienes fueron como padres para mí, cuidándome, apoyándome y criándome con amor.

A mi madre, Ivania Agustina Rodríguez, por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida, y a mi padre, Nhaum Antonio Rivera, por motivarme a seguir adelante y por el aprecio y cariño que siempre me ha brindado.

A mis tíos, Joel Meza, Eduardo Meza, Enmanuel Meza, César Meza y Ruth Meza, quienes siempre me han brindaron su apoyo.

A mis hermanos, David Antonio Rivera y Hazel Vanessa Rivera, por estar a mi lado y apoyarme en todo momento.

En memoria de Fernando José Ruiz García, mi querido amigo. Fuiste la inspiración y el faro que iluminó mi camino hacia la ingeniería agronómica, motivándome a ser una mejor persona. Tu recuerdo vivirá siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por el don de la vida, por el amor incondicional de mi familia y la compañía de mis amigos. Gracias por estar siempre presente, guiándome y brindándome consuelo en cada paso de mi camino.

A mi asesora, MSc. Rosario Chavarría Sánchez, por estar siempre disponible para brindarme su ayuda y guía en la culminación de esta investigación.

A mis amigos ingenieros, Deyner Alexis Castro y Gerardo Santiago Jiménez por su valiosa contribución. Sus ideas, opiniones y su apoyo laboral fueron fundamentales para la culminación de la etapa de campo de esta investigación.

A mis queridos amigos Ing. Jefferson Steven Astorga Peralta, ing. Lauren Adriana Gómez González, Ing. Junior Bladimir Membreño Carrasco, Ing. Emerson Jesús Chavarría Solís y Ing. Jenner Misael Urbina Martínez. Sus consejos, su amistad y su influencia en mí han sido fundamental en mi formación y crecimiento personal como profesional.

Profesores, quiero agradecerles por su dedicación y paciencia a lo largo de estos años. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal. Gracias por guiarme y motivarme a alcanzar mis metas.

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional Agraria por aceptarme y proporcionarme todos los recursos necesarios para mi formación. Del mismo modo, extendiendo mi gratitud a todas las personas de la UNA que me brindaron su apoyo a lo largo de estos cinco años de mi carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADRO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Origen del cultivo de café	4
3.2 Importancia económica en Nicaragua	4
3.3 Plagas que afectan al café	4
3.4 Nematodos principales en el cultivo de café	5
3.4.1 <i>Meloidogyne</i> spp	5
3.4.2 <i>Pratylenchus</i> spp	5
3.4.3 <i>Rotylenchus</i> spp	5
3.4.4 <i>Helicotylenchus</i> spp	5
3.4.5 <i>Paratylenchus</i> spp	6
3.4.6 <i>Criconemoides</i> spp	6
3.5 Daños	6
3.6 Manejo de nematodos	6
3.6.1 Control químico	6
3.6.2 Control biológico	6
3.7 Productos biológicos	7
3.8 Bioplaguicidas	7
3.9 Descripción de los tratamientos	7

3.9.1	<i>Trichoderma spp</i>	7
3.9.2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	7
3.9.3	<i>Bacillus subtilis</i>	8
3.9.4	Consortio	8
3.10	Estudios realizados usando bioplaguicidas para nematodos	8
3.11	Efectos en la salud del uso de nematicidas sintéticos	8
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1	Ubicación del estudio	9
4.2	Diseño metodológico	9
4.2.1	Diseño experimental	9
4.3	Descripción de los tratamientos	10
4.4	Descripción de la preparación de los tratamientos	11
4.5	Descripción de la forma de aplicación de los tratamientos	12
4.6	Muestreos	12
4.6.1	Recolección de muestras de suelo	12
4.6.2	Recolección de muestras de raíz	12
4.7	Variables evaluadas	13
4.8	Análisis de datos	13
4.9	Manejo de factores no sujetos a evaluación	13
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1	Población inicial de nemátodos en suelo sin aplicación de tratamientos	14
5.2	Población de nemátodos en suelo después de la aplicación de los tratamientos	15
5.3	Población inicial de nemátodos en raíces sin aplicación de tratamientos	17
5.4	Población de nemátodos en raíces después de la aplicación de los tratamientos	19
VI.	CONCLUSIONES	22
VII.	RECOMENDACIONES	23
VIII.	LITERATURA CITADA	24
IX.	ANEXOS	29

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos	10
2.	Días hombres requeridos para la aplicación de bioplaguicidas	11

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación geográfica de la Finca Chelol, Jinotepe – Carazo	9
2.	Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 200 g de suelo de una plantación de café sin aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Mayo 2024	14
3.	Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 200 g de suelo de una plantación de café con aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Julio 2024	16
4.	Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 20 g de raíz de una plantación de café sin aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Mayo 2024	18
5.	Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 20 g de raíz de una plantación de café con aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol-Jinotepe. Julio 2024	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS		PÁGINA
1.	Delimitación de tratamientos para el cultivo de café en la Finca Chelol, ubicada en Jinotepe-Carazo	29
2.	Esquema de muestreo de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces para 20 plantas por tratamiento	29
3.	Resultados de extracción de nematodos en 200 gramos de suelo antes de aplicar los tratamientos	30
4.	Resultados de extracción de nematodos en 20 gramos de raíces antes de aplicar los tratamientos	31
5.	Resultados de extracción de nematodos en 200 gramos de suelo después de aplicar los tratamientos	32
6.	Resultados de extracción de nematodos en 20 gramos de raíces después de aplicar los tratamientos	33

RESUMEN

En Nicaragua, el café (*Coffea arabica* L.) es uno de los principales productos del sector agropecuario, aportando el 8.5 % al producto interno bruto nacional y el 24 % al producto interno bruto agrícola. Además, genera el 31.5 % de la mano de obra total en el sector agrícola. Sin embargo, los daños causados por nematodos fitoparásitos puede ocasionar pérdidas económicas anuales estimadas entre el 11 % y el 14 %, equivalentes a aproximadamente 80 billones de dólares a nivel mundial. Entre los principales nematodos que afectan la producción de café se encuentran *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Rotylenchulus* spp y *Helicotylenchus* spp. El objetivo de esta investigación fue implementar alternativas biológicas para el manejo de nematodos fitoparásitos de una plantación de café, ubicada en la Finca Chelol, en Jinotepe, Carazo. Se estableció un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres bloques de un área de 480 m² cada uno, con cinco unidades experimentales con igual número de tratamientos y cada unidad experimental de un área de 80 m², compuesto de 60 plantas. En cada unidad experimental se recolectaron muestras de suelo de 200 gramos y de raíces 20 gramos en cinco puntos de muestreos. Los tratamientos evaluados fueron: testigo, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis*, consorcio y *Trichoderma* spp. Las variables evaluadas fueron las poblaciones de nematodos fitoparásitos por género. Los datos se registraron en Excel y se analizaron mediante gráficos de barras y estadística descriptiva, comparando las poblaciones de nematodos antes y después de las aplicaciones. Los tratamientos a base de *Trichoderma* spp, consorcio y *Paecilomyces lilacinus* registraron una menor población de *Helicotylenchus* spp, mientras que *Trichoderma* spp y *Paecilomyces lilacinus* las menores poblaciones de *Meloidogyne* spp. Por su parte, el tratamiento *Bacillus subtilis* y consorcio presentaron la menor población de *Meloidogyne* spp en raíz. No obstante, *Trichoderma* spp fue el único en no presentar poblaciones de *Paratylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp en raíces.

Palabras clave: suelo, *Trichoderma* spp, *Meloidogyne* spp, consorcio, bioplaguicida.

ABSTRACT

In Nicaragua, coffee (*Coffea arabica* L.) is one of the main agricultural products, contributing 8.5% to the national gross domestic product and 24% to the agricultural gross domestic product. It also generates 31.5% of total employment in the agricultural sector. However, damage caused by plant-parasitic nematodes can result in estimated annual economic losses of between 11% and 14%, equivalent to approximately US\$80 billion globally. The main nematodes affecting coffee production include *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Rotylenchulus* spp, and *Helicotylenchus* spp. The objective of this research was to implement biological alternatives for the management of plant-parasitic nematodes in a coffee plantation located at Finca Chelol, in Jinotepe, Carazo. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was established, with three blocks of 480 m² each, containing five experimental units with an equal number of treatments. Each experimental unit had an area of 80 m² and consisted of 60 plants. Soil samples of 200 grams and root samples of 20 grams were collected from five sampling points in each experimental unit. The treatments evaluated were: control, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis*, a consortium, and *Trichoderma* spp. The variables evaluated were the populations of plant-parasitic nematodes by genus. The data were recorded in Excel and analyzed using bar graphs and descriptive statistics, comparing the nematode populations before and after the applications. The treatments based on *Trichoderma* spp, the consortium and *Paecilomyces lilacinus* showed lower populations of *Helicotylenchus* spp, while *Trichoderma* spp and *Paecilomyces lilacinus* showed lower populations of *Meloidogyne* spp. The *Bacillus subtilis* and consortium treatments, on the other hand, showed the lowest populations of *Meloidogyne* spp in the roots. However, *Trichoderma* spp was the only treatment that did not show populations of *Paratylenchus* spp and *Helicotylenchus* spp in the roots.

Keywords: soil, *Trichoderma* spp, *Meloidogyne* spp, consortium, biopesticide.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios recientes realizados por Mesa et al., (2017) indican que aproximadamente el 30 % de la población mundial bebe al menos una taza de café al día. Estudios efectuados por Salazar y Jiménez-Martínez, (2022) señalan que el café en Nicaragua es uno de los principales rubros del sector agropecuario; aporta el 8.5 % del producto interno bruto nacional y el 24 % al producto interno bruto agrícola; el café genera 31.5 % del total de la mano de obra agrícola. (p. 25)

Según Guharay et al. (2000) mencionan que en zonas cafetaleras como Carazo, Nueva Guinea y Matagalpa, la presencia de plagas tales como: el minador de la hoja (*Leucopera coffeella*) y la broca del café (*Hypothenemus hampei*) al realizar daños directos a los frutos crea condiciones apropiadas que facilitan la propagación de enfermedades como la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y Cooke), la antracnosis (*Colletotrichum kahawae*) y la roya (*Hemileia vastratrix*). Además, los nematodos provocan agallamientos en las raíces, impidiendo la absorción de agua y nutrientes.

Los nematodos principales que perjudican en la producción del cultivo de café son: *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Rotylenchulus* spp y *Helicotylenchus* spp (Escobar, 2008). Estos pueden propiciar una enfermedad perjudicial para el cultivo, debido a que afectan al sistema radicular de la planta (Citado por Guevara et al., 2015). Así mismo, Guzmán et al. (2012a), mencionan que se conocen aproximadamente 4,105 especies de nematodos fitoparásitos, los cuales pueden causar pérdidas económicas anuales entre el 11 y 14%, equivalentes a 80 billones de dólares cada año.

Estudios de Lezaun, (2016) menciona que las enfermedades causadas por nematodos se manifiestan como signos característicos en el sistema radicular, como agallas, lesiones, necróticas y aumento de raíces secundarias, lo que resulta en un crecimiento deficiente. Esto conduce a clorosis y debilidad general en las plantas.

De acuerdo con Sistemas de Información, Plataformas Tecnológicas o Eventos Enfocados en la Agricultura y el Sector Agropecuario [InfoAgro], (2020), señala que en el manejo de nematodos se utilizan diversos métodos, siendo el más común el manejo químico, el cual

consiste en debilitar, interrumpir o prevenir el crecimiento de las poblaciones de plagas en cultivos a través del uso de sustancias químicas.

Se recurre al control biológico como otra estrategia, donde se utilizan bioplaguicidas de origen biológico, según las investigaciones de Baños et al. (2010) resaltan un impacto positivo de varias alternativas sobre el manejo de nematodos, especialmente *Meloidogyne* spp. En el cual, resaltan la eficacia de las bacterias del género *Bacillus* spp y de hongos como *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* spp. Estos microorganismos fueron empleados con éxito en la formulación de biopreparados altamente eficientes para el manejo de fitonematodos.

La presente investigación tuvo como finalidad utilizar tres bioplaguicidas biológicos: *Trichoderma* spp, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis* y una combinación de estos organismos en conjunto (consorcio), como una alternativa para el manejo de nematodos fitoparásitos, con el propósito de reducir la dependencia de productos químicos en la agricultura, fomentando la adopción de estas soluciones amigables con el ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de aplicaciones de bioplaguicidas como *Trichoderma* spp, *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus* y su consorcio sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos a nivel suelo y raíces de café en la finca Chelol, Jinotepe-Carazo.

2.2 Objetivos específicos

Determinar las poblaciones de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados antes y después de las aplicaciones de los bioplaguicidas a nivel de suelo y raíz a partir de los resultados obtenidos del laboratorio.

Describir el efecto de las aplicaciones de bioplaguicidas por medio de la comparación de las poblaciones de los géneros de nematodos fitoparásitos antes y después de haber sido aplicado los tratamientos.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Origen del cultivo de café

El origen del cultivo del café se ubica en Etiopía, África y se expandió durante la Edad Media a Arabia. A finales del siglo XVIII se introdujo a Java desde Yemen y se cultivó en jardines botánicos de Ámsterdam y París dando el material de siembra para el mundo. Se plantó inicialmente en Surinam y Antillas francesas, luego se expandió al resto de América tropical a inicios del siglo XIX. (León, 2000 citado por Alfaro, 2015, p. 18)

3.2 Importancia económica en Nicaragua

El diario oficial La Gaceta, (2025), reporta que el café es uno de los principales rubros de exportación y un sector clave para la economía nicaragüense, debido a su capacidad para crear importantes fuentes de empleo a lo largo de todo el ciclo productivo y del procesamiento del grano. Según el monitoreo realizado por el Ministerio Agropecuario (MAG), al 10 de enero de 2025 los beneficios secos reportaban un acopio de 1.55 millones de quintales de café pergamino oreado, equivalentes a 838,477 quintales de café oro, correspondiente a la cosecha cafetalera del ciclo 2024-2025.

El departamento de Carazo produce anualmente unos 50 mil quintales de café oro, lo que genera más de diez millones de dólares de ingresos, de los cuales un 75 % equivale a los costos de producción y el restante a la ganancia de los cafetaleros (La Prensa citado por Duarte, 2015).

3.3 Plagas que afectan al café

La planta de cafeto es afectada por un gran número plagas que le causan enfermedades afectando directamente a la realización de procesos fotosintéticos y producción, dentro de las plagas insectiles (Jiménez y Rodríguez, 2014), se destacan: la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), minador del café (*Leucoptera coffeella* Guer-Men) y nematodos (*Meloidogyne* spp). Otros autores como.

Villarreyna, (2016) menciona que las principales enfermedades del cultivo de café son la roya (*Hemileia vastatri*), xantracnosis (*Colletotrichum* spp.) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*).

3.4 Nematodos principales en el cultivo de café

Los nematodos son gusanos de tamaño milimétrico que viven en el suelo y en medios acuáticos y marinos. La mayoría de los nematodos son bacteriófagos, alimentándose de microorganismos y materia orgánica del suelo. Otros nematodos son parásitos de plantas y animales, y en muchos casos causan graves daños en los cultivos (Departamento de Ciencias del Mar y Biología, 2023)

De acuerdo con Zapata, (2021a), afirma que las principales especies que afectan al sistema radicular de cultivo café son las del género *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp y *Rotylenchulus* spp.

3.4.1 *Meloidogyne* spp

Los nematodos tienen longitudes que varían según su etapa de desarrollo, en la fase juvenil puede medir de 356 a 500 μm , los machos adultos oscilan entre 1.3 a 1.8 mm, mientras que las hembras alcanzan tamaños de 3.5 a 4.6 mm. Los nematodos se pueden encontrar a una profundidad de 10 a 15 cm de la superficie del suelo, aunque en algunos casos se pueden hallar a profundidades superiores de 5 m (Guzmán et al., 2013; citado por Torres, 2020).

3.4.2 *Pratylenchus* spp

La investigación de Chahin, (2014) afirma que *Pratylenchus* spp es conocido como el segundo nemátodo fitoparásito de mayor importancia para la agricultura, seguido de *Meloidogyne*. Son endoparásitos, es decir, se alimentan dentro de las raíces. Son de carácter migratorios con alta variedad de hospederos. Las hembras oviponen en las raíces como en el suelo, aunque, la mayor parte de los huevos son ovipuestos en el interior de las raíces.

3.4.3 *Rotylenchus* spp

Es un nematodo semiendoparásito sedentario, dado que solo inserta la cabeza en la raíz de la planta para alimentarse y tiende a permanecer adherido a ella, excepto durante la reproducción, cuando realiza la puesta de huevos directamente en el suelo (Pacheco, 2021).

3.4.4 *Helicotylenchus* spp

De acuerdo con Guzmán et al. (2012b) menciona que *Helicotylenchus* spp se caracterizan por tener una alimentación como ectoparásito “sin penetrar en las raíces”, semiendoparásito “la parte frontal del nematodo entra en las raíces mientras que la parte posterior se mantiene

en contacto con el suelo” o endoparásito “dentro de las raíces”. Todos los estados pueden encontrarse en las raíces, pero no se ha registrado migración a través del tejido.

3.4.5 *Paratylenchus spp*

Se caracteriza por presentar un cuerpo corto, vermiforme y cilíndrico, generalmente menor a 0,5 mm de longitud. Este género se alimenta principalmente de forma ectoparásita en las raíces de las plantas; sin embargo, se han reportado individuos capaces de alimentarse de manera endoparásita dentro de los tejidos radicales (DuPont y Ferris, 2017; Jenkins y Taylor, 1967; citado por Science Direct, 2017).

3.4.6 *Criconemoides spp*

El género de nematodo *Criconemoides spp* se caracteriza por presentar un cuerpo corto y robusto, con una cutícula fuertemente anillada, lo que le da un aspecto típico de “nematodo en anillos”. Son nemátodos ectoparásitos que se alimentan externamente de las raíces, causando debilitamiento del sistema radicular y afectando la absorción de agua y nutrientes en las plantas (Science Direct, 2023).

3.5 Daños

El daño causado por los nematodos a las raíces afecta las funciones de nutrición mineral y de absorción del agua. Estas alteraciones fisiológicas conducen a un lento crecimiento y una clorosis de las hojas que pueden evolucionar en un rápido paloteo y agotamiento de la planta, causando grandes pérdidas en la producción (Anzueto et al., 2000; citado por Escobar, 2008a).

3.6 Manejo de nematodos

3.6.1 Control químico

Los productos químicos son sustancias que se usan para controlar plagas, estas sustancias pueden llegar a provocar problemas no solo en los insectos a los que se les aplica, sino que también afecta al entorno biótico y abiótico que se encuentra en el agroecosistema como en el ambiente, a como también a los seres vivos (Jiménez, 2009).

3.6.2 Control biológico

Para el método de control biológico se implementa la aplicación de enemigos naturales a ciertas condiciones climáticas, con el objetivo de controlar a plagas que este afectando los

cultivos. Esta estrategia se utiliza cuando la plaga ha invadido un área donde sus depredadores naturales no se encuentran presentes (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes [CASAFA], 2016 citado por Regalado, 2021).

3.7 Productos biológicos

El uso de nematocida biológico se ha convertido en una alternativa para su control, es importante emplear productos que contengan combinación de diversos microorganismos, incluyendo especies de hongos y bacterias como: *Bacillus chitosporus*, *Acremonium butyri*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus firmus* *Arthrobotrys oligospora* (Zárate, 2018).

3.8 Bioplaguicidas

Los bioplaguicidas son microorganismos vivos como bacterias, hongos y virus, los cuales, mejoran la productividad, calidad o sanidad sobre los cultivos reduciendo así impactos negativos en el agroecosistema (Gerwick y Sparks, 2014; Dayan y Duke, 2014; Duke, 2018; citado por Mamani de Marchese y Filippone, 2018).

3.9 Descripción de los tratamientos

3.9.1 *Trichoderma* spp

El hongo es un eficaz controlador biológico debido a su rápida invasión y producción de enzimas, activan cuando hay existencia de fitopatógenos. Su capacidad para proliferarse en diversos sustratos facilita la producción de esporas para su aplicación. Se utiliza con éxito en la prevención de pudriciones causadas por agentes como *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, así como en el control de *Sclerotium* y *Sclerotinia* (Chiriboga et al., 2015).

3.9.2 *Paecilomyces lilacinus*

Actúa como un controlador de fitonematodos, especialmente del nematodo agallador *Meloidogyne* spp. Este hongo parasita diversos estados del ciclo de vida del nematodo, provocándoles la muerte o interrumpiendo su ciclo de vida. Puede afectar nematodos móviles fuera de las raíces. En ausencia de nematodos, el hongo puede sobrevivir como saprófito en el suelo, es decir, obtienen su nutrición descomponiendo materia orgánica muerta o en descomposición (Monzón et al., 2009).

3.9.3 *Bacillus subtilis*

Es una bacteria presente en diversos entornos que ha demostrado ser un agente biológico eficaz contra hongos del suelo y otras bacterias. Su aplicación se extiende tanto a nivel foliar como radicular (Control Bío, 2015).

menciona que las bacterias pertenecientes al género *Bacillus subtilis* contribuyen una opción efectiva para combatir nematodos en cultivos, incluyendo las larvas de *Meloidogyne incógnita* (Palacios, 2013).

3.9.4 Consorcio

El consorcio es un método que consiste en combinar microorganismos con el objetivo de potenciar los beneficios para el manejo de patógenos. Los consorcios ayudan a reducir poblaciones de plagas que afectan a las plantas e inducción al crecimiento y desarrollo vegetativo (Bradáčová et al., 2019; citado por Limón-Corona et al., 2022).

3.10 Estudios realizados usando bioplaguicidas para nematodos

Estudios realizados por Rizo, (2022) indican que el hongo *Paecilomyces lilacinus* ha demostrado ser efectivos como agentes de control biológico. Ofreciendo un nivel de control equiparable a los nematicidas convencionales.

La información sobre *Trichoderma* spp controlando nematodos es limitada, aunque indican que *Trichoderma* spp puede actuar como hongo antagonista, también posee la capacidad de desempeñar funciones como nematófago, ofreciendo una opción eficiente para el manejo de fitonematodos (Ferreira et al., 2008; citado por Mendoza et al., 2013).

Las plantas que fueron tratadas con *Bacillus subtilis* presentaron resultados positivos al reducir el agallamiento y la población del nematodo *Meloidogyne incógnita* (Siddiqui et al., 2001, citado por Soto, 2014).

3.11 Efectos en la salud del uso de nematicidas sintéticos

Estudios realizados por González, (2019) menciona que el uso de plaguicidas puede estar asociado a diversas enfermedades, entre ellas cáncer, leucemia, Parkinson, asma y trastornos neuropsicológicos y cognitivos. Además, el impacto en la salud depende del nivel de exposición, la concentración del producto.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El ensayo se estableció en la finca Chelol, localizado en el municipio de Jinotepe-Carazo, ubicada en las coordenadas geográficas 11°49'52.9" latitud Norte, 86°12'11.2" longitud Oeste (Figura 1). El estudio consistió en la aplicación de bioplaguicidas para el manejo de nematodos fitoparásitos en una plantación de café de la variedad Catimor línea 5175 con 10 años de edad. Según Pineda et al., (2023) mencionan que el clima de Jinotepe se clasifica como semihúmedo, con temperaturas que oscilan entre los 26 a 27 °C y una precipitación anual promedio de 1,400 mm.

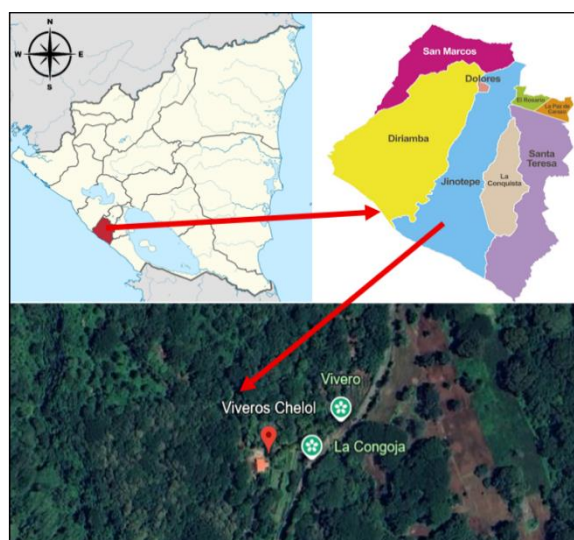


Figura 1. Ubicación geográfica de la Finca Chelol, Jinotepe – Carazo

4.2 Diseño metodológico

Esta es una investigación experimental con enfoque cuantitativo de corte longitudinal donde se evalúa el efecto de diferentes alternativas biológicas para el manejo de nematodos fitoparásitos tanto en suelo como en raíz en el cultivo del café.

4.2.1 Diseño experimental

Se estableció un diseño de bloques completos al azar (BCA), conformado por tres bloques, cada uno con un área de 480 m² y separados entre sí por dos metros. Cada repetición estuvo integrada por cinco unidades experimentales, correspondientes al número de tratamientos. Cada unidad experimental tuvo un área de 8 x 10 metros (80 m²), compuesto por 60 plantas

y presentó una separación de dos metros entre tratamiento. Para un área total del ensayo de 1,632 m². La distribución de los tratamientos en el campo se realizó de forma al azar, quedando cada parcela con el nombre del tratamiento asignado.

4.3 Descripción de los tratamientos

Se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos cada dos meses. La primera aplicación se realizó en mayo y la segunda en julio de 2024.

Paecilomyces lilacinus: Cepa del laboratorio de bioplaguicidas de la Universidad Nacional Agraria con una concentración de 1×10^{12} .

Bacillus subtilis: Del laboratorio de bioinsumos del INTA – CNIA (Centro Nacional de Investigación Agropecuario Augusto Cesar Sandino) la concentración del producto era de 1×10^{10} .

Trichoderma spp: Cepa del laboratorio de bioplaguicidas de la Universidad Nacional Agraria con una concentración de 1×10^{12} .

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Nº	Tratamientos	Dosis x bomba de 20 L	g o L ha ⁻¹
1	Testigo absoluto	-	-
2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	20 g	500 g concentración 1×10^{12}
3	<i>Bacillus subtilis</i>	0.03 L	1.4 L concentración 1×10^{10}
4	Consorcio	20 g <i>Paecilomyces lilacinus</i> + 0.03 L <i>Bacillus subtilis</i> + 20 g <i>Trichoderma spp</i>	Combinación de dosis ha ⁻¹ de bioplaguicidas
5	<i>Trichoderma spp</i>	20 g	500 g concentración 1×10^{12}

4.4 Descripción de la preparación de los tratamientos

La preparación de la mezcla de cada tratamiento se realizó en un barril con capacidad de 200 litros. A cada tratamiento se le aplicó 60 litros del bioplaguicida para un total de tres bombas de 20 litros. En total se utilizaron 180 litros de agua para las tres repeticiones, se utilizó el dispersante de conidios Wetagro 16,38 SL con una dosis de un ml por litro de agua, para un total de 180 ml del producto. Se preparó una sola mezcla para las tres repeticiones de cada tratamiento.

Los hongos a base de *Trichoderma* spp y *Paecilomyces lilacinus* estaban formulados en conidios en granos de arroz, por lo tanto, se realizó una premezcla para separar el hongo del arroz. En ambos hongos se utilizó una dosis de 20 gramos por bomba.

La preparación de la premezcla para cada hongo se realizó de forma separada de la siguiente manera: En un balde de 20 litros se depositó dos litros de agua y se le agregó 60 gramos del hongo a utilizar, posteriormente se colocó en otro balde un colador de cocina para liberar los conidios de la matriz sólida, quedando dos litros de la suspensión de conidios los cuales posteriormente se agregó al barril con 178 litros de agua, para completar los 180 litros necesarios para cada tratamiento.

Para la preparación de la mezcla del tratamiento *Bacillus subtilis*. Primeramente, se depositó 20 litros de agua en el barril, posteriormente se le agregó 270 ml del bioplaguicida para hacer una mezcla total, para los tres bloques donde estaría el tratamiento con *Bacillus subtilis*.

La mezcla del consorcio se realizó haciendo la premezcla de los hongos *Trichoderma* spp y *Paecilomyces lilacinus* tomando las dosis que se usaron individualmente, posteriormente se le agregó la dosis de *Bacillus subtilis*. En total se aplicaron 36 bombas de 20 litros en todo el ensayo, equivalentes a 720 litros para el primer momento de aplicación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Días hombres requeridos para la aplicación de bioplaguicidas

Nº bombadas aplicadas	Días hombres requeridos para la aplicación	Proyección de bombadas aplicadas ha ⁻¹	Proyección de días hombres ha ⁻¹
36	2.5	220	15.5

Nota: Se realizaron dos intervalos de aplicaciones

4.5 Descripción de la forma de aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó en horas frescas de la mañana de 6:00 am a 9:00 am, se utilizó una bomba de mochila manual de 20 litros. Antes de aplicar se removió la hojarasca de la base de cada planta para realizar la aplicación. La aplicación se realizó al suelo abarcando un radio de unos 20 centímetros desde la base de la planta. La forma de aplicación fue dirigida sin boquilla, en flujo continuo y la cantidad de la suspensión por planta fue de un litro del bioplaguicida, con el propósito de infiltrar la solución en el suelo.

4.6 Muestreos

Se realizaron dos muestreos de suelos y de raíces, el primer muestreo se realizó antes de la primera aplicación de los tratamientos y el segundo dos meses después de la segunda aplicación de los tratamientos. No se realizó un muestreo intermedio y para evitar daños adicionales a las plantas por la extracción repetida de raíces.

Los muestreos se realizaron siguiendo el método en forma de “X” propuesto por Escobar (2008) el cual consiste en seleccionar cinco puntos de muestreo: Cuatro ubicados en las esquinas de la parcela y uno en el centro. En cada punto se recolectaron muestras de suelo y de raíces de cuatro plantas, para un total de 20 plantas muestreadas por tratamiento.

4.6.1 Recolección de muestras de suelo

Se recolectaron muestras de suelo en cinco puntos por tratamiento, tomando muestras de cuatro plantas en cada punto, muestreando 20 plantas en total. Con un palín, se extrajeron 25 g de suelo de cada planta, a una distancia de 15 cm de su base y a una profundidad de 15 cm. Se homogenizaron las muestras para obtener una composición de 500 g de suelo por tratamiento, dado que esta es la medida requerida por el laboratorio de nematología de la UNA para realizar un análisis de suelo.

4.6.2 Recolección de muestras de raíz

La recolección de muestra de raíces se realizó simultáneamente con la de suelo. Con un palín, se extrajeron 2.5 g de raíces de cada planta, a una distancia de 15 cm de su base y a una profundidad de 15 cm, obteniendo así una muestra compuesta de 50 g de raíces por tratamiento. Para el traslado de las muestras de suelo y raíz se depositaron en una bolsa papel kraft y después en una bolsa plástica etiquetada y se depositaron en un termo para ser llevadas

al laboratorio de nematología de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para hacer los análisis de presencia de nemátodos fitoparásitos.

4.7 Variables evaluadas

Población de nematodos fitoparásitos por géneros encontrados en 200 g de suelo.

Población de nematodos fitoparásitos por géneros encontrados en 20 g de raíz.

La población de nemátodos se evaluó mediante el conteo de especímenes adultos por unidad de peso, utilizando una cámara de lectura acoplada a un microscopio de luz Nikon con un objetivo de 100X de aumento. Cada variable se obtuvo sumando los conteos absolutos de las poblaciones de nematodos fitoparásitos por género registradas en las tres repeticiones de cada tratamiento.

4.8 Análisis de datos

Se registraron los datos en hojas electrónicas de Microsoft Excel y se analizaron las variables con gráficos de barra y estadística descriptiva, comparando la población de nematodos antes de aplicar los tratamientos y después de ser aplicados, para determinar el efecto de los bioplaguicidas en la reducción de la población de nematodos fitoparásitos.

4.9 Manejo de factores no sujetos a evaluación

Manejo de arvenses: Se llevó a cabo de manera periódica, con una frecuencia aproximada de cada 6 meses, empleando herramientas manuales como machetes, equipo mecánico, específicamente moto guadañas, para facilitar la labor en áreas de mayor cobertura o con vegetación más densa. Esta práctica permitió mantener las parcelas libres de malezas, reduciendo la competencia por luz, agua y nutrientes con el cultivo de café.

Manejo agronómico; Podas de formación se efectuaron aproximadamente una vez durante el ensayo, empleando tijeras manuales con el objetivo de proporcionar a las plantas una estructura adecuada, favoreciendo un crecimiento equilibrado y facilitando las labores culturales posteriores. Después de podar cada planta, las herramientas eran desinfectadas con una solución a base de cobre para prevenir la transmisión de patógenos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Población inicial de nemátodos en suelo sin aplicación de tratamientos

Se reportaron cinco géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne* spp, *Paratylenchus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Criconemoides* spp y *Rotylenchus* spp. El género *Helicotylenchus* spp presentó poblaciones mayores con 540, 450 y 375 individuos. El género *Rotylenchus* spp presentó población de nematodos fitoparásitos únicamente en la parcela donde posteriormente se aplicó *Bacillus subtilis* registrándose 30 individuos. Además, la parcela del testigo presentó poblaciones bajas de los géneros *Helicotylenchus* spp y *Criconemoides* spp con 75 y 90 nematodos (Figura 2).

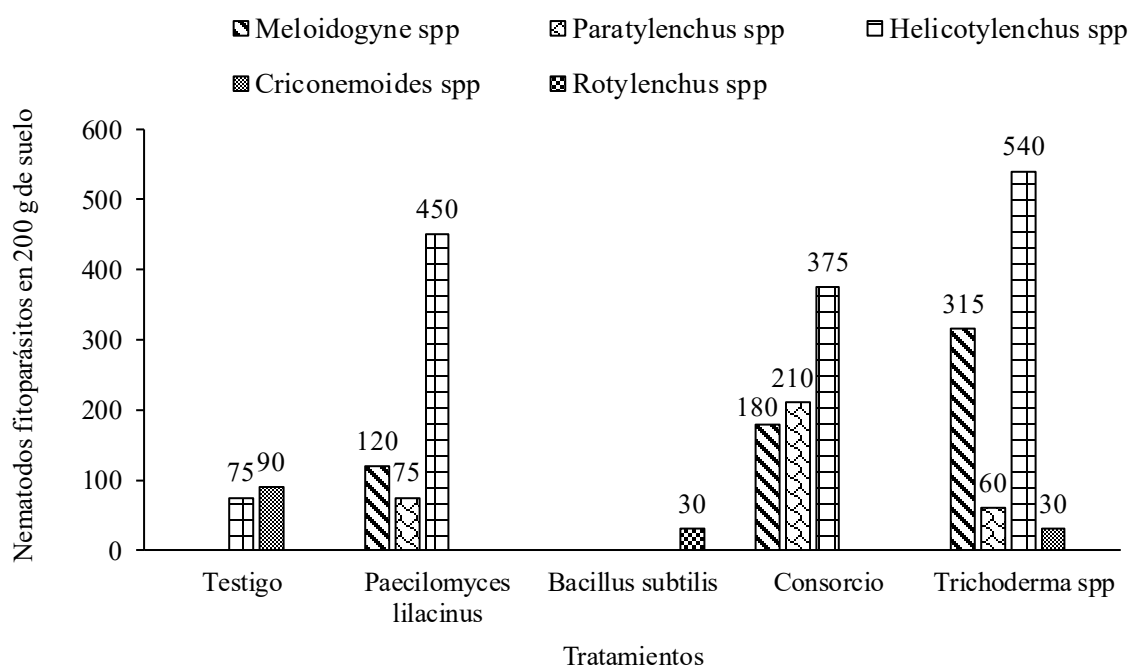


Figura 2. Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 200 g de suelo sin aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Mayo 2024

En este estudio, las poblaciones de *Helicotylenchus* spp fueron mayores en el diagnóstico inicial. Estos resultados coinciden con lo reportado por Gómez (2019) quien realizó un estudio en el Ecuador en la provincia de Loja, en su estudio encontró mayor densidad

poblacional de *Helicotylenchus* spp con un 68% (65 individuos/100 cc de suelo). Asimismo, no se registró población de *Pratylenchus* spp.

En el diagnóstico inicial de este estudio, las poblaciones de *Rotylenchulus* spp fueron bajas este hallazgo coincide con lo reportado por Urbina y Matus (2009a) quienes, al evaluar el comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos en plantaciones de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (ciclo 2007-2008), observaron que las poblaciones de *Rotylenchulus* spp eran menores en comparación con las de *Meloidogyne* en muestras de suelo.

Achicanoy et al., (2012) estudiaron la dinámica poblacional de nematodos de vida libre en suelos de un bosque del municipio de Pasto, Colombia. En dicho estudio, se estimó una abundancia de 1,005 individuos por kilogramo de suelo seco en la época seca (mayo-septiembre de 2010, con 267.3 mm de precipitación y de 1,690 individuos en la época lluviosa (octubre 2010-febrero 2011, con 647 mm de precipitación). En ambos estudios se encontró que la población de nematodos es mayor con el aumento de la humedad del suelo generada por las lluvias.

5.2 Población de nemátodos en suelo después de la aplicación de los tratamientos

Se registraron cuatro géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne* spp, *Paratylenchus* spp, *Helicotylenchus* spp y *Rotylenchus* spp. Los tratamientos a base de *Trichoderma* spp, consorcio y *Paecilomyces lilacinus* mostraron poblaciones bajas de *Helicotylenchus* spp con 15, 60 y 75 individuos en comparación con el diagnóstico inicial. El tratamiento *Trichoderma* spp y consorcio no presentaron poblaciones de *Paratylenchus* spp. Además, *Trichoderma* spp y *Paecilomyces lilacinus* obtuvieron poblaciones bajas de *Meloidogyne* spp con 0 y 15 individuos en comparación con su diagnóstico inicial. El testigo presentó una población de 135 individuos de *Rotylenchus* spp siendo esta la mayor registrada en comparación con los demás tratamientos (Figura 3).

En el tratamiento *Bacillus subtilis* se encontraron nuevos géneros de nematodos: *Meloidogyne* spp, *Paratylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp con 30 individuos cada uno.

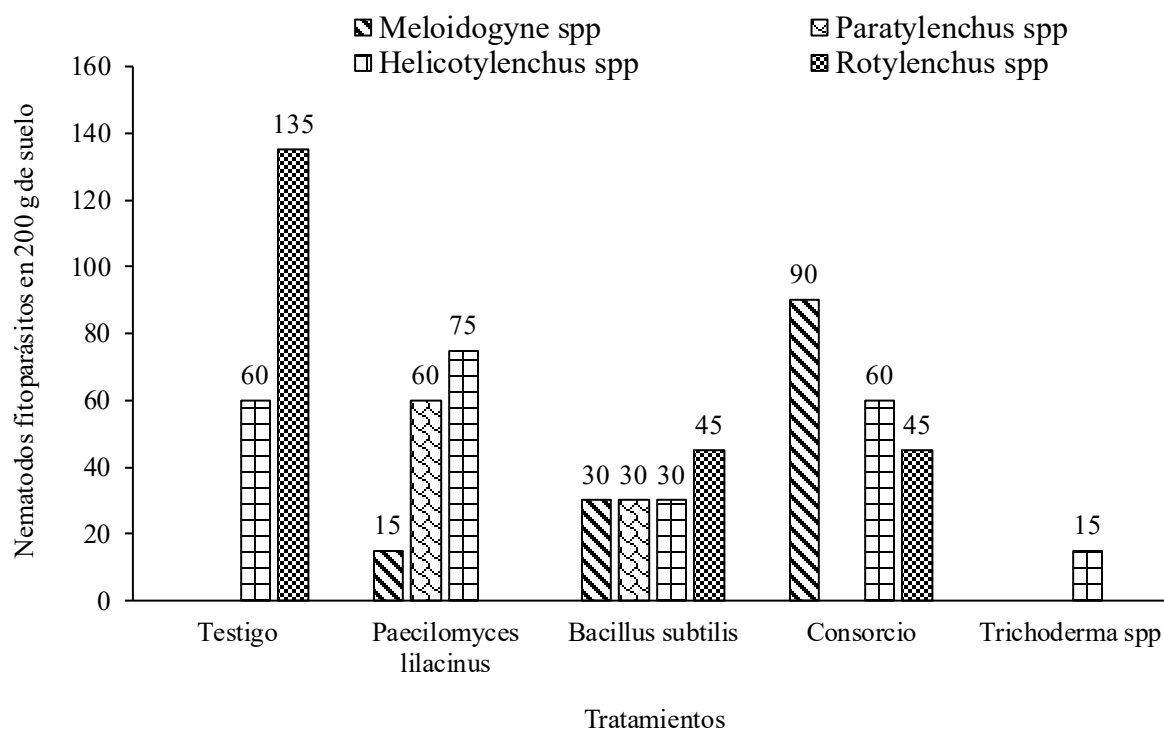


Figura 3. Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 200 g de suelo con aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Julio 2024

En esta investigación, el tratamiento con *Trichoderma* spp registró las poblaciones más bajas de *Meloidogyne* spp y *Helicotylenchus* spp en comparación con el diagnóstico inicial. Estos resultados coinciden con la investigación realizada sobre el uso de *Trichoderma* spp para el manejo de nematodos, en dos fincas cafetaleras en Jinotepe Nicaragua, obteniendo una reducción significativa en las poblaciones de *Meloidogyne* spp y *Helicotylenchus* spp (Citado por Zapata, 2021b).

En este estudio, el tratamiento *Paecilomyces lilacinus* mostró poblaciones bajas de *Meloidogyne* spp en 200 gramos de suelo después de su aplicación. Estos resultados concuerdan con la investigación de Romero (2004) quien realizó estudio en la comunidad del río Yeguaré en Honduras en el cultivo de pepino en su estudio el evaluó el efecto de la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne* spp, obteniendo un mayor porcentaje de control de juveniles de *Meloidogyne* spp con un 74%.

Yadav et al., (2024) realizaron una investigación en la Universidad de Chandigarh, India. Sobre el manejo de nematodos fitoparásitos utilizando bacterias, hongos y consorcios como agentes de biocontrol, demostrando que el uso de consorcios aumento el control de

nematodos y enfermedades. Sin embargo, existen muy pocos estudios del uso de consorcios, generalmente se han realizado estudios combinando algunos microorganismos antagonistas como *Aureobasidium* spp, *Trichoderma* spp, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas* spp.

Para esta investigación, en el tratamiento a base de *Bacillus subtilis* se encontraron 30 individuos de los géneros *Meloidogyne* spp, *Paratylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp en 200 gramos de suelo después de la aplicación. Este hallazgo coincide con lo reportado por Bayer CropScience LP (2018) quienes, en su investigación realizada en España, destacaron que *Bacillus subtilis* resulta eficaz en el control de nematodos del género *Paratylenchus* spp. Asimismo, se evidenció su actividad frente a *Helicotylenchus* spp y *Criconemoides* spp en plantas de tomate.

5.3 Población inicial de nemátodos en raíces sin aplicación de tratamientos

Se identificaron dos géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne* spp y *Paratylenchus* spp. El primero presentó las poblaciones más elevadas, con 4,140 y 3,885 individuos en las parcelas destinadas posteriormente a la aplicación de *Bacillus subtilis* y al consorcio. En contraste, las parcelas asignadas a la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* spp registraron poblaciones bajas de *Meloidogyne* spp con 75 y 180 individuos. Por su parte, en los tratamientos *Trichoderma* spp y en el testigo se detectaron 30 y 45 individuos de *Paratylenchus* spp (Figura 4).

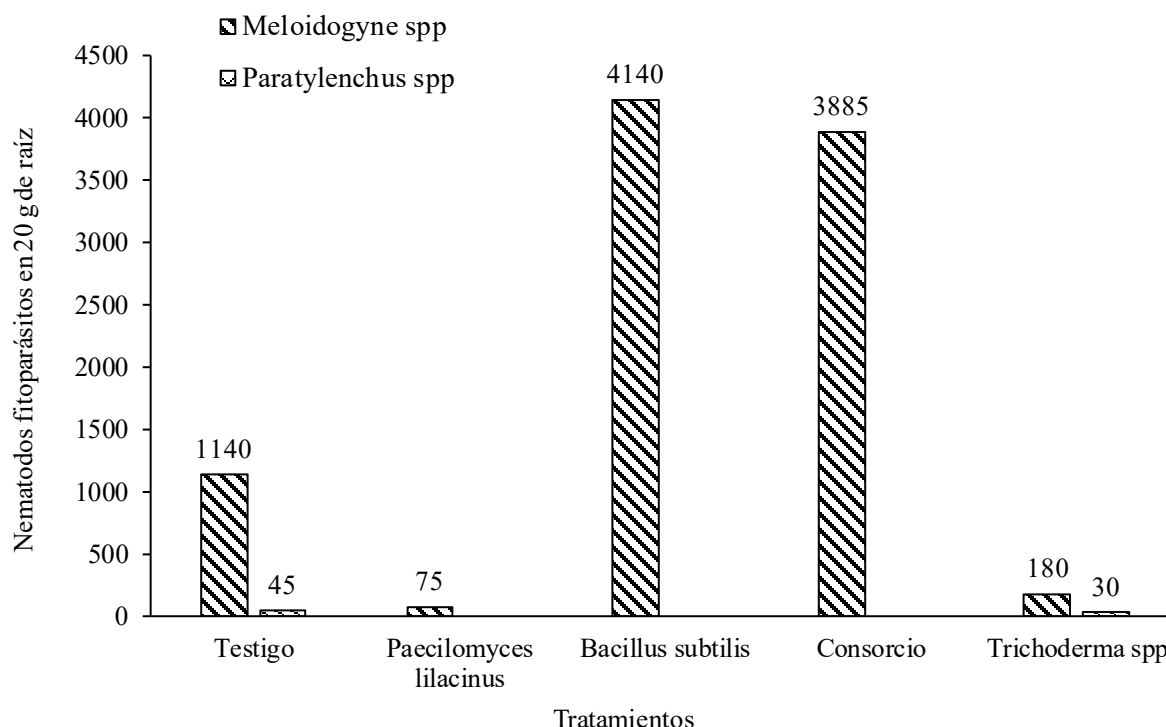


Figura 4. Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 20 g de raíz sin aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol- Jinotepe. Mayo 2024

En este estudio, la población inicial de *Meloidogyne* spp en muestras de raíces fue mayor en comparación con la registrada en suelo. Este hallazgo coincide con lo reportado por Escobar (2008b) quien analizó las poblaciones de nematodos fitoparásitos en sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya. En su investigación, el autor encontró que *Meloidogyne* spp presenta mayores poblaciones en raíces, atribuyendo a que este nematodo permanece gran parte de su ciclo de vida en el interior de las mismas.

De la misma manera, los estudios realizados en Carolina del Norte, Estados Unidos, destacan que las poblaciones de *Meloidogyne* spp registradas en las muestras de raíz son superiores a las observadas en las muestras de suelo, esto debido a biología de este género, caracterizado por ser un nematodo endoparásito que permanece gran parte de su ciclo de vida habitando las raíces del café (Citado por Urbina y Matus, 2009b).

En este ensayo, las poblaciones de *Paratylenchus* spp registradas en raíces fueron menores en comparación con las de *Meloidogyne* spp observadas en el diagnóstico inicial. Estos resultados coinciden con una investigación realizada en el norte de China, demostraron que las bajas poblaciones de *Paratylenchus* spp en raíces se relacionan con su estrategia de alimentación. Esto se debe a que los machos y los juveniles en cuarto estadio no se alimentan del sistema radicular, mientras que los estadios juveniles más jóvenes se desplazan hacia las células de la raíz y las penetran para nutrirse (Citado por Science Direct, 2017).

5.4 Población de nemátodos en raíces después de la aplicación de los tratamientos

Se encontraron cuatro géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne* spp, *Paratylenchus* spp, *Rotylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp. Los tratamientos a base de *Bacillus subtilis*, consorcio y el testigo registraron las poblaciones más bajas de *Meloidogyne* spp con 975, 510 y 105 individuos en comparación con el diagnóstico inicial.

Los tratamientos con *Trichoderma* spp y *Paecilomyces lilacinus* registraron las poblaciones más altas de *Meloidogyne* spp con 1,350 y 1,140 individuos después de la aplicación. Sin embargo, en el tratamiento a base de *Trichoderma* spp no se detectaron individuos de *Paratylenchus* y *Helicotylenchus* spp. *Bacillus subtilis* mostró la menor población de *Rotylenchus* spp con 30 individuos (Figura 5).

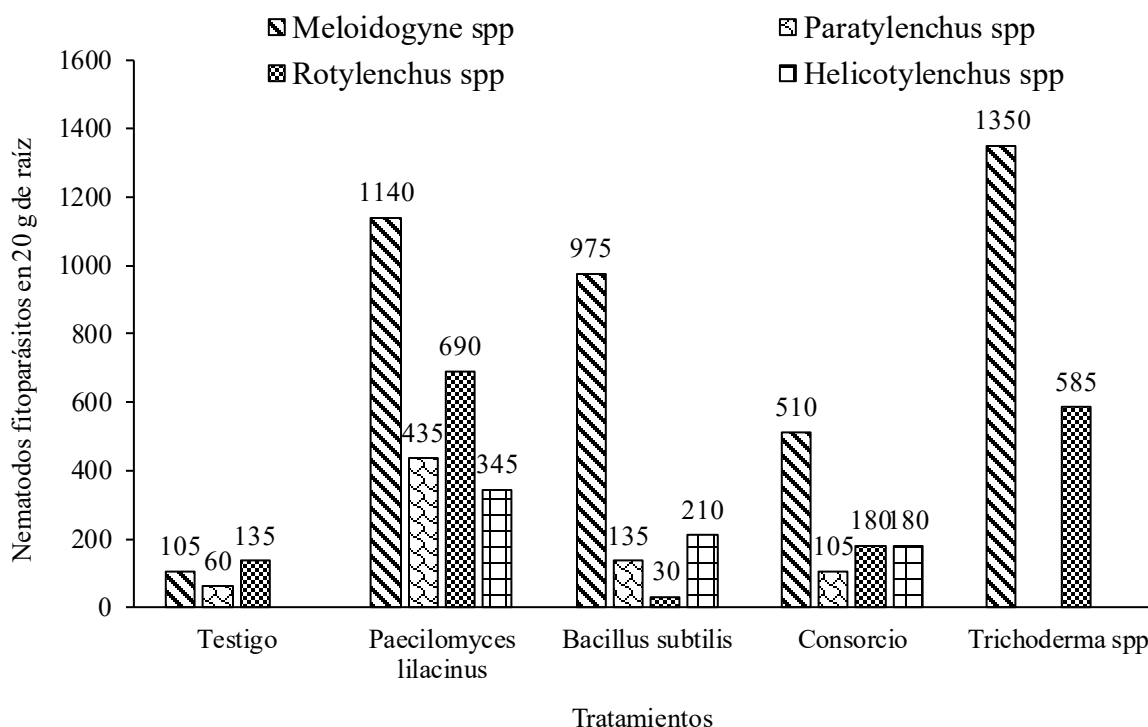


Figura 5. Población de nematodos fitoparásitos encontrados en 20 g de raíz con aplicación de bioplaguicidas. Finca Chelol-Jinotepe. Julio 2024

En este ensayo, en el tratamiento consorcio se encontró menores poblaciones de nematodos en 20 gramos de raíces. Este resultado coincide con lo reportado por Álvarez y Gutiérrez (2022) quienes en su investigación realizada en la finca El Plantel, ubicada en el municipio de Nindirí, departamento de Masaya, aplicaron una combinación de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma harzianum* para el manejo de nematodos en raíces, logrando una reducción en las poblaciones de *Rotylenchulus* spp. y *Helicotylenchus* spp.

De igual manera, el tratamiento a base de *Bacillus subtilis* también se encontró menores poblaciones de nematodos en 20 gramos de raíces. La acción que ejerce *Bacillus subtilis* sobre los microorganismos es que produce enzimas y metabolitos nematocidas que dañan la cutícula y las membranas de los nematodos, reduciendo así su viabilidad (Citado por Vasantha-Srinivasan et al., 2025).

En esta investigación, en el tratamiento a base de *Trichoderma* spp no se encontró poblaciones de *Paratylenchus* spp en raíces después de su aplicación. Este resultado coincide con lo señalado por Pérez (2019) quien realizó su estudio en dos fincas cafetaleras de Jinotega

aplicando el hongo *Trichoderma* spp para el manejo de nematodos fitoparásitos, concluyendo que dicho tratamiento presentó la menor población de *Paratylenchus* spp raíces.

En este estudio, el tratamiento con *Trichoderma* spp presentó una mayor población de *Meloidogyne* spp en 20 gramos de raíces. Este resultado coincide con lo reportado por Cortés-Hernández et al., (2023) quienes, en su estudio realizado en el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, evaluaron el uso de *Trichoderma* spp como alternativa para una agricultura sostenible. Evidenciando que la aplicación de *Trichoderma* spp favorece el incremento radicular, aumentando así la disponibilidad de tejido alimenticio.

El tratamiento *Paecilomyces lilacinus* presentó poblaciones altas de *Meloidogyne* spp en 20 gramos de raíces tras su aplicación. Este resultado concuerda con mencionado por Lima (2015) quien, en su estudio evaluó el uso de *Paecilomyces lilacinus* para el control de nematodos asociados al café en Pueblo Nuevo Viñas, Guatemala, este estudio no registró diferencias significativas en los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp en 25 gramos de raíces. Sin embargo, dicho tratamiento mostró un alto nivel de control sobre la cantidad de huevecillos presentes.

Se demostró que las poblaciones de nematodos fitoparásitos registradas en 200 gramos de suelo fueron menores en los tratamientos donde se aplicaron bioplaguicidas, en comparación con aquellos sin aplicación. Además, en las muestras de 20 gramos de raíces, se observó que las poblaciones de nematodos fitoparásitos fueron menores únicamente en los tratamientos donde se aplicaron *Bacillus subtilis* y el consorcio, en comparación con los demás tratamientos.

La reducción observada en las poblaciones de *Helicotylenchus* spp y *Meloidogyne* spp tiene una alta relevancia agronómica, debido a que ambos géneros afectan directamente el sistema radicular del café y, en consecuencia, la absorción de agua y nutrientes. *Helicotylenchus* spp, provoca lesiones en las raíces que facilitan la entrada de patógenos, mientras que *Meloidogyne* spp, al inducir la formación de agallas.

La disminución de estos nematodos sugiere que los bioplaguicidas evaluados presentan un potencial efectivo para mitigar el daño radicular, favoreciendo un sistema de raíces más sano y funcional. Esto se traduce en una mayor capacidad de exploración del suelo.

VI. CONCLUSIONES

El género de nematodo fitoparásito *Helicotylenchus* spp presentó las poblaciones más altas en el análisis preliminar de suelo, mientras que el género *Meloidogyne* spp mostró las poblaciones más elevadas en el diagnóstico inicial de raíces.

El tratamiento *Trichoderma* spp registró menores poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne* spp y *Helicotylenchus* spp en suelo. En cambio, el tratamiento *Bacillus subtilis* y el consorcio presentaron menores poblaciones del nematodo *Meloidogyne* spp en raíces.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces, con énfasis en los géneros *Helicotylenchus* spp y *Meloidogyne* spp, debido a las altas poblaciones detectadas en el diagnóstico inicial.

Evaluar diferentes dosis y forma de aplicación de los bioplaguicidas para determinar su eficacia y alcance en el manejo de nematodos fitoparásitos tanto en la zona de Carazo como en otras zonas cafetaleras del país.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alfaro Vargas, V. (2015). *Efectos de la altitud sobre las características físicas y organolépticas del café de la zona de los santos* [Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/2944/1/38721.pdf>
- Álvarez Ortega, V. V y Gutiérrez Miranda, C. A. (2022). *Uso de *Purpureocillium lilacinum*, *Trichoderma harzianum* y *Pimenta dioica* (L.) Merrill para control de nematodos en plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el centro experimental El Plantel* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. 2021. <https://repositorio.una.edu.ni/4510/1/tnh10a473u.pdf>
- Baños, Y. S., Concepción, A. B., Lazo, R. C., González, I. A. y Morejón, L. P. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. *Brasileira de Agroecologia*, 5(2), 224-233. <https://orgprints.org/id/eprint/24512/>
- Bayer Cropscience LP (2018). *Biocontrol de nematodos*. Oficina Española de Patentes y Marcas <https://patentimages.storage.googleapis.com/45/61/94/e1a558b63f0e22/ES2663372T3.pdf>
- Achicanoy, J., Navia, J y Betancourth, C. (2012). Dinámica poblacional de nematodos de vida libre en diferentes usos y manejos del suelo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 26-38. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/454/459>
- Chahin Ananía, M. G. (2014). *Manejo agronómico y evaluación económica del cultivo de peonías en el sur de Chile*. Instituto De Investigaciones Agropecuarias <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/3557>
- Chiriboga, H. P., Gómez, B. G. y Garcés. E. K. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades*. IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=B31366C51A6D6926B13C40D402C1AC6F?sequence=1>
- Control Bío. (2015). *Uso de bacillus subtilis como biofungicida en agricultura y jardinería*. https://controlbio.es/es/blog/c/76_uso-de-bacillus-subtilis-como-biofungicida-en-agricultura-y-jardineria.html
- Cortés-Hernández, F. C., Alvarado-Castillo, G y Sánchez-Viveros, G. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(2), 73-87 <https://www.redalyc.org/journal/776/77677359007/html/>
- Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada. (2023). *Nematodos*. <https://dcmba.ua.es/es/areas/botanica/nematodos.html>
- Duarte Canales, H. A. (2015). *Evaluación de indicadores agroecológicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) var. CATRENIC, bajo riego complementario por goteo a pleno*

- sol y micro aspersión bajo sombra, San Marcos, Carazo, Nicaragua, 2013-2014* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3197/1/tnf06d812.pdf>
- Escobar Medrano, M. M. (2008). *Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007)*. [Tesis de ingeniería]. Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10e74.pdf>
- Gómez Guayllas, E. T. (2019). *Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.) en la provincia de Loja*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a1610191-3baf-45d6-b176-7093d8e2072e/content>
- González Ulibarry, P. (2019). *Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto_de_los_plaguicidas_en_la_Salud.pdf
- Guevara Heredia, E., Mestanza Iberico, C., Oliva1, M. y Vera Obando, N. (2015). Población de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en relación a la textura del suelo, Cuispes, Bongará - Amazonas. *Indes*, 1(2), 9-15. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/46/163>
- Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D. y Staver, C. (2000). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de café*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2978>
- Guzmán Piedrahita, Ó. A., Castaño Zapata, J. y Villegas Estrada, B. (2012). Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Researchgate*, 20(1), 38-50. <https://acortar.link/npaMbW>
- InfoAgro. (2020). *Manejo integral de plagas control biológico y control químico*. <https://mexico.infoagro.com/manejo-integral-de-plagas-control-biologico-y-control-quimico/#:~:text=El%20control%20qu%C3%ADmico%20de%20plagas,como%20el%20uso%20de%20pesticidas>
- Jiménez Martínez, E. y Rodríguez Flores, O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua*. UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas*. UNA. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- La Gaceta. (2025). *Ciclo 2024-2025: Avanza acopio de café en beneficios secos de Nicaragua*. <https://www.lagaceta.gob.ni/ciclo-2024-2025-avanza-acopio-de-cafe-en-beneficios-secos-de-nicaragua/>
- Lezaun, J. (2016). *Nematodos fitoparásitos: una plaga mundial*. CropLife LATIN AMERICA. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos#:~:text=Los%20nematodos%20est%C3%A1n%20definidos%20como,y%2035%20%CE%BCm%20de%20ancho>

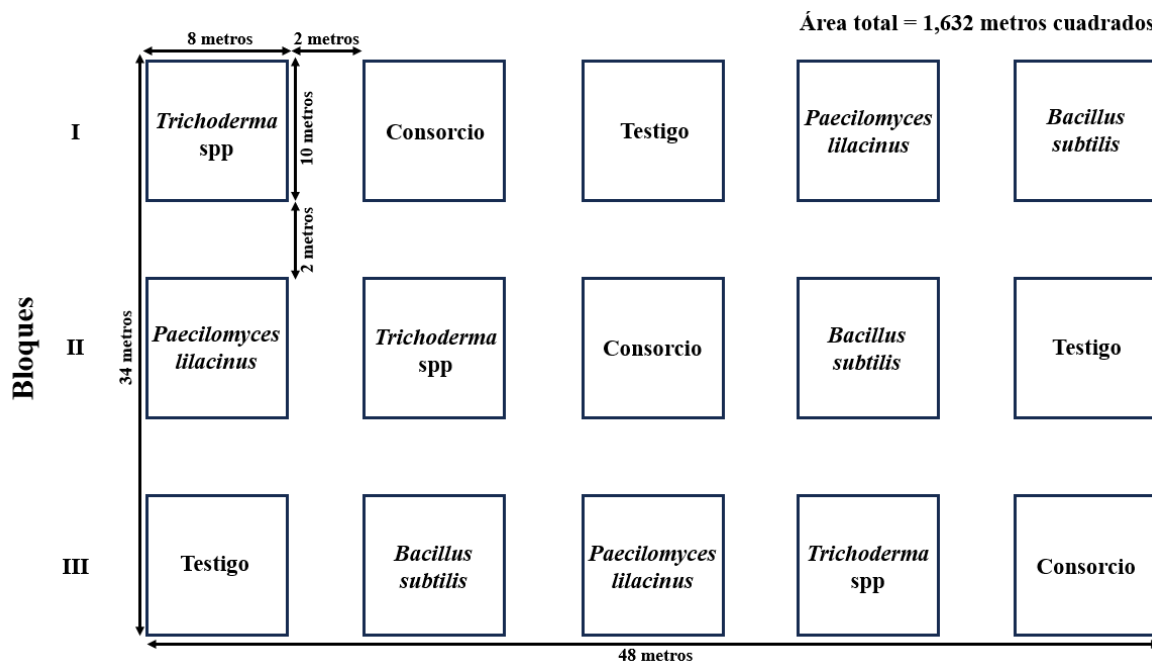
- Lima López, M. K. (2015). *Evaluación de productos alternativos para el control de nemátodos asociados a café, en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa*. [Tesis de ingeniería, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio Institucional. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/03/Lima-Mildred.pdf>
- Limón-Corona, M. L., Flores-Olivas, A., Hernández-Castillo, F. D., González-Merino, A. M., González-Morales, S., Virgen-Calleros, G., Cerda-García, P. A. y Hernández-Martínez, R. (2022). Efecto de consorcio microbianos en el patosistema *Solanum lycopersicum*-*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3), 1-9. <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/3221/1614>
- Mamani de Marchese, A. y Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Agron. Noroeste Argent*, 38(1), 9-21. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/92661/CONICET_Digital_Nro.ee07db96-c339-4b9d-a335-62213099a55c_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Mendoza, G., Wilson, J. y Colina, C. (2013). Efecto de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre huevos de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. *REBIOLEST*, 1(2), 65-71. <https://core.ac.uk/download/pdf/267888725.pdf>
- Mesa Rodríguez, N. Y., Medrano Montero, J., Martínez Pérez, M. L., Peralta M, G. y Cabrera Hechavarria, Y. (2017). Efecto anticariogénico del café. *Correo Científico Médico*, 21(3), 888-898. <https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/2671>
- Monzón, A., Herrera, I. y Méndez, R. E. (Eds.). (2009). *Uso y manejo de Paecilomyces lilacinus para el control de nematodos*. FUNICA. <https://www.funica.org.ni/wp-content/uploads/2022/07/Guia-Uso-y-manejo-de-Paecilomyces-lilacinus-para-el-control-de-nematodos-pdf.pdf>
- Pacheco, J. S. (2021). N° 0027: *El nematodo reniforme Rotylenchulus* sp. Ecofertilizing. <https://ecofertilizing.pe/el-nematodo-reniforme-rotylenchulus/#:~:text=Entre%20los%20diferentes%20nematodos%20reportados,pu esta%20directamente%20en%20el%20suelo>
- Palacios Miñano, A. S. (2013). *Efecto de Bacillus subtilis sobre juveniles 2 de Meloidogyne incognita en condiciones de invernadero en el Fundo Marverde de la Empresa Agroindustrial Camposol* [Tesis de biología, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/62134df9-d6e3-478b-9d55-1a1737be16cb/content>
- https://www.academia.edu/32101248/EL_MUNDO_DEL_CAF%C3%89_RAMON_FISA_C_PEDRAJAS_Doctor_Ingeniero_Agr%C3%B3nomo
- Pérez García, D. M. (2019). *Uso de enmiendas orgánicas y productos biológicos para el manejo de nematodos fitoparásitos, en dos fincas cafetaleras en Jinotega, 2014*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3847/1/tnh10p438u.pdf>

- Pineda Rizo, O. M., Guzmán Guillen, F., Jarquín Sánchez, E. J. y Dumas, M. A. (2023). Análisis agro socioeconómico de diez fincas en la comunidad El Quinal en Santa Teresa, Carazo, Nicaragua 2020-2021. *La Calera*, 23(41), 139-146. <https://doi.org/10.5377/calera.v23i41.17031>
- Regalado Pérez, B. M. (2021). *Control químico y biológico de nematodos en cultivo de café (coffea arabica l) a nivel de vivero, ingenio – Santa Catalina – Amazonas, 2019*. [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Amazónica]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/87/Tesis%20Mariela%20Regalado.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Rizo Obregón, R. N. (2022). *Evaluación del uso de los hongos nematófagos Pochonia chlamydosporia y Purpureocillium lilacium como agentes de biocontrol en nematodos Fitopatógenos de cultivos de café en invernaderos, Managua, Nicaragua, junio diciembre 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/16561/1/16561.pdf>
- Romero Villagra, D. C. (2004). *Efectos de la aplicación de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne spp. en pepino* [Tesis de licenciatura, Zamorano Honduras]. Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6db4bbd3-3ale-4c9b-a7cb-3c5987b2a501/content>
- Salazar Hitcher, R. A. y Jiménez-Martínez, E. S. (2022). Caracterización fitosanitaria de sistemas de producción de café (*Coffea arábica* L.) en Boaco, Nicaragua. *Wani*, (77), 25-38. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i77.14989>
- Science Direct. (2017). *Paratylenchus*. [https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/paratylenchus#:~:text=Genus%20Paratylenchus%20Micoletzky%2C%201922%20\(Figs.&text=The%20body%20is%20short%2C%20usually,two%20to%20four%20incisures%20each](https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/paratylenchus#:~:text=Genus%20Paratylenchus%20Micoletzky%2C%201922%20(Figs.&text=The%20body%20is%20short%2C%20usually,two%20to%20four%20incisures%20each)
- Science Direct. (2023). *Ring Nematodes*. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/ring-nematodes>
- Soto Deza, N. M. (2014). *Efecto del Bacillus subtilis Y “Gallinaza” como supresores de Meloidogyne sp. en cultivo de Capsicum annum, Piura, Perú 2010 - 2011* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e32ce864-1b63-4700-a07b-273ff0d9859d/content>
- Torres Hernández, P. J. (2020). *Efecto Nematicida de Filtrados Bacterianos, sobre Meloidogine incógnita bajo Condiciones in Vitro e Invernadero en Tomate (Lycopersicum esculentum Mill)* [Tesis de ingeniería, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/47353/K%2066592%20Torres%20Hern%20c3%a1ndez%20Pedro%20de%20Jes%20c3%bas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

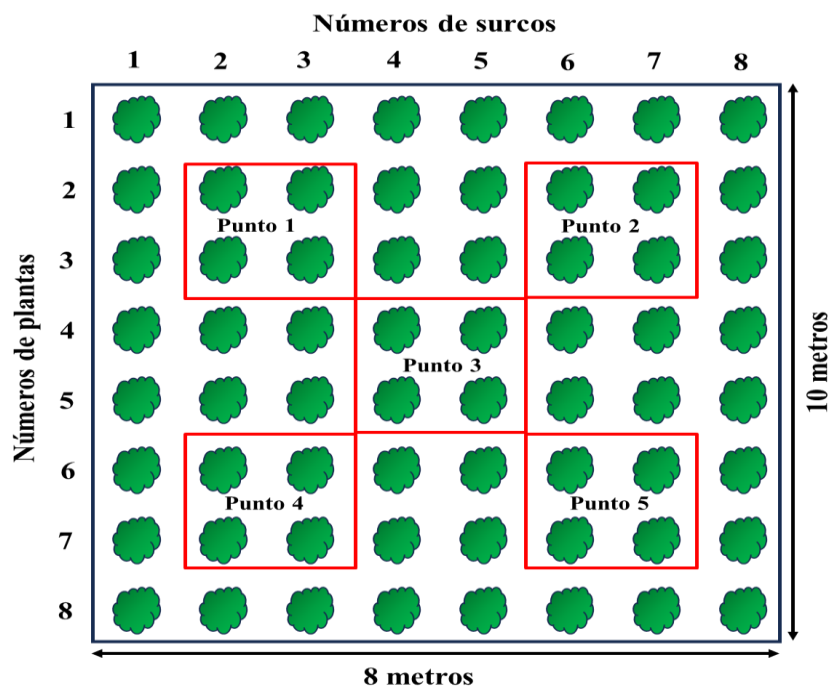
- Urbina Barrera, J. Y. Matus Diaz, G. M. (2009). *Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008)*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2074/1/tnh10u73.pdf>
- Vasanth-Srinivasan, P., Park, K. B., Kim, K. Y., Jung, W. J., & Han, Y. S. (2025). *El papel de las especies de Bacillus en el manejo de nematodos fitoparásitos*. *Frontiers*. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2024.1510036/full>
- Villarreyña Acuña, R. A. (2016). *Efecto de la sombra sobre las plagas y enfermedades, a través del microclima, fenología y estado fisiológico del cafeto*. CATIE. https://agritrop.cirad.fr/581152/1/Reporte%201_Sombra%20y%20Plagas%20y%20E_RV_%20JA_BV_RV.pdf
- Yadav, S. P., Sharma, C., Pathak, P., Kanaujia, A., Saxena, M. J y Kalra, A. (2024). Manejo de nematodos fitoparásitos utilizando bacterias y hongos y sus consorcios como agentes de biocontrol. *Published by the Royal Society of Chemistry*, 2025(4), 335-354. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/va/d4va00216d>
- Zapata Villacis, M. A. (2021). *“Principales nematodos asociados en el cultivo de café (Coffea spp).”* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10213/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000325.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zárate, P. (2018). *Ficha técnica*. Drokasa. <http://drokasa.pe/aplicacion/webroot/imgs/catalogo/pdf/Ficha%20Tecnica-CUSTOMBIO%20NC%20v1.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Delimitación de tratamientos para el cultivo de café en la Finca Chelol, ubicada en Jinotepe-Carazo



Anexo 2. Esquema de muestreo de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces para 20 plantas por tratamiento



Anexo 3. Resultados de extracción de nematodos en 200 gramos de suelo antes de aplicar los tratamientos

Resultados Extracción de Nematodos en Suelo

I. Información General

Nombre de contacto: Nahum Rivera
 Correo: _____
 Celular: _____
 Cultivo: Café
 Nombre de la finca: Chelol
 Ubicación de la finca: Carazo
 Muestra: Suelo
 Fecha: 02 de julio de 2024

II. Resultados

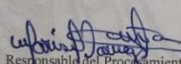
Géneros registrados en 200 g de Suelo					
Tratamiento	<i>Helicotylenchus</i> <i>ssp</i>	<i>Meloidogyne</i> <i>ssp</i>	<i>Criconemoides</i> <i>ssp</i>	<i>Rotylenchus</i> <i>ssp</i>	<i>Paratylenchus</i> <i>ssp</i>
T ₁ R ₁	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₁ R ₂	75	-----	-----		-----
T ₁ R ₃	-----	-----	90		-----
T ₂ R ₁	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₂ R ₂	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₂ R ₃	450	120	-----		75
T ₃ R ₁	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₃ R ₂	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₃ R ₃	-----	-----	-----	30	-----
T ₄ R ₁	60	-----	-----		15
T ₄ R ₂	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos				
T ₄ R ₃	315	180	-----	-----	195
T ₅ R ₁	-----	-----	30	-----	60
T ₅ R ₂	105	-----	-----	-----	-----
T ₅ R ₃	435	315	-----	-----	-----

III. Observaciones/comentarios

Este informe es el resultado de la suma de los nematodos registrados en suelo. Los datos expresados en este reporte corresponden a 200 gramos de suelo.

Los géneros que se registraron en las muestras analizadas corresponden a *Helicotylenchus ssp*, *Meloidogyne ssp*, *Criconemoides ssp*, *Rotylenchus ssp* y *Paratylenchus ssp*.

Los nematodos encontrados son considerados de gran importancia económica afectando plantaciones de diversos cultivos. Las poblaciones de nematodos registradas en general son altas y pudieran estar causando afectaciones severas al cultivo.


 Responsable del Procedimiento
 Lic. Marisol Vanegas Acuña


 Responsable Laboratorio
 MSc. Markeling Rodriguez

Autorizado por:
 Ph.D. Jorge Ulises Blandón Díaz
 Director de Ciencias Agrícola



Anexo 4. Resultados de extracción de nematodos en 20 gramos de raíces antes de aplicar los tratamientos

Resultados Extracción de Nematodos en Raíz

I. Información General

Nombre de contacto: Nahum Rivera

Correo: _____

Celular: _____

Cultivo: Café

Nombre de la finca: Chelol

Ubicación de la finca: Carazo

Muestra: Raíz

Fecha: 02 de julio de 2024

II. Resultados

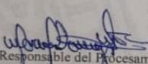
Géneros registrados en 20 g de Raíz		
Tratamiento	<i>Meloidogyne ssp</i>	<i>Paratylenchus ssp</i>
T ₁ R ₁	975	-----
T ₁ R ₂	90	45
T ₁ R ₃	75	-----
T ₂ R ₁	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos	
T ₂ R ₂	75	-----
T ₂ R ₃	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos	
T ₃ R ₁	3,375	-----
T ₃ R ₂	315	-----
T ₃ R ₃	450	-----
T ₄ R ₁	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos	
T ₄ R ₂	3,885	-----
T ₄ R ₃	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos	
T ₅ R ₁	30	30
T ₅ R ₂	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos	
T ₅ R ₃	150	-----

III. Observaciones/comentarios

Este informe es el resultado de la suma de los nematodos registrados en raíz. Los datos expresados en este reporte corresponden a 20 gramos de raíz.

Los géneros que se registraron en las muestras analizadas corresponden a *Helicotylenchus ssp* y *Meloidogyne ssp*.

Los nematodos encontrados son considerados de gran importancia económica afectando plantaciones de diversos cultivos. Las poblaciones de nematodos registradas en general son altas y pudieran estar causando afectaciones severas al cultivo.



Responsable del Procesamiento
Lic. Marksol Vanegas Acuña



Responsable Laboratorio
MSc. Markeling Rodríguez



Universidad Nacional de Loja
Facultad de Ciencias Agrarias
Pita, José Ubaldo
Diciembre de 2024

Anexo 5. Resultados de extracción de nematodos en 200 gramos de suelo después de aplicar los tratamientos

Resultados Extracción de Nematodos en Suelo

I. Información General

Nombre de contacto: Nahum Rivera
 Correo:
 Celular:
 Cultivo: Café
 Nombre de la finca: Chelol
 Ubicación de la finca: Carazo
 Muestra: Suelo
 Fecha: 10 de diciembre de 2024

II. Resultados

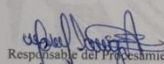
Géneros registrados en 200 g de Suelo				
Tratamiento	<i>Paratylenchus ssp</i>	<i>Meloidogyne ssp</i>	<i>Rotylenchus ssp</i>	<i>Helicotylenchus ssp</i>
T1 R1	-----	-----	60	45
T1 R2	-----	-----	60	-----
T1 R3	-----	-----	15	15
T2 R1	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T2 R2	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T2 R3	60	15	-----	75
T3R1	15	-----	30	30
T3R2	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T3R3	15	30	15	-----
T4R1	-----	-----	-----	15
T4R2	-----	90	45	45
T4R3	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T5R1	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T5R2	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T5R3	-----	-----	-----	15

III. Observaciones/comentarios

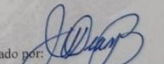
Este informe es el resultado de la suma de los nematodos registrados en suelo. Los datos expresados en este reporte corresponden a 200 gramos de suelo.

Los géneros que se registraron en las muestras analizadas corresponden a *Helicotylenchus ssp*, *Meloidogyne ssp*, *Rotylenchus ssp* y *Paratylenchus ssp*.

Los nematodos encontrados son considerados de gran importancia económica afectando plantaciones de diversos cultivos. Las poblaciones de nematodos registradas en general son altas y pudieran estar causando afectaciones severas al cultivo.


 Responsable del Procesamiento
 Lic. Marisol Vanegas Acuña

Responsable Laboratorio
 MSc. Markeling Rodríguez


 Autorizado por:
 Ph.D. Jorge Ulises Blanco Díaz
 Director de Ciencias Agrícola

Anexo 6. Resultados de extracción de nematodos en 20 gramos de raíces después de aplicar los tratamientos

Resultados Extracción de Nematodos en Raíz

I. Información General

Nombre de contacto: Nahum Rivera
 Correo: _____
 Celular: _____
 Cultivo: Café
 Nombre de la finca: Chelol
 Ubicación de la finca: Carazo
 Muestra: Raíz
 Fecha: 10 de diciembre de 2024

Resultados

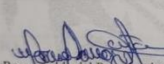
Géneros registrados en 20 g de Raíz				
Tratamiento	<i>Meloidogyne ssp</i>	<i>Paratylenchus ssp</i>	<i>Rotylenchus ssp</i>	<i>Helicotylenchus ssp</i>
T1 R1	30	-----	-----	-----
T1 R2	75	60	135	-----
T1 R3	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T2 R1	915	435	690	195
T2 R2	-----	-----	-----	150
T2 R3	225	-----	-----	-----
T3R1	675	60	30	210
T3R2	150	-----	-----	-----
T3R3	150	75	-----	-----
T4R1	No se registró genero de Nematodos Fitoparásitos			
T4R2	345	-----	-----	-----
T4R3	165	105	180	180
T5R1	375	-----	225	-----
T5R2	600	-----	360	-----
T5R3	375	-----	-----	-----

II. Observaciones/comentarios

Este informe es el resultado de la suma de los nematodos registrados en raíz. Los datos expresados en este reporte corresponden a 20 gramos de raíz.

Los géneros que se registraron en las muestras analizadas corresponden a *Helicotylenchus*, *Paratylenchus ssp*, *Rotylenchus ssp* y *Meloidogyne ssp*.

Los nematodos encontrados son considerados de gran importancia económica afectando plantaciones de diversos cultivos. Las poblaciones de nematodos registradas en general son altas y pudieran estar causando afectaciones severas al cultivo.


 Responsable del Procesamiento
 Lic. Mariso Vanegas Acuña

Responsable Laboratorio
 MSc. Markeling Rodríguez


 Autorizado por
 PhD. Jorge Unsey Blandón Díaz
 Director de Ciencias Agrícola