



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA.

TÍTULO DEL TRABAJO:

“CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (*M. PARADISIACA*) EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA DE LOS RÍOS, 2024”

LINEA DE INVESTIGACION:

GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CARRERA:

INGENIERÍA AGRÓNOMA

TÍTULO A OBTENER:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR(A):

TOMALA FERNANDEZ JHALMAR SLEYTHER

TUTOR

PhD. HERNANDEZ ROSAS JOSE IBRAHIM

SAMBORONDÓN

2024

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes me trajeron al hermoso y desafiante juego de la vida, en contacto con la tierra, el agua, el aire y el fuego. A mí mismo, por aprender a reconocer mis errores y usar cada caída como un escalón hacia el crecimiento. Me amo, incluso cuando me destruyo, porque en cada fragmento roto encuentro una lección para ser una mejor versión de mí.



ANEXO No. 9

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster

Erika Ascencio Jordán

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (*M. paradisiaca*) EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA DE LOS RÍOS, 2024., fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante TOMALÁ FERNÁNDEZ JHALMAR SLEYTHER, para que proceda con la presentación oral del mismo.

Atentamente,



José Hernández Rosas, PhD.

Tutor(a)



ANEXO No. 12

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Samborondón, 12 de agosto de 2024

Magíster
Erika Ascencio Jordán
Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la
Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación
TITULADO: : CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL
CULTIVO DE BANANO (*M. paradisiaca*) EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA DE LOS
RÍOS, 2024; fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e incorporó todas
las observaciones realizadas por los miembros del tribunal de sustentación por lo que se
autoriza a: **TOMALÁ FERNÁNDEZ JHALMAR SLEYTHER**, para que proceda a la
presentación del trabajo de titulación para la revisión de los miembros del tribunal de
sustentación y posterior sustentación.

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
**JOSE IBRAHIM
HERNANDEZ ROSAS**

José Hernández Rosas, PhD.

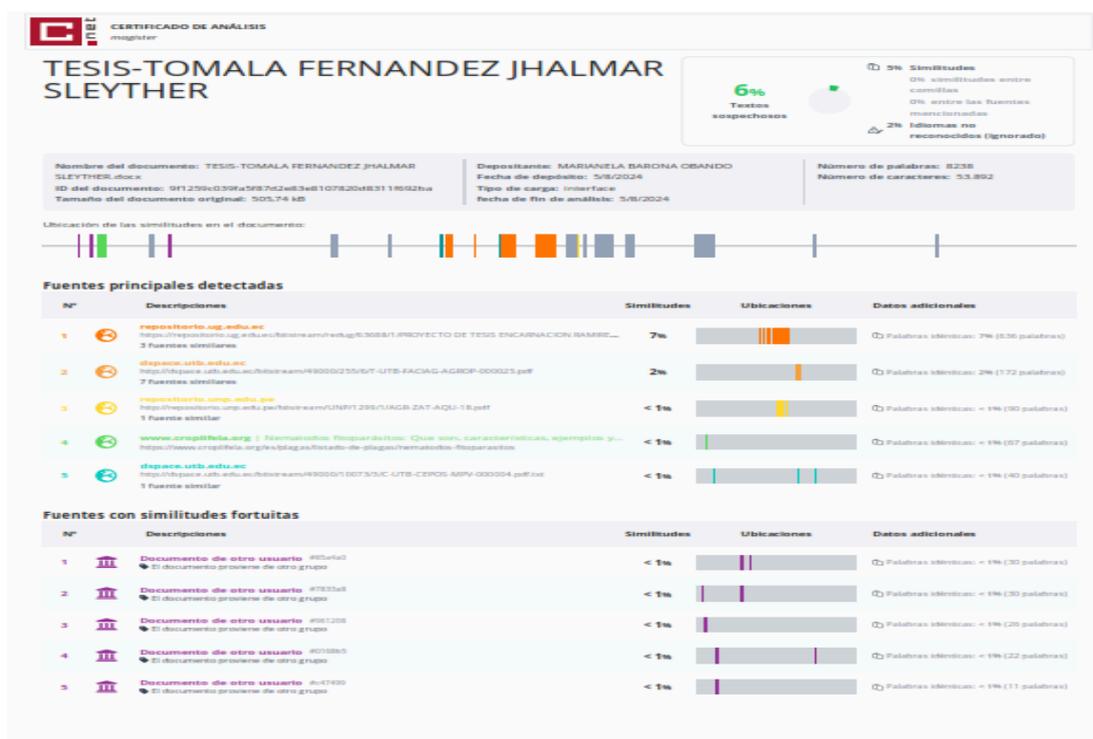
Tutor(a)



ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: CARACTERIZACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (*M. paradisiaca*) EN EL CANTÓN URDANETA, PROVINCIA DE LOS RÍOS, 2024, elaborado por TOMALÁ FERNÁNDEZ JHALMAR SLEYTHER, fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del (6%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



Atentamente,



Analizado digitalmente por
**JOSE IBRAHIN
HERNANDEZ ROSAS**

José Hernández Rosas, PhD.

Tutor(a)

Resumen

La presente tesis tiene como propósito caracterizar los géneros de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en el cantón Urdaneta, provincia de los Ríos, Ecuador, dada la importancia económica de este cultivo y el impacto negativo de los nemátodos en su producción. El objetivo principal es identificar los géneros predominantes de nemátodos y evaluar su efecto en la sanidad radical del banano. Se utilizó una metodología cuantitativa con un diseño experimental completamente al azar, donde se tomaron muestras de raíces en cuatro fincas, aplicando el método de licuado-tamizado para la identificación de nemátodos. Los resultados mostraron que *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus* son los nemátodos más prevalentes, con poblaciones que superan los 10,000 individuos por cada 100 gramos de raíces, mientras que *Meloidogyne incognita* presentó una incidencia menor. Además, se evidenció una correlación negativa entre las poblaciones de nemátodos y la sanidad radical, con un peso promedio de raíces sanas de 74 g. Las conclusiones resaltan la necesidad de implementar estrategias de manejo integrado para controlar estos nemátodos y mejorar la salud del cultivo, asegurando así la sostenibilidad de la producción bananera en la región.

Palabras clave: banano, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, nemátodos, *Radopholus*.

Abstract

This thesis aims to characterize the genera of plant-parasitic nematodes in banana (*Musa paradisiaca*) cultivation in the canton of Urdaneta, Los Ríos province, Ecuador, given the economic importance of this crop and the negative impact of nematodes on its production. The main objective is to identify the predominant genera of nematodes and evaluate their effect on the root health of banana plants. A quantitative methodology with a completely randomized experimental design was used, where root samples were taken from four farms, applying the blender-sieving method for nematode identification. The results showed that *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus* are the most prevalent nematodes, with populations exceeding 10,000 individuals per 100 grams of roots, while *Meloidogyne incognita* showed a lower incidence. Additionally, a negative correlation was evidenced between nematode populations and root health, with an average weight of healthy roots of 74 g. The conclusions highlight the need to implement integrated management strategies to control these nematodes and improve crop health, thus ensuring the sustainability of banana production in the region.

Keywords: banana, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, nematodes, *Radopholus*

Contenido

PROCESO DE TITULACIÓN	3
1. Introducción	13
1.1 Antecedentes del problema	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	17
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
2. Marco teórico	19
2.1 Estado del arte	19
2.2 Bases teóricas	21
2.2.1 Origen, Distribución e Importancia	21
2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO	22
2.2.3 Descripción Botánica	23
2.2.3.1 Raíces	23
2.2.3.2 Pseudotallo	23
2.2.3.3 Tallo Floral	24
2.2.3.4 Rizoma o Bulbo	24
2.2.3.5 Hojas	24
2.2.3.6 Inflorescencia	25

	10
2.2.3.7 Fruto	25
2.2.4 Nemátodos fitoparásitos	26
2.2.4.1 Ciclo de vida de los nemátodos fitoparásitos	27
2.2.4.2 Características morfológicas anatómicas de los nemátodos fitoparásitos	28
2.2.4.3 Alimentación de los nemátodos fitoparásitos	28
2.2.5 Nemátodos fitoparásitos del sistema radical	29
2.2.5.1 Género Radopholus	29
2.2.5.1.1 Síntomas en el banano	29
2.2.5.2 Género Meloidogyne	30
2.2.5.2.1 Síntomas en banano	31
2.2.5.3 Género Helicotylenchus	31
2.2.5.3.1 Síntomas en banano	32
3. Materiales y métodos	33
3.1 Delimitación de la investigación	33
3.1.1 Espacio: Lugar donde se ejecutará el desarrollo del trabajo de titulación.	33
3.1.2 Tiempo	33
3.1.3 Población	34
3.2 Enfoque de la investigación	34
3.2.1 Tipo de investigación	34
3.2.2 Diseño de investigación	34
3.3 Metodología	34

	11
3.3.1 Variables	34
3.3.1.1 Variable independiente	34
3.3.1.2 Variable dependiente	34
3.3.2 Hipótesis	34
3.3.3 Diseño experimental	35
3.3.4 Recursos	35
3.3.5 Métodos y técnicas	35
3.3.5.1 Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar durante su trabajo de titulación	36
3.3.6 Análisis estadístico	37
3.4 Cronograma de actividades	37
4. Resultados	38
4.1 Determinación de los géneros predominantes de nemátodos asociados al sistema radical del cultivo de banano en la provincia de Los Ríos mediante análisis experimental.	38
4.2 Estudio del efecto de las abundancias poblacionales de nemátodos en la sanidad radical del cultivo de banano a través del método de licuado-tamizado.	41
4.3 Análisis de la correlación entre la abundancia de nemátodos con la sanidad radical.	44
5. Discusión	46
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	50

	12
Referencias	51
Anexos	61
Anexo 1. Anova y Pruebas Tukey de las variables de estudio	61
Anexo 2. Análisis de raíces en finca 1 – Emperatriz	64
Anexo 3. Análisis de raíces en finca 2 – San Ramon	65
Anexo 4. Análisis de raíces en finca 3 – Trinidad	66
Anexo 5. Análisis de raíces en finca 4 – La Isla	67
Anexo 6. Muestreo de raíces en las fincas de estudio	68

Índice de tablas

Tabla 1. Delimitación de experimento.....	35
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza.....	37
Tabla 3. Población promedio de los principales géneros de nemátodos en 100 g de raíces en las fincas de estudio del cantón Urdaneta.....	39
Tabla 4. Análisis de la varianza de la población de Radopholus en las fincas estudiadas.....	39
Tabla 5. Análisis de la varianza de las poblaciones de Helicotylenchus multicinctus en 100 g de raíces.....	40
Tabla 6. Se presenta el análisis a posteriori de Tukey al 5 % de las poblaciones del nematodo espiral en 100 g de raíces.....	40
Tabla 7. Análisis descriptivo de la sanidad radical en las diferentes fincas.....	41
Tabla 8. Análisis de la varianza de raíces sanas.....	43
Tabla 9. Análisis de la varianza de raíces dañadas por nematodos.....	43
Tabla 10. Análisis de la varianza de raíces totales.....	43

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables de sanidad radical y poblaciones de nemátodos en banano.....	44
Tabla 12. Correlaciones entre las diferentes variables de estudio en el cultivo de banano.....	45
Tabla 13. Anova en raíces sanas.....	61
Tabla 14. Prueba de tukey en raíces sanas.....	61
Tabla 15. Anova en raíces dañadas.....	61
Tabla 16. Pruebas de tukey en raíces dañadas.....	61
Tabla 17. Anova en raíces podridas.....	62
Tabla 18. Prueba de tukey en raíces podridas.....	62
Tabla 19. Anova en raíces totales.....	62
Tabla 20. Pruebas de tukey en raíces totales.....	62
Tabla 21. Anova en R. similis.....	62
Tabla 22. Pruebas de tukey en R.similis.....	63
Tabla 23. Anova en H. multicintus.....	63
Tabla 24. Pruebas de tukey en H. multicintus.....	63
Tabla 25. Anova en M. incognita.....	63
Tabla 26. Pruebas de tukey en M. incognita.....	64

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del ensayo.....	33
Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto de investigación.....	37
Figura 3. Abundancia poblacional de los principales géneros de nemátodos en raíces de banano.....	38

Figura 4. Promedio del peso de raíces (g) de banano en diferentes categorías sanitarias y totales.....	42
Figura 5. Análisis de raíces en finca 1 – Emperatriz.....	64
Figura 6. Análisis de raíces en finca 2 – San Ramón.....	65
Figura 7. Análisis de raíces en finca 3 – Trinidad.....	66
Figura 8. Análisis de raíces en finca 4 – La Isla.....	67
Figura 9. Muestreo de raíces en las fincas de estudio.....	68

1. Introducción

El banano (*Musa paradisiaca*), un cultivo de gran relevancia económica y alimentaria en múltiples regiones del mundo, se originó en el sudeste de Asia y el Pacífico. Esta planta herbácea gigante se caracteriza por su pseudotallo aéreo y un corno carnosos que alberga numerosas yemas (Oyeyinka, B., & Afolayan, A., 2019).

En el contexto ecuatoriano, el banano, *Musa* spp, desempeña un papel de destacada importancia. Ecuador, uno de los principales productores de banano a nivel mundial, se encuentra en una posición geográfica privilegiada que le permite satisfacer tanto la demanda local como la internacional, gracias a sus destacadas características organolépticas. A lo largo del tiempo, la expansión de este cultivo ha sido notable, pero este crecimiento también ha conllevado la aparición y proliferación de desafíos significativos, principalmente en forma de plagas, en particular, los nemátodos y enfermedades (Larrea, 2021).

El cultivo de banano (*Musa AAA*) es la actividad agrícola más significativa para la economía de Ecuador. Durante el año 2010, Ecuador exportó 265,587,828 cajas de 18.14 kg, lo que equivale aproximadamente a 4.828 millones de toneladas. Un tercio de las exportaciones mundiales de banano proviene de Ecuador, generando ingresos por divisas de aproximadamente 1,900 millones de dólares y otros 90 millones de dólares en impuestos estatales. Los ingresos generados por la producción bananera representan el 3.84% del PIB total del país, el 50% del PIB agrícola y el 20% de las exportaciones privadas de Ecuador (Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador, 2010).

La superficie de cultivo, que abarca 230,000 hectáreas, se concentra principalmente en tres provincias costeras: Guayas, Los Ríos y El Oro (92%), con el restante 8% distribuido entre otras siete provincias. Los rendimientos de los cultivos están determinados por diversos factores, destacándose el nivel de tecnificación, la zona de producción y el tamaño de las explotaciones.

En términos generales, la importancia económica de los nemátodos fitoparásitos en el cultivo de banano se centra en especies como *R. similis*, *Helicotylenchus spp.*, *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.* En particular, *R. similis* se encuentra en la mayoría de los países donde se cultiva banano, y estas especies de nemátodos representan la principal causa de daño en el sistema radical, lo que impacta negativamente en el crecimiento y desarrollo de la planta (Ferreira & Amorim, 2019).

La forma en que estos nemátodos se alimentan varía según su género y se dividen en ectoparásitos, endoparásitos sedentarios y semi-endoparásitos que se alimentan de la raíz. En el tejido aéreo de la planta, encontramos tanto ectoparásitos como endoparásitos.

Medina Olea (2020) explica que, en el campo, las enfermedades provocadas por los nemátodos se manifiestan con síntomas característicos en el sistema radical, como agallas, lesiones necróticas en las raíces, proliferación de raíces secundarias y un pobre crecimiento radicular, lo que, en última instancia, se traduce en clorosis y en general en plantas débiles con un escaso crecimiento. En cuanto a los síntomas causados por los nemátodos que afectan las partes aéreas, se pueden observar manchas foliares, putrefacciones y distorsiones en cuello y bulbos, así como agallas en las flores.

1.1 Antecedentes del problema

El banano, conocido como uno de los cultivos alimentarios más cruciales en todo el mundo, se enfrenta a desafíos significativos debido a los nemátodos fitoparásitos, que son una causa principal de pérdidas de producción que pueden alcanzar hasta el 50% (Chabrier & Quénéhervé, 2003). Estas pérdidas no solo afectan la economía agrícola, sino que también aumentan la vulnerabilidad del cultivo ante plagas y enfermedades, lo que a su vez representa una amenaza para la seguridad alimentaria.

Waceke, J. (2007) indica que los nemátodos fitoparásitos, en particular el nemátodo barrenador (*Radopholus similis*) de la familia *Pratylenchidae*, son endoparásitos migratorios que afectan principalmente las raíces del banano (*M. paradisiaca*). Estos nemátodos causan lesiones que reducen la capacidad de absorción de nutrientes de la planta. Es esencial comprender la biología y el ciclo de vida de estos nemátodos para abordar eficazmente la problemática.

Gowen SR, Quénéhervé P, and Fogain R. (2005) identificaron, 146 especies de nemátodos parásitos pertenecientes a 43 géneros en el banano (*M. paradisiaca*). Los fitonemátodos más perjudiciales suelen causar daños en las raíces primarias y distorsionar el sistema de anclaje, lo que puede resultar en la caída de la planta, especialmente cuando lleva racimos de gran tamaño (35 a 45 kg). Esta caída se ve agravada por la presencia de vientos fuertes.

Córdova (2003) señala que el banano es el segundo cultivo más afectado por fitoparásitos en todo el mundo, con pérdidas estimadas del 19%. Según la FAO, las pérdidas anuales debido a los nemátodos se calculan en 60,000 millones de dólares, lo que equivale al 10% de la producción de alimentos a nivel mundial.

Estas cifras subrayan la gravedad del problema en el contexto global y su relevancia para la seguridad alimentaria.

En Ecuador, el banano (*M. paradisiaca*) es la actividad agrícola más importante desde una perspectiva económica, con una superficie de cultivo nacional de 163,039 hectáreas distribuidas principalmente en Los Ríos (37.14%), siendo la provincia con mayor producción bananera, seguida por Guayas (32.25%) y El Oro (24.12%) (MAGAP, 2021).

Investigaciones previas, como las del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (1975), así como los estudios de Araya (1995), han identificado la presencia de comunidades poliespecíficas de nemátodos que incluyen *R. similis*, *Helicotylenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* A pesar de la disponibilidad de estos antecedentes, se necesita una comprensión más profunda y específica de la interacción entre estos nemátodos y el banano, así como estrategias de manejo más efectivas.

Las pérdidas de producción atribuibles al daño causado por los nemátodos pueden variar significativamente, según informes de Gowen (1990), Gowen (1995), Araya (1995) y Gowen et al. (2005). En plantaciones comerciales en Ecuador, se han registrado reducciones que alcanzan hasta 4.75 kg por racimo, lo que representa un 22 % de pérdida en el rendimiento (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1975). Sin embargo, en muchas plantaciones, no se ha prestado la debida atención al control de esta plaga, lo que subraya la necesidad de investigaciones más específicas y estrategias de manejo efectivas.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La producción de banano en Ecuador se enfrenta a desafíos persistentes en forma de sobreproducción y bajos precios, factores que han exacerbado la falta de control efectivo de patógenos perjudiciales, tales como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y nemátodos fitoparásitos. Entre estos últimos, se destacan el (*R. similis*, *H. multicinctus*, y *M. incognita*), como los más prevalentes en las plantaciones de banano (Chaves et al., 2019).

La incapacidad para realizar un diagnóstico y una identificación precisos de los síntomas inducidos por la presencia de nemátodos en cultivos perennes, como el banano, plantea un desafío considerable. Esta dificultad conduce a la confusión con otras plagas, en particular insectos, lo que ha resultado en la aplicación indiscriminada de productos químicos para el control fitosanitario. Este enfoque ha demostrado ser ineficaz y, en algunos casos, ha llevado a consecuencias extremas, como la pérdida total de las plantaciones.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo afectan las poblaciones de nemátodos fitoparásitos al cultivo de banano?

1.3 Justificación de la investigación

Dado que, en la Provincia de Los Ríos, donde las condiciones ambientales y climáticas propician la proliferación de diversas plagas, los agricultores tienden a pasar por alto la detección de estos fitoparásitos. Esta situación crea confusión entre los agricultores, ya que los síntomas pueden parecer problemas

nutricionales o infecciones virales, lo que afecta la eficacia de los tratamientos y el control de estas plagas. Por lo tanto, se vuelve esencial llevar a cabo la identificación y el diagnóstico de las especies de nemátodos . En este contexto, se realizará el presente estudio con el propósito de facilitar el diagnóstico precoz y la identificación de especies de nemátodos perjudiciales para los cultivos de banano en la zona fluminense.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Caracterización de géneros de nemátodos fitoparásitos del banano (*M. paradisiaca*) en el cantón Urdaneta mediante análisis microbiológico comprendiendo la sanidad radical.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los géneros predominantes de nemátodos asociados al sistema radical del cultivo de banano en la provincia de Los Ríos mediante análisis experimental.
- Estudiar el efecto de las abundancias poblacionales de nemátodos en la sanidad radical del cultivo de banano a través del método de licuado-tamizado.
- Analizar la correlación entre la abundancia de nemátodos con la sanidad radical.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En el contexto del cultivo del banano, es fundamental identificar diferentes géneros de nemátodos basados en sus características morfológicas (Lara et al., 2015). Los géneros predominantes que afectan el sistema radical de la planta son *H. multicinctus.*, *M.incognita* y *R. similis*. Además, estudios recientes han demostrado que la infección de raíces de banano por *M. incognita* puede reducir significativamente la absorción de nutrientes, lo que afecta negativamente el crecimiento de la planta (Jones et al., 2016).

Wuyts (2016) destaca la importancia de comprender el comportamiento de los nemátodos *R. similis* y *M. incognita* en el suelo y las raíces del banano, evidenciando la problemática que representan para la producción bananera (Wuyts, 2016). Además, se ha observado que la presencia de altas poblaciones de *R. similis* en suelos de banano puede llevar a una disminución significativa en el rendimiento de la fruta (Escobar et al., 2017).

Araya (2010) señala que el sector bananero se ve limitado por nemátodos fitoparásitos, incluyendo *R. similis*, *Helicotylenchus spp*, *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp*, que se alimentan del tejido vascular de las raíces a lo largo de su ciclo de vida. Estudios adicionales han documentado que *Pratylenchus spp.* puede causar daños considerables a las raíces de banano, resultando en una disminución en la absorción de agua y nutrientes (Sundararaju, 2002).

Jacques et al. (2016) describen el procedimiento de toma de muestras de suelo y raíces para su identificación y cuantificación en el laboratorio. Este

procedimiento incluye la recolección de muestras, lavado, tamizado y el uso de centrifugación-flotación en solución azucarada, todo bajo observación con un microscopio invertido a 40X. La identificación precisa de nemátodos es crucial, ya que diferentes especies pueden tener impactos variados en la planta.

Salguero (2016) detalla los resultados de su investigación, destacando que los suelos de banano sufren estrés ambiental debido a la alta densidad poblacional de *R. similis*, *H. multincinctus*, y *M. incognita.*, lo que ocasiona pérdidas económicas significativas. Estudios previos han subrayado la importancia de implementar prácticas de manejo integrado de nemátodos para mitigar los efectos adversos de estos patógenos en los cultivos de banano.

Salazar et al. (2016) enfatizan la importancia de analizar suelos y raíces para comprender las consecuencias de la presencia de diferentes géneros de nemátodos fitoparásitos y explorar métodos efectivos para reducir su densidad poblacional. En este sentido, investigaciones recientes han demostrado que el uso de cultivos de cobertura puede ser una estrategia efectiva para disminuir la población de nemátodos fitoparásitos en suelos de banano (Didier, K., 2023).

Bolaños et al. (2015) mencionan que una alta población de nemátodos puede inducir cambios fisiológicos, bioquímicos y estructurales en las plantas, afectando significativamente la productividad del banano. Además, estudios han mostrado que nemátodos como *Meloidogyne spp.* pueden inducir la formación de agallas en las raíces, interfiriendo con la absorción de agua y nutrientes.

Villegas et al. (2015) enfatizan la importancia de la identificación de nemátodos fitoparásitos mediante el análisis de suelo utilizando microscopios de luz. Sus hallazgos revelan que *Helicotylenchus* y *R. similis* son los géneros con mayor

población en el suelo, raíces y cormos. La identificación precisa de estas especies es esencial para implementar estrategias de manejo adecuadas (Tarte, R., 1980).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen, Distribución e Importancia

El banano (*Musa* spp.), un miembro de la familia *Musaceae*, tiene su origen en el sureste de Asia, con centros secundarios de diversidad ubicados en África occidental, África central y las tierras altas de África oriental. Su historia de dispersión se asocia con la migración humana desde el sudeste asiático y Papúa Nueva Guinea a regiones que abarcan el subcontinente indostánico, el Pacífico, América, Europa y África. En el siglo XV, comerciantes persas y árabes desempeñaron un papel crucial en la difusión del banano a través de Asia, Oriente y finalmente, África y Europa (Donohue, M., y Denham, T. 2009).

Ecuador, como ejemplo, cultiva principalmente la variedad del grupo AAA, caracterizada por un sistema radicular que incluye raíces primarias y secundarias, estas últimas localizadas en las proximidades de la superficie del suelo. El pseudotallo del banano se forma a partir de las vainas foliares que se originan en el cormo, estableciendo conexiones entre las raíces, hojas y frutos, lo que permite soportar racimos que pueden pesar hasta 75 kg. Las hojas de banano, de gran tamaño, son alargadas, ovaladas y su desarrollo está estrechamente relacionado con la edad de la planta; mueren sucesivamente antes de que aparezca la inflorescencia (Garcés, 2020; Rodríguez A, 2016).

La importancia económica del cultivo de banano radica en la producción de sus frutos. En Ecuador, el banano representa el segundo sector más relevante de la economía. Sus frutos, ricos en vitaminas, minerales y especialmente potasio,

son muy demandados en la dieta humana. En los últimos años, el mercado de exportación ecuatoriano ha encontrado un nicho importante en Rusia (Caicedo E, 2015).

Para garantizar el éxito del cultivo, es esencial considerar las condiciones del suelo. Los suelos aptos para el cultivo de banano deben presentar texturas como franco arenoso, franco arcilloso, franco arcilloso limoso y franco limoso, todos con una adecuada capacidad de drenaje. El banano no prospera en suelos húmedos ni en suelos con un alto contenido de arcilla (superior al 40 %). El rango de pH adecuado se sitúa entre 5.5 y 7.5, con un pH de 6.5 considerado el óptimo (Gómez, 2019).

2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO

Según Torres (2017), la clasificación taxonómica del banano es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Musaceae*

Género: *Musa*

Especie: *paradisiaca*

Nombre: *Musa paradisiaca L.*

2.2.3 Descripción Botánica

El banano es una planta monocotiledónea de gran tamaño, que puede alcanzar entre 1.5 y 6 metros de altura. Su tallo, conocido como pseudotallo, se forma mediante la asociación de varias vainas foliares, y puede alcanzar una altura de hasta 6 metros. Para su óptimo desarrollo, requiere un clima tropical con temperaturas adecuadas y bajos niveles de precipitación, lo que asegura un crecimiento uniforme a lo largo de su ciclo (Hakkinen, M,2012).

2.2.3.1 Raíces

El sistema radicular del banano, compuesto por raíces primarias, secundarias y terciarias, desempeña un papel esencial en la sostenibilidad y anclaje de la planta. Además, estas raíces están especialmente adaptadas para la absorción de agua y nutrientes, lo que contribuye al óptimo crecimiento de la planta. La longitud y el desarrollo de las raíces tienen un impacto significativo en la estructura y textura del suelo. En suelos con una textura ligera, como los de tipo franco arenoso, las raíces del banano pueden alcanzar longitudes superiores a los 3 metros. Sin embargo, en suelos diferentes, el crecimiento radicular es menos extenso (Quiñonez, 2020).

2.2.3.2 Pseudotallo

El banano carece de un tronco verdadero, en su lugar, sus vainas foliares se desarrollan y forman estructuras verticales no leñosas que pueden alcanzar alturas de hasta 6 metros, dependiendo de la variedad. El pseudotallo cumple una función importante, ya que actúa como una reserva de nutrientes y almacena la energía producida por las hojas a través de la fotosíntesis. Además de su

capacidad de almacenamiento, el pseudotallo tiene la resistencia y la textura necesaria para soportar el peso de los racimos de banano, lo que puede llegar a ser considerable. El grosor y tamaño del tallo varían según el genotipo, y las vainas que lo componen presentan estomas tanto en la parte superior como en la inferior (Galan, V.,2018).

2.2.3.3 Tallo Floral

La inflorescencia del banano se forma en el cormo, generalmente después de la producción de unas 20 hojas, lo que ocurre entre 8 y 15 meses después de la plantación. Este órgano se abre en el centro del pseudotallo y se caracteriza por un escapo floral con nudos y hojas que permanecen activas durante el crecimiento del racimo. A medida que las primeras hojas se secan, los entrenudos se hacen más cortos en la base y pueden alcanzar hasta 2 metros en la parte superior del racimo (Ram, H., Ram, M., y Steward, F. ,1962).

2.2.3.4 Rizoma o Bulbo

El bulbo, situado en la parte inferior de la planta, consiste principalmente en parénquima que almacena granos de almidón. Esta estructura desempeña un papel fundamental en la planta, ya que actúa como una reserva de energía. El bulbo tiene una estructura cilíndrica, gruesa y carnosa, con entrenudos vestigiales. En la parte superior, se encuentra el pseudotallo, junto con su follaje, y en la parte inferior, sus raíces (Párraga, 2019).

2.2.3.5 Hojas

Las hojas del banano son grandes y de forma espiral, con una longitud que oscila entre 2 y 4 metros y un ancho de aproximadamente 50 cm. El limbo de

estas hojas es alargado y elíptico, mientras que el peciolo puede tener una longitud de 1 metro o más y suele presentar una ligera ondulación. El número y tamaño de las hojas dependen de la variedad y la edad de la planta. Las hojas desempeñan un papel crucial en el crecimiento y producción de la planta, ya que son responsables de la fotosíntesis (Galan, V.,2018).

En su ciclo de desarrollo, la planta produce entre 30 y 50 hojas, pero durante la fase reproductiva, el proceso de hojas se detiene, conservando así las últimas hojas para el desarrollo y llenado del fruto (Martinez y Cayón, 2011). El tallo del banano está formado por los peciolos de las hojas, que están curvados y comprimidos, dispuestos en bandas en espiral que se forman sucesivamente desde el centro hacia el exterior, comprimiendo las bases de las hojas anteriores (Tenesaca, 2019).

2.2.3.6 Inflorescencia

El eje de la inflorescencia es una continuación del escapo floral. Cuando las hojas son reemplazadas por brácteas, las primeras 3 o 4 brácteas son más grandes y no cubren las flores. Las flores se agrupan en dos filas, con 4 a 8 flores en cada fila y dispuestas de manera alternada. Las flores femeninas se ubican en la base del racimo, mientras que las masculinas están en la parte superior. Entre ellas, se encuentran flores intermedias o neutras que forman las falsas manos (Benítez, L. B. C., 2016).

2.2.3.7 Fruto

El fruto del banano tiene una forma cilíndrica, ligeramente curvada, con una pulpa blanda y comestible rica en almidón y un sabor dulce. El banano no

contiene semillas, y sus manos se distribuyen a lo largo del racimo. Cada mano contiene entre 30 y 70 dedos, que tienen una longitud de 20 a 40 cm y un diámetro de 4 a 7 cm. El banano es particularmente rico en potasio, lo que lo convierte en un alimento apreciado en la dieta humana. La calidad del fruto está directamente relacionada con los cuidados proporcionados durante el cultivo (Lima et al., 2016).

2.2.4 Nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos fitoparásitos que afectan a las plantas son organismos microscópicos con similitudes morfológicas a los gusanos y se encuentran presentes en una amplia variedad de ambientes del suelo. Este grupo se caracteriza por ser uno de los más diversos en términos de especies dentro del reino animal y también uno de los más abundantes en términos de biomasa, pudiendo llegar a alcanzar densidades de hasta 20 millones de individuos por metro cuadrado de suelo (Lezaun, J., 2016).

La interacción de los nemátodos fitoparásitos con las raíces de las plantas puede ocasionar problemas en la absorción y transferencia de agua y nutrientes en el suelo, lo que a su vez resulta en un desarrollo insuficiente de la parte aérea de las plantas hospederas. En casos donde los nemátodos establecen sitios de alimentación, como las agallas en las raíces de plantas infectadas por *Meloidogyne spp.*, se producen cambios fisiológicos específicos en la planta hospedera (Lara et al, 2015).

Estos nemátodos fitoparásitos varían en longitud, oscilando entre 300 y 1000 μm . Las hembras de diversos géneros experimentan una transformación morfológica al madurar, adoptando formas que pueden ser esféricas o en forma

de riñón. Su detección en campo resulta desafiante, ya que se distinguen de otros nemátodos que se alimentan de bacterias y hongos debido a su carencia de una estructura de alimentación especializada conocida como estilete, la cual es utilizada para la inyección de enzimas en las células vegetales y tejidos, seguida de la extracción del contenido celular (Medina, 2020).

Las hembras poseen uno o dos ovarios, útero, vagina, vulva y una o dos espermáticas, donde almacenan el esperma. Los machos se caracterizan por la presencia de un órgano copulador en la parte posterior de sus cuerpos (Zatán, 2018).

En las plantaciones de banano, los nemátodos (*Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*) residen en el suelo y se alimentan externamente en la epidermis de las raíces. El grado de daño que provocan está relacionado con la cantidad relativa de nemátodos presentes en el suelo o en las raíces (Oramas, D, 2012).

2.2.4.1 Ciclo de vida de los nemátodos fitoparásitos

El ciclo vital de los nemátodos fitoparásitos comienza con el estado de huevo, que posteriormente da lugar al primer estadio juvenil, conocido como J1, debido al desarrollo del embrión. En esta etapa, se produce una muda que modifica la cutícula, permitiendo la expansión del nemátodo. Asimismo, el estilete cónico presente en esta fase será reemplazado por uno nuevo. A continuación, el J1 se transforma en el segundo estadio juvenil, denominado J2, y en este punto, el nemátodo utiliza su estilete para perforar la cáscara del huevo y eclosionar, marcando el inicio a su vida libre en el suelo (Izquierdo y Armas, 2018).

Una vez que ha eclosionado, el J2 se desplaza por el suelo en búsqueda de las raíces de una planta huésped. A medida que avanza en su desarrollo, los nematodos experimentan tres ecdisis adicionales para alcanzar el tercer estadio juvenil (J3), el cuarto estadio juvenil (J4) y, finalmente, la fase adulta, que incluye tanto machos como hembras. La duración del ciclo de vida, que va desde el huevo hasta la formación de nuevos huevos, varía de 2 a 4 semanas y está influenciada por diversos factores, como la temperatura, la humedad, el tipo de suelo y la presencia de un hospedero adecuado (Campos, 2021).

2.2.4.2 Características morfológicas anatómicas de los nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos son el grupo de organismos no segmentados más grande del mundo; tienen simetría bilateral y sistemas fisiológicos similares a los de los animales superiores; son pequeños, miden entre 2 y 10 mm de longitud y entre 0.01 a 0.5 mm de ancho. En ciertas especies, cuando las hembras en su estado avanzado de desarrollo adoptan formas de limón, redondas o de riñón, también son cilíndricas y delgadas (Medina, 2020).

2.2.4.3 Alimentación de los nemátodos fitoparásitos

Según la APS (2013), la mayoría de los nemátodos parásitos de las plantas son patógenos de las raíces, transmitidas por el suelo, aunque otras especies se alimentan exclusivamente de los tejidos de los brotes. Por otro lado, los nemátodos fitopatógenos tienen siete tipos de estrategias de alimentación diferentes: ectoparásitos, semiendoparásitos, endoparásitos migratorios, endoparásitos sedentarios, nemátodos del tallo y del bulbo, agallas de las semillas, nemátodos foliares. (Zatán, 2018).

2.2.5 Nemátodos fitoparásitos del sistema radical

2.2.5.1 Género *Radopholus*

Los machos de *Radopholus* exhiben dimorfismo sexual, con dimensiones que oscilan entre 0,50 y 0,70 mm. En la región anterior de la cabeza, presentan un estilete poco desarrollado, pero notablemente prominente, mientras que en la parte posterior poseen una espícula destinada a su función reproductiva. Por otro lado, las hembras, que miden de 0,50 a 0,88 mm, son de mayor tamaño que los machos. Estas presentan un estilete más desarrollado en comparación con los machos, tienen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, siendo más infecciosas al depositar de cuatro a cinco huevos diarios con una duración de dos semanas (Kaplan, D, T., 1994).

El ciclo de vida de *Radopholus*, como nemátodo lesivo, consta de tres estadios: huevo, juvenil y adulto, siendo el estadio juvenil dividido en cuatro fases (J1, J2, J3 y J4). Esta característica lo convierte en una especie altamente perjudicial para los cultivos, destacando su capacidad de adaptación y su potencial dañino (Guzmán, 2011).

2.2.5.1.1 Síntomas en el banano

Las plantas afectadas tienen un sistema radicular reducido, lo que obstruye la transmisión vascular de agua y nutrientes, lo que resulta en un crecimiento pobre, un tamaño y número de hojas reducidos, una defoliación temprana y frutos más pequeños. Las plantas especialmente con racimos también pueden derrumbarse debido al inadecuado anclaje proporcionado por las raíces infestadas de nemátodos (Guzmán, 2011).

2.2.5.2 Género *Meloidogyne*

Los nemátodos formadores de agallas de la raíz son de amplia distribución en todo el mundo y afectan a diversos cultivos de interés económico. Debido al énfasis de los daños causados por *Pratylenchus spp.* y *Radopholus similis*, es posible que se haya pasado por alto su importancia en el banano. Por otra parte, *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla* son especies comunes relacionadas con los plátanos y las bananas. En una misma agalla pueden verse diferentes especies (Medina, 2020). Estos nemátodos, de forma vermiforme, son clasificados según su estado; los juveniles presentan una longitud de 346 a 500 μm , mientras que los adultos varían entre 1,3 y 1,8 mm en machos y de 3,5 a 4,6 mm en hembras. Equipados con una lanza y una parte posterior filiforme, utilizan este último para penetrar las raíces y se alimentan de los jugos celulares de la planta (Dagatti et al., 2014). Estos nemátodos permanecen en el suelo hasta que las condiciones de temperatura propician su movilización hacia la raíz, experimentando un engrosamiento en su fase juvenil hasta alcanzar la adultez (Talavera, 2003).

En el contexto del banano, el ciclo de vida, la histopatología y la etiología de la enfermedad causada por estos nemátodos son similares a las reportadas en otros huéspedes. Las masas de huevos en las raíces primarias y secundarias pueden no sobresalir de la superficie de la raíz, y dependiendo de la longitud de la raíz y de la gravedad de la necrosis, se pueden completar muchos ciclos dentro de la misma raíz. Además, debido a la competencia con *R. similis* en la supresión o sustitución de la población de *Meloidogyne* en infestaciones mixtas, la región de efecto de este nemátodo comenzaría entre 60 y 90 cm del rizoma (Taylor, 1978).

Este comportamiento adaptativo sugiere una interacción compleja entre diferentes especies de nemátodo que puede influir significativamente en la dinámica de las poblaciones y en la severidad del daño en los cultivos de banano.

2.2.5.2.1 Síntomas en banano

Los síntomas más evidentes son las agallas en las raíces primarias y secundarias, causando a veces que se bifurquen y distorsionen (Zatán, 2018). No obstante, se pueden apreciar otras sintomatologías como marchitez y amarillamiento, debido a la deficiente absorción de nutrientes y agua, especialmente en las raíces jóvenes, las cuales exhiben signos de necrosis. Estos eventos pueden conllevar a la muerte de la plantación, generando pérdidas económicas significativas (Dagatti et al., 2014).

2.2.5.3 Género *Helicotylenchus*

Helicotylenchus multicinctus, conocido como el "nemátodo espiral", se encuentra en muchas zonas donde se cultiva el banano. En áreas tropicales donde está presente *R. similis*, el nemátodo espiral es de importancia secundaria; sin embargo, en lugares donde coexisten las dos especies, *H. multicinctus* puede superar a *R. similis*. En áreas subtropicales donde el "nemátodo barrenador" es raro o está ausente, *H. multicinctus* puede ser el problema agrícola más grave (Ricardo y Vicente, 2021).

A diferencia de la mayoría de las otras especies de *Helicotylenchus*, *H. multicinctus* es un endoparásito que puede completar su ciclo de vida en la región cortical de la raíz, donde pueden encontrarse ambos sexos y todos los estadios juveniles, incluidos los huevos (Campos, 2021). Los nemátodos se alimentan del

citoplasma de las células que rodean la corteza de la raíz. Este proceso causa una variedad de daños celulares, como el citoplasma contraído, paredes distorsionadas o rotas, y núcleos ampliados, lo que contrasta con los efectos de *R. similis*, cuyos cambios histológicos se limitan principalmente a las células del parénquima cerca de la epidermis. En consecuencia, las células dañadas por *H. multicinctus* a menudo se decoloran y necrosan (Zatán, 2018). La capacidad de *H. multicinctus* para invadir profundamente la región cortical de la raíz y causar un daño celular significativo puede explicar su predominancia en áreas donde coexiste con *R. similis*, así como su capacidad para convertirse en un problema agrícola dominante en regiones donde el "nemátodo barrenador" es menos prevalente.

2.2.5.3.1 Síntomas en banano

Los nemátodos atacan y se alimentan de las células externas de la corteza de la raíz, provocando lesiones necróticas. Las lesiones radiculares causadas por *H. multicinctus* se desarrollan más lentamente que las causadas por *R. similis*. Por otro lado, las lesiones en las raíces primarias son superficiales, pequeñas y con muchas líneas de color rojizo a negro; sin embargo, también en las infestaciones intensas estas lesiones pueden encontrarse en el cormo (Medina, 2020).

3. Materiales y métodos

3.1 Delimitación de la investigación

Este trabajo se realizará en un área aproximada de 20 ha por finca donde se tomarán 5 muestras compuestas por planta cada cinco ha, y se muestrearán cuatro fincas de banano en el sector del Cantón Urdaneta en la provincia de Los Ríos.

3.1.1 Espacio: Lugar donde se ejecutará el desarrollo del trabajo de titulación.

La elaboración y ejecución de este ensayo estará distribuido en la localidad del cantón Urdaneta perteneciente a la provincia de Los Ríos.

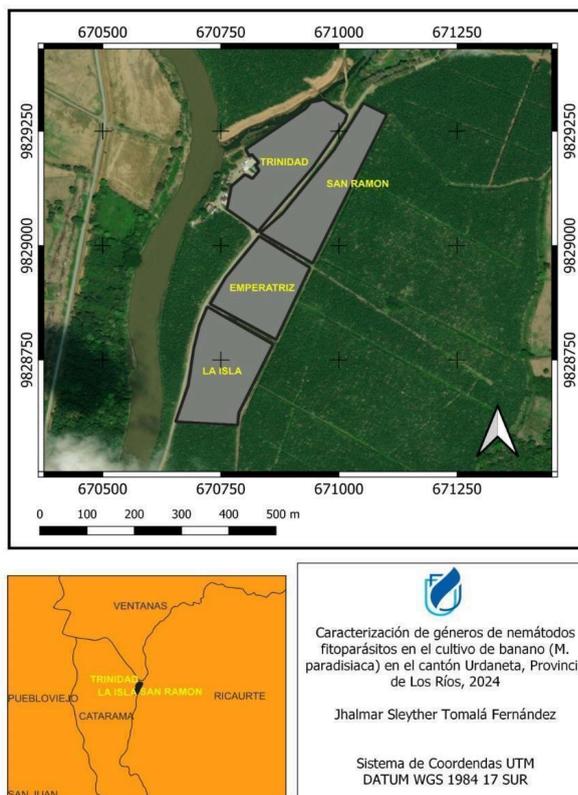


Figura 1. Ubicación del ensayo

Fuente: google earth
Tomalá, 2024

3.1.2 Tiempo

Esta investigación se realizará en la época húmeda del 2024, aproximadamente en cuatro meses.

3.1.3 Población

Los resultados obtenidos de esta investigación beneficiarán a los productores de banano de la localidad.

3.2 Enfoque de la investigación

3.2.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa con enfoque de investigación de campo y experimental, con un nivel de conocimiento exploratorio, descriptivo, explicativo o correlacional.

3.2.2 Diseño de investigación

El diseño propuesto para esta investigación es de Diseño Completamente al Azar (DCA), se evaluarán cuatro fincas con cinco muestras compuestas, y con ello realizar un diagnóstico de la situación nematológica en el cantón Urdaneta y los resultados se expresarán en estadística descriptiva.

3.3 Metodología

3.3.1 Variables

En esta investigación se estudiarán las siguientes variables:

3.3.1.1 Variable independiente

La variable independiente estará representada por las fincas a evaluar y las poblaciones de nemátodos fitoparásitos presentes en ellas.

3.3.1.2 Variable dependiente

Las variables dependientes incluyen la cantidad de raíces sanas, raíces dañadas por nemátodos, raíces totales, y los géneros de nemátodos presentes.

3.3.2 Hipótesis

La identificación de especies de nemátodos en las diferentes fincas de banano en el cantón Urdaneta podría mitigar las pérdidas económicas.

3.3.3 Diseño experimental

Para realizar el análisis de esta investigación se utilizará un diseño completamente al azar (DCA), para poder realizar las comparaciones poblacionales de nemátodos entre fincas.

El tamaño de la unidad experimental será de 20 ha en las Finca 1(Emperatriz), Finca 2 (San Ramon), Finca 3 (Trinidad) y Finca 4 (La Isla).

Tabla 1. Delimitación de experimento

Componentes	Unidad
Diseño experimental	DCA
Fincas	4
Muestra por finca	5
Número muestras	20
Área por muestra	5 ha
Área por finca	20 ha
Separación entre fincas	5 km
Área de los bloques	20
Área total de los ensayos	80 ha

Tomalá, 2024

3.3.4 Recursos

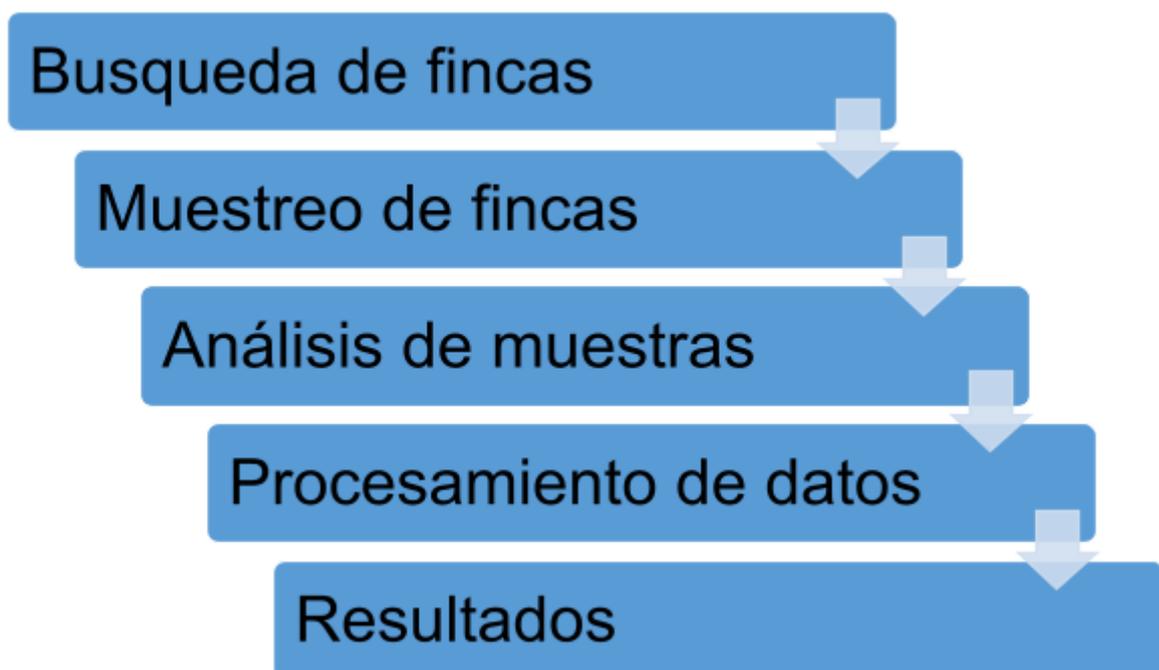
Materiales	Valor (dólares)
Botas de caucho	\$20.00
Barretas	\$23.50
Palin	\$23.90
Paquete de fundas plásticas	\$5.50
Cartillas	\$1,15
Análisis de fito-nemátodos	\$12.00 c/u (12x20)
Análisis de suelo	\$30 c/u (30x4)
Total	\$434,05

3.3.5 Métodos y técnicas

En una plantación de banano, se seleccionó aproximadamente 20 has por finca (Emperatriz, San Ramon, Trinidad y La Isla) donde se tomaron 5 muestras compuestas (se refiere a una muestra formada por varias submuestras individuales, adecuadamente mezcladas), por planta cada cinco has. Se

muestrearon raíces en hijos de 1,50 a 2,0 m de altura. Este proceso incluyó la recolección de muestras, peso de raíces, lavado, tamizado. Después de pesadas las raíces, se cortaron en pedazos de 1 cm aproximadamente y se mezclaron raíces sanas y raíces dañadas. Se pesaron 10 gramos y se licuaron con 100 ml de agua común por 20 segundos (en dos etapas de 10 seg.). El licuado se pasó por un juego de tres tamices de arriba hacia abajo de números 60, 100 y 400 (250, 150, 38 μ), el primero se lavó por dos minutos, el segundo por un minuto y en el último se colectaron los nemátodos. Este sedimento agua - nemátodos se colectó en un vaso y con una piseta se aforó en 100 ml de agua. Esta solución se homogeneizó con una bomba de aire y con una pipeta se colocó 2 ml en una cámara contadora. Seguidamente se observó en el estéreo microscopio y se cuantificó el número de nemátodos por cada género antes mencionado. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional en 100 gramos de raíces.

3.3.5.1 Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar durante su trabajo de titulación



3.3.6 Análisis estadístico

En esta investigación usaremos el análisis estadístico inferencial y descriptivo para comparar los niveles poblacionales de nemátodos.

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	GL
Tratamiento (T-1)	3
Repeticiones (T-1)	4
Error experimental	12
Total	19

Tomalá, 2024

3.4 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	semana				semana				semana				semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Objetivo general: Caracterizar los géneros de nematodos fitoparásitos presentes en el cultivo de banano (<i>M. paradisiaca</i>) en la Provincia de los Ríos.																
Determinar los géneros predominantes de nematodos asociados al sistema radical del																
Muestreo de fincas	■															
Envío de muestras a laboratorio		■														
Análisis de datos					■	■										
Estudiar el efecto de las densidades poblacionales de nematodos en la sanidad																
Toma de datos																
Procesamiento de datos																
Redacción de resultados																
Analizar la relación entre las propiedades físico-químicas del suelo y la abundancia de																
Toma de datos																
Procesamiento de datos																
Análisis de datos																
Redacción de resultados																
Redacción de la discusión																
Redacción de borrador de tesis																

Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto de investigación
Tomalá, 2024

4. Resultados

4.1 Determinación de los géneros predominantes de nemátodos asociados al sistema radical del cultivo de banano en la provincia de Los Ríos mediante análisis experimental.

En la Figura 3 se presenta el análisis de los géneros *Radopholus*, *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*, que son nemátodos predominantes que afectan la producción bananera en el cantón Urdaneta, perteneciente a la provincia de Los Ríos, destacando su relevancia fitosanitaria en la agroindustria local.

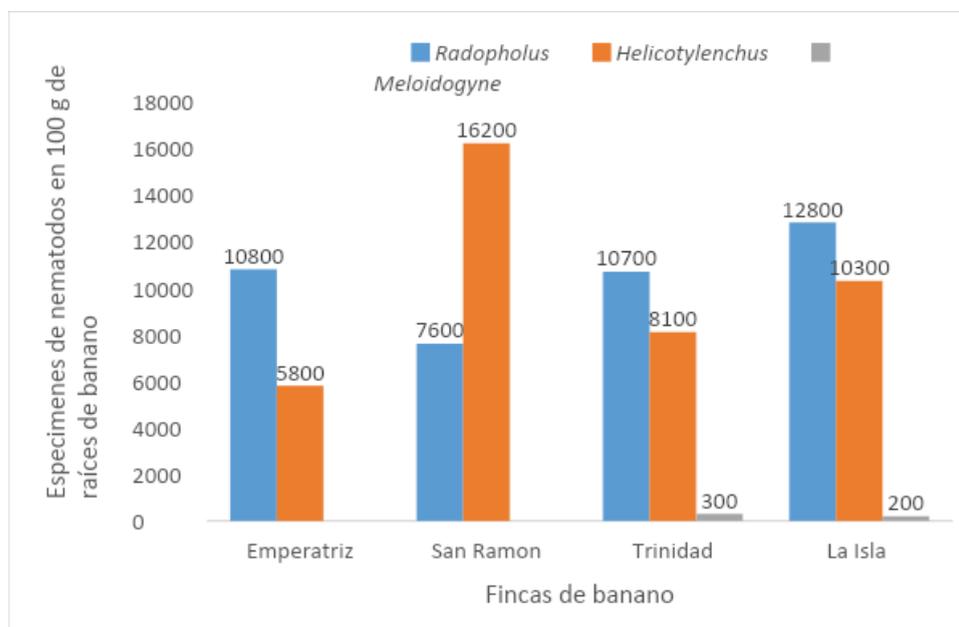


Figura 3. Abundancia poblacional de los principales géneros de nemátodos en raíces de banano
Tomalá, 2024

La Figura 3 destaca la predominancia del nemátodo *Helicotylenchus*. En la finca San Ramón, *Helicotylenchus* es el género más predominante con una abundancia de 16,200 especímenes por 100 g de raíces, lo que indica una alta infestación que podría comprometer la salud del sistema radical. En contraste, en la finca Emperatriz, *Radopholus* domina con 10,800 especímenes por 100 g de raíces, mientras que *Helicotylenchus* tiene una menor presencia con 5,800

especímenes. Este patrón se repite en las demás fincas, donde *Radopholus* y *Helicotylenchus* se alternan como los géneros predominantes, destacando que en La Isla, *Radopholus* prevalece con 12,800 especímenes.

Tabla 3. Población promedio de los principales géneros de nemátodos en 100 g de raíces en las fincas de estudio del cantón Urdaneta

Género de nemátodos	Tratamientos	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Varianza	Rango	Mínimo	Máximo
<i>Radopholus</i>	Emperatriz	10800	11500	11500	1565,2	2450000	4000	8500	12500
	San Ramon	7600	5000	--	5824,5	33925000	13500	1500	15000
	Trinidad	10700	10000	---	2334,5	5450000	6000	8000	14000
	La Isla	12800	10000	---	6088,9	37075000	14500	8000	22500
<i>Helicotylenchus</i>	Emperatriz	5800	6000	--	4071,2	16575000	10500	0	10500
	San Ramon	16200	15000	--	5368,8	28825000	13500	11500	25000
	Trinidad	8100	9500	--	3798,1	14425000	9500	2000	11500
	La Isla	10300	10000	--	5563,2	30950000	14000	5000	19000
<i>Meloidogyne</i>	Emperatriz	0	0	0	0	0	0	0	0
	San Ramon	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trinidad	300	200	447	200000	1	1000	0	1000
	La Isla	200	200	447	200000	2	1000	0	1000

En la Tabla 3 detalla la distribución de la población de nemátodos en cada finca. Tomalá, 2024

En la Tabla 3 se evidencia la población de nemátodos en las fincas del cantón Urdaneta muestra una notable variabilidad entre los géneros y las ubicaciones estudiadas. *Radopholus* alcanzó su mayor promedio en La Isla con 12,800 individuos por cada 100 g de raíces, mientras que *Helicotylenchus* predominó en San Ramón con 16,200 individuos. En contraste, *Meloidogyne* presentó una baja presencia, destacando solo en Trinidad y La Isla con 300 y 200 individuos respectivamente. Estos resultados reflejan la distribución desigual de nemátodos, lo que sugiere la necesidad de enfoques de manejo específicos para cada finca.

Tabla 4. Análisis de la varianza de la población de *Radopholus* en las fincas estudiadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	160562500,00	7	22937500,00	1,23	0,3597

Finca	69137500,00	3	23045833,33	1,23	0,3404
Repeticiones	91425000,00	4	22856250,00	1,22	0,3517
Error	224175000,00	12	18681250,00		
Total	384737500,00	19			

En la tabla 4. Se muestra el análisis de varianza de la población de nemátodos en 100 g de raíces de banano.

Tomalá, 2024

El análisis de varianza (ANOVA) elaborado no reveló diferencias estadísticamente significativas en las poblaciones de *R. similis* entre las fincas estudiadas, con un p-valor que excede el umbral del 5 %. Esto sugiere una distribución homogénea del nemátodos en las áreas analizadas.

Tabla 5. Análisis de la varianza de las poblaciones de *Helicotylenchus multicinctus* en 100 g de raíces

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	377625000,00	7	53946428,57	2,28	0,1005
Finca	298700000,00	3	99566666,67	4,20	0,0300
Rept	78925000,00	4	19731250,00	0,83	0,5295
Error	284175000,00	12	23681250,00		
Total	661800000,00	19			

La Tabla 5. Detalla el análisis de anova al 5 % la densidad poblacional de *Helicotylenchus multicinctus* en el cultivo de banano.

Tomalá, 2024

El análisis de varianza (ANOVA) elaborado muestra diferencias estadísticamente significativas en las poblaciones de *H. multicinctus*.

Tabla 6. Se presenta el análisis a posteriori de Tukey al 5 % de las poblaciones del nematodo espiral en 100 g de raíces

Tratamiento	Medias
Emperatriz	5800 b
Trinidad	8100 ab
La Isla	10300 a
San Ramon	16200 a

En la tabla 6. Se muestra la población de *H. multicinctus* en las fincas estudiadas.

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

Tomalá, 2024.

Los resultados indican que la finca San Ramon registró la mayor abundancia de *Helicotylenchus multicinctus*, con un total de 16200 especímenes, lo que la convierte en la localidad con la infestación más alta de este género de nemátodos. En contraste, la finca Emperatriz mostró una población considerablemente menor, con 5,800 nemátodos, sugiriendo una presión fitosanitaria diferencial entre las fincas.

4.2 Estudio del efecto de las abundancias poblacionales de nemátodos en la sanidad radical del cultivo de banano a través del método de licuado-tamizado.

En la tabla 7. Se muestra la estadística descriptiva de la sanidad radical en el cultivo de banano de las diferentes fincas evaluadas y el efecto que causan las poblaciones de nemátodos en ellas.

Tabla 7. Análisis descriptivo de la sanidad radical en las diferentes fincas

Sanidad Radical (g)	Fincas	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Varianza	Rango	Mín	Máx
Raíces sanas	Emperatriz	65	62,5	64	19,6	383,3	45	45	90
	San Ramon	74	70	45	36,8	1355	90	45	135
	Trinidad	61,2	70	70	20,6	424,7	51	25	76
	La Isla	69	65	65	9,6	92,5	25	60	85
Raíces dañadas	Emperatriz	44,4	50	50	20,17	406,8	52	20	72
	San Ramon	42	45	50	9,08	82,5	20	30	50
	Trinidad	57	60	60	13,04	170	35	40	75
	La Isla	46	45	55	8,94	80	20	35	55
Raíces podridas	Emperatriz	25	0	0	11,2	125	25	0	25
	San Ramon	20	4	0	0	8,9	2,2	20	0
	Trinidad	0	0	0	0	0	0	0	0
	La Isla	0	0	0	0	0	0	0	0
Raíces totales	Emperatriz	134,4	95	--	40,28	1622,3	92	75	167
	San Ramon	136,0	125	--	33,54	1125	85	80	165
	Trinidad	118,2	115	--	14,7	216,2	36	100	136
	La Isla	115,0	115	--	9,35	87,5	25	100	125

Tomalá, 2024

En la tabla 7 se muestra que en la finca San Ramón lidera en la sanidad radicular con la mayor media en raíces sanas (74 g) y el mayor peso total (136 g), lo que indica condiciones favorables para el desarrollo radicular. En contraste, Emperatriz presenta una mayor variabilidad en raíces sanas y el peso más alto de raíces podridas (25 g), lo que sugiere un mayor deterioro. Trinidad destaca en

raíces dañadas con una media de 57 g, probablemente debido a un mayor estrés en el sistema radical. Estos resultados son esenciales para comprender el impacto de los nemátodos en la productividad del cultivo de banano.

La Figura 4 ilustra la condición fitosanitaria del sistema radicular en plantaciones de banano, proporcionando una evaluación visual clave para el diagnóstico de la salud de las raíces.

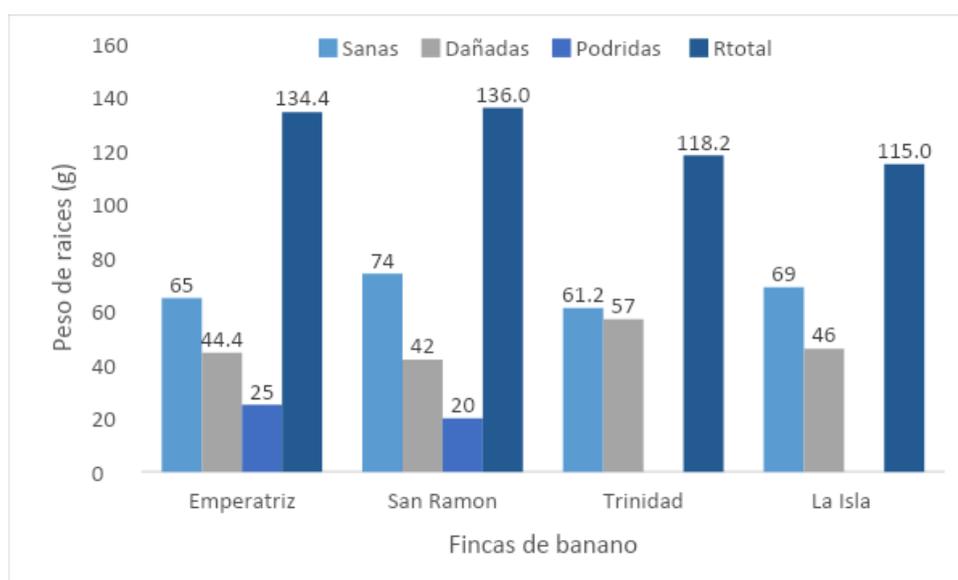


Figura 4. Promedio del peso de raíces (g) de banano en diferentes categorías sanitarias y totales
Tomalá, 2024

La Figura 4 permite evidenciar que el peso promedio de las raíces de banano muestra variaciones notables entre las fincas, destacando San Ramón con la mayor masa de raíces sanas (74 g) y Trinidad con las raíces dañadas más pesadas (57 g). La Emperatriz presenta la mayor incidencia de raíces podridas (25 g), reflejando una mayor degradación radicular. En general, San Ramón registra la mayor biomasa total (136 g), lo que sugiere un sistema radicular más robusto.

En la Tabla 8. Se muestra el análisis de varianza al 5 % (Tukey) del efecto de las poblaciones de nemátodos sobre la cantidad de raíces sanas.

Tabla 8. Análisis de la varianza de raíces sanas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3161,35	7	451,62	0,87	0,5542
Finca	554,15	3	184,72	0,36	0,7852
Rept	2607,20	4	651,80	1,26	0,3387
Error	6211,60	12	517,63		
Total	9372,95	19			

En la tabla 8. Muestra que no hubo diferencia estadística en esta variable.
Tomalá, 2024

En la Tabla 9. Se muestra el análisis de varianza al 5 % (Tukey) del efecto de las poblaciones de nemátodos sobre la cantidad de raíces dañadas por nemátodos.

Tabla 9. Análisis de la varianza de raíces dañadas por nematodos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1205,65	7	172,24	0,86	0,5646
Finca	661,35	3	220,45	1,10	0,3883
Rept	544,30	4	136,08	0,68	0,6210
Error	2412,90	12	201,08		
Total	3618,55	19			

En la tabla 9. Se observa que no hay diferencia estadística entre las fincas estudiadas
Tomalá, 2024

En la Tabla 10. Se muestra el análisis de varianza al 5 % (Tukey) del efecto de las poblaciones de nemátodos sobre la cantidad de raíces totales.

Tabla 10. Análisis de la varianza de raíces totales

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5727,85	7	818,26	1,47	0,2667
Finca	214,55	3	71,52	0,13	0,9415
Rept	5513,30	4	1378,33	2,47	0,1008
Error	6690,70	12	557,56		
Total	12418,55	19			

En la tabla 10. Se observa que no hay diferencia estadística entre las fincas evaluadas.
Tomalá, 2024

4.3 Análisis de la correlación entre la abundancia de nemátodos con la sanidad radical.

La Tabla 11. Muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas en este estudio.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables de sanidad radical y poblaciones de nemátodos en banano

Variables	Media	Desviación estándar
Sanas (g)	67,03	22,21
Dañadas (g)	47,35	13,80
Podridas (g)	11,25	6,97
Raíces totales (g)	125,15	25,56
<i>Radopholus</i>	10475,00	4499,92
<i>Helicotylenchus</i>	10100,00	5901,82
<i>Meloidogyne</i>	125,00	319,33

Tomalá, 2024

En esta tabla se muestra la desviación estándar y media de las variables en estudio y con estos parámetros se determina la relación entre ellas.

En la tabla 12. Podemos denotar las correlaciones entre las variables de sanidad radical vs las poblaciones de nemátodos en estudio.

Tabla 12. Correlaciones entre las diferentes variables de estudio en el cultivo de banano
Correlaciones

		Rs	Hm	Mi
Sanas	Correlación de Pearson	,293	,453*	-,029
	Sig. (bilateral)	,210	,045	,904**
Dañadas	Correlación de Pearson	-,030	-,052	,258
	Sig. (bilateral)	,900**	,828**	,272
Podridas	Correlación de Pearson	-,300	-,006	-,133
	Sig. (bilateral)	,199	,981**	,576
Rtotal	Correlación de Pearson	,157	,364	,078
	Sig. (bilateral)	,509	,115	,743

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Rtotal= Raíces totales, Hm= *Helicotylenchus multicinctus*, Rs= *Radopholus similis*, Mi=*Meloidogyne incognita*.

Tomalá, 2024

En esta tabla se puede determinar una relación negativa no significativa entre las raíces dañadas por nemátodos con *Helicotylenchus*, *Radopholus* y *Meloidogyne*, es decir que mientras crece el peso de raíces dañadas por nemátodos las poblaciones comienzan a decrecer. Por otro lado, el peso de raíces totales se relaciona positivamente con el peso de raíces sanas.

5. Discusión

En esta investigación se determinó que *Radopholus similis* es el nematodo más presente en las fincas evaluadas, con poblaciones de 10,475 individuos, seguido por *Helicotylenchus multicinctus* (10,100) y *Meloidogyne incognita* (125 especímenes). La distribución de estos nemátodos en cuatro fincas de cultivo de banano en el cantón Urdaneta revela que *R. similis* tiene mayor presencia en la finca La Isla con 12,800 individuos, y la menor en San Ramón, con 7,600. En contraste, *H. multicinctus* es más prevalente en San Ramón con 16,200 especímenes, siendo menos común en Emperatriz con 5,800, para *M. incognita* muestra una presencia menor en Trinidad (300) y en La Isla (200), estando ausente en las otras fincas.

A pesar de la variabilidad en las poblaciones de nemátodos, no se encontró significancia estadística entre las fincas estudiadas para las poblaciones de *R. similis*, a diferencia de *H. multicinctus*. La población de *H. multicinctus* en las cuatro fincas indica que La Isla y Trinidad tienen la mayor abundancia, con 12,300 y 8500 nemátodos respectivamente, mientras que Trinidad tiene una población intermedia, con 8,100 nemátodos. Emperatriz con 5,800 nemátodos, presenta una población significativamente menor.

En cuanto a las variables de sanidad radical, el peso promedio de las raíces sanas encontradas fue de 74,05 g. Las fincas San Ramón (74,0 g) y La Isla (69,0 g) presentaron la mayor cantidad de raíces sanas. En el caso de las raíces dañadas por nemátodos, la media fue de 47,35 g. La hacienda Trinidad (57,00 g) y La Isla (46,00 g) presentaron la mayor cantidad de raíces afectadas por nemátodos.

Para las raíces podridas por otras causas, la media fue de 11,25 g. por otro lado, Trinidad y La Isla no reportan raíces podridas. El peso total de todas las raíces recolectadas (sanas, dañadas y podridas) tuvo una media de 125,75 g, siendo San Ramón (136 g), Emperatriz (134 g) y Trinidad (118 g) las fincas con el mayor peso de raíces totales.

En la relación entre la población de nemátodos y la sanidad radical, se encontró una fuerte correlación positiva entre las raíces sanas y las raíces totales, indicando que, a mayor número de raíces sanas, mayor es el número de raíces totales. Este patrón es similar para *H. multicinctus*. Por otro lado, no se encontraron correlaciones significativas entre las raíces dañadas, podridas, *R. similis* y *M. incognita* con otras variables.

En esta investigación, *Radopholus similis* fue identificado como el nematodo más prevalente en las fincas evaluadas, seguido por *Helicotylenchus multicinctus* y *Meloidogyne incognita*. Estos resultados concuerdan con Moens et al. (2001) y Gowen (1995), quienes han identificado a *R. similis* como un patógeno significativo en banano. La prevalencia de *R. similis* es preocupante debido a su capacidad para causar daños severos en las raíces de las plantas, reduciendo el rendimiento del cultivo.

La mayor concentración poblacional de *R. similis* se encontró en la finca La Isla (12800 individuos) y, la menor en San Ramón (7600 individuos). Esta variabilidad está relacionada con diferencias en las prácticas de manejo de cultivos, condiciones del suelo y microclimas específicos de cada finca. Similares variaciones en la densidad de poblaciones de nemátodos en diferentes fincas han sido reportadas por Quénéhervé (2008), quien destacó la influencia de los factores edafoclimáticos en la distribución de nemátodos.

Para *H. multincinctus*, la mayor población de este nemátodo se registró en La San Ramon (16,200 individuos) y la menor en Emperatriz (5,800 individuos), lo que se asemeja a los hallazgos de Sarah (1989) y Mamula et al. (2024), quienes encontraron que *H. multincinctus* puede ser particularmente abundante en ciertos suelos y condiciones agrícolas. La presencia de *M. incognita* fue limitada, con solo 125 individuos, lo cual es similar a lo reportado por Castillo-Russi (2010), Viveros-Folleco et al. (2022) y Ramos (2023), quienes mencionan que *Meloidogyne* se encuentra en menor población comparado con otros nemátodos fitoparásitos en cultivos de banano.

El peso promedio de las raíces sanas fue de 74,05 g, con San Ramón (74,0 g) y La Isla (69,0 g) mostrando las mayores cantidades de raíces sanas. Las diferencias observadas en el peso de las raíces sanas entre las fincas están relacionadas con la variabilidad en las poblaciones de nemátodos y las prácticas de manejo agrícola, tal como encontraron Solis y Goyes (2023). Estudios han demostrado que la infestación por nemátodos reduce significativamente el crecimiento y la salud de las raíces, como demuestran Kashi y Kargar (2013) y Khan, Saxena, y Bhat (2004).

Para las raíces dañadas por nemátodos, Trinidad (57,0 g) y La Isla (46,0 g) presentaron las mayores cantidades de raíces afectadas. Estos resultados son similares a los reportados por Monar (2021), Gowen (2005) y Quénéhervé (1990), quienes encontraron que los nemátodos pueden causar daños extensivos a las raíces de banano, afectando el desarrollo y la productividad de las plantas.

6. Conclusiones

Radopholus similis, *Helicotylenchus multicinctus* y *Meloidogyne incognita* son una grave amenaza para la producción bananera en la provincia de Los Ríos, Ecuador.

Radopholus similis, conocido como el nemátodo barrenador, presenta una abundancia poblacional alarmante en la finca La Isla, con 12,800 individuos por cada 100 gramos de raíces, siendo el valor más alto registrado entre las fincas estudiadas. *Helicotylenchus multicinctus* exhibe diferencias significativas en su distribución, siendo la finca San Ramón el epicentro de la infestación, con hasta 16,200 nemátodos por cada 100 gramos de raíces.

Aunque *Meloidogyne incognita* presenta una incidencia menor, su presencia no debe subestimarse.

Las infestaciones de nemátodos reducen el vigor de las plantas, afectan el sistema radicular, disminuyen el rendimiento y, en casos severos, causan la muerte de las bananeras.

7. Recomendaciones

Implementar estrategias de manejo de nemátodos integradas y sostenibles, que combinen métodos físicos, biológicos y químicos para reducir las poblaciones de nemátodos de manera efectiva y minimizar su impacto en el cultivo.

Promover el uso de abonos orgánicos y biofertilizantes para fortalecer el sistema inmunológico de las plantas y mejorar la resistencia a las enfermedades radiculares.

Realizar monitoreos periódicos de la salud radical y las poblaciones de nemátodos para detectar de manera temprana cualquier problema fitosanitario y tomar medidas correctivas oportunas.

Fomentar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el control de nemátodos en el cultivo de banano, buscando alternativas más amigables con el medio ambiente y la salud humana.

Referencias

- Araya, M. 1995. Efectos depresivos de ataque de *Radopholus similis* en banano (Musa AAA). San José, Costa Rica. *CORBANA* 20(20): 5.
https://www.researchgate.net/publication/311208027_Efecto_depresivo_de_ataques_de_Radopholus_similis_en_banano_Musa_AAA
- Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE). (2010). *Informe Anual de Exportaciones de Banano*. Guayaquil, Ecuador.
- Bautista M., L, Bolaños B., M, Asakawa, N y Villegas E., B. (2015). Respuesta de fitonemátodos de plátano Musa AAB Simmonds a estrategias de manejo integrado del suelo y nutrición. . *Revista Luna Azul (On Line)*, p. 69-84. (Núm. 40 , Año 2015 : Enero - Junio). Universidad de Caldas. Disponible en: <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.6>
- Capa Benítez, M. L. B., Alaña Castillo, M. T. P., & Benítez Narváez, M. R. M. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: provincia El Oro, Ecuador. *Universidad Y Sociedad*, 8(3 (E)). Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/412>
- Bolaños, Luis y Lopez, Jesús (2013) *Evaluación de la reacción de Solanum quitoense Lam. Al complejo meloidogyne sp. y fusarium oxysporum f. sp. Quitoense*. Informe final de Trabajo de Grado. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.
- Caicedo E. (2015). *Fungicidas Orgánicos para el Control de la Sigatoka Negra (Mycosphaerella finjiensis) en el Cultivo de Banano (Musa AAA) Valencia*

- *Los Ríos. Ecuador*. Tesis de Grado Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b9515ecb-3d70-4f4b-ab82-e02995ea4b1d/content

Castillo-Russi, J., Araya-Vargas, M., & Patiño-Hoyos, L. (2010). Respuesta a la aplicación de nematicida en banano en la zona de Urabá, Colombia. *Agronomía mesoamericana*, 21(2), 307-317.

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/437/43720093010.pdf

Chabrier C and Quénéhervé P. 2003. Control of the burrowing nematode (*Radopholus similis* Coob) on banana: impact of the banana field destruction method on the efficiency of the following fallow. *Crop Protection*.

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://agritrop.cirad.fr/547683/1/document_547683.pdf

Cordova, A. 2003. El nemátodo, enemigo invisible de la agricultura. *El Universo, Guayaquil, EC*. Julio 22. 1a . Sección.

https://www.agrofertil.com.py/los-nematodos-el-enemigo-invisible-de-la-agricultura/

Dagatti, C., Becerra, V., Herrera, M. 2014. Caracterización de daños producidos por *Meloidogyne* spp. (Nemata: Tylenchida) en la vid en Mendoza, Argentina. *Revista De Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño*. 31(2):

51-62. ISSN: 0120-0135.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352014000200005

Donohue, M., y Denham, T. (2009). Domesticación del banano (*Musa spp.*) en la región de Asia y el Pacífico: perspectivas lingüísticas y arqueobotánicas. *Ethnobotany Research and Applications* , 7, 293-332.
[https://www.semanticscholar.org/paper/Banana-\(Musa-spp.\)-domestication-in-the-Region%3A-and-Donohue-Denham/4dfe2e20a317b02bddc5fb720b8898d6b2440b1](https://www.semanticscholar.org/paper/Banana-(Musa-spp.)-domestication-in-the-Region%3A-and-Donohue-Denham/4dfe2e20a317b02bddc5fb720b8898d6b2440b1)

Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Bernardo, J., & Hernandez, P. (2018). Propagación del banano: Técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), e574.
<https://www.scielo.br/pdf/rbf/v40n4/0100-2945-rbf-40-4-e-574.pdf>

GARCÉS, R. (2020). *Respuesta del banano Gros Michel (AAAGroup) a Diferentes dosis de ozono en condiciones de aclimatación en vivero. Ecuador*. Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50334>

Gilchrist, K., Didier, K., Brahim, C., Gnénakan, Y., Mamadou, C., Jean-martial, K., Seydou, T., Junior, K., Sandrine, Y., Kouabenan, A., & d, D. (2023). Influencia de dos cultivos de cobertura (*Arachis repens* L. y *Desmodium adscendens* Sw.) en la infestación de las raíces de la variedad de banano de postre “Gran Enano” (*Musa sp.*) por nemátodos fitoparásitos

en el sudeste de Costa de Marfil. *Revista asiática de ciencia del suelo y nutrición vegetal* . <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2023/v9i3181> .

Gómez D. (2019). *Efecto de la Aplicación de Auxinas y Calcio a las Últimas Manos del Racimo del Banano para Mejorar Calibración y Largo de Dedos de la Fruta*. Universidad de Guayaquil.

https://catalogo.ug.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=170319&shelfbrowse_itemnumber=194750#shelfbrowser

Gowen, S. R., Quénéhervé, P., & Fogain, R. (2005). Nematode parasites of bananas and plantains. En M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 611-643). CAB International.

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2021-09/34401.pdf

Guzmán Piedrahita, Ó. A. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. *Luna Azul*, (33), 137-153.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742011000200012

Guzmán. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. *Revista Luna Azul*, Universidad de Caldas, 33(2), 137-153. ISSN 1909-2474.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742011000200012

- Häkkinen, M., Väre, H., & Christenhusz, M. J. M. (2012). Identity of a Pisang - historical concepts of Musa (Musaceae) and the reinstatement of Musa troglodytarum. *Folia Malaysiana*, 13(2), 1-14.
<https://www.musalit.org/seeMore.php?id=14605>
- Heslop-Harrison, J., & Schwarzacher, T. (2007). Domesticación, genómica y el futuro del banano. *Annals of Botany*, 100, 1073-1084.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcm191>
- Holguín. 2018. *Nemátodos parásitos asociados al cultivo de banano (Musa spp.) en el distrito de la matanza, valle del alto Piura*. Universidad Nacional de Piura. Piura, Peru.
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1287>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (1975). *Informe técnico de banano 1975*. Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/767>
- Izquierdo, M., & Armas, M. (2018). Propuesta de un protocolo de fertilización como una estrategia para el control de nemátodos en el cultivo de banano. *Revista Científica Cien. Nat. Ambien.*, 31-42.
- Jacques, et al. (2016). Densidad y diversidad de nemátodos fitoparásitos del cultivo de banano y su relación con variables agroecológicas. *Artículo Científico Universidad de Costa Rica*.
- Kaplan, D. T. (1994). Molecular characterization of the burrowing nematode sibling species, *Radopholus citrophilus* and *R. similis*. En F. Lamberti, C. De Giorgi, & D. McK Bird (Eds.), *Advances in Molecular Plant Nematology* (pp. 77-83). New York: Plenum Press.

- Kashi, L., & Kargar, A. (2013). Some species of *Helicotylenchus* (Nematoda: Hoplolaimidae) from Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 49(3), 297-315.
- Khan, M. R., Saxena, S. K., & Bhat, M. Y. (2004). Management of nematode diseases in plants. En *Advances in Plant and Animal Borers and Parasitology* (pp. 23-59). Springer.
- Lara, et al. (2015). Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de banano (*Musa acuminata* AAA) en el centro de Veracruz, México. *Artículo Científico Universidad Veracruzana*.
- Lezaun, J. (2016). Nemátodos fitoparásitos una plaga mundial. *Artículo Científico Universidad de Caldas*.
- Lima, J. D., Rosa, J. S., Gomes, E. N., Rozane, D. E., & da Silva, S. H. M. G. (2016). Características de los frutos de banano (*Musa* spp. AAA, cv. Nanica) tratados con citoquinina y giberelina. *Ciencia e Investigación Agraria*, 43(2), 223-232.
<https://doi.org/10.4067/S0718-16202016000200005>
- Luquini, L., Barbosa, D., Haddad, F., Ferreira, C., & Amorim, E. (2019). Estudio de nemátodos y caracterización bioquímica de *Meloidogyne* spp. en una importante zona de producción de banano en Brasil. *Protección de Cultivos*. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2018.11.018>
- MAGAP Ecuador. (2021). *Mapa del área estimada de cultivo de banano en el Ecuador continental*.

- Martinez A., A. M., & Cayón S., D. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (*Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery*). *Revista Facultad de Agronomía*, 64(2), 6055-6064.
- Medina, R. (2020). *Manejo integrado del nematodo (Radopholus similis) en el cultivo de banano (Musa AAA)* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.
- Moens, M., Araya-Vargas, M., & De Waele, D. (2001). Nematode parasites of bananas and plantains. En *Plant-Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (pp. 521-544). CABI Publishing.
- Monar, E. (2021). *Evaluación de la persistencia en el suelo de cuatro nematocidas comerciales para el manejo de nemátodos fitoparásitos* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.
- Mwamula, A., Kwon, O., Kwon, C., Kim, Y., Kim, Y., & Lee, D. (2024). A revision of the phylogeny of *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Tylenchida: Hoplolaimidae) as inferred from ribosomal and mitochondrial DNA. *The Plant Pathology Journal*, 40(2), 171.
- Oramas, D. (2012). Histopatología De Los nemátodos *Radopholus Similis*, *Pratylenchus Coffeae* *Rotylenchulus Reniformis* Y *Meloidogyne*. Puerto Rico: *Artículo Científico Universidad de Puerto Rico*.
- Oyeyinka, B., & Afolayan, A. (2019). Evaluación comparativa de la composición nutritiva, mineral y antinutritiva de los compartimentos de fruta de *Musa*

sinensis L. (banana) y *Musa paradisiaca* L. (plátano). *Plants*, 8.

<https://doi.org/10.3390/plants8120598>.

PARRAGA, C. V. B. (2019). Crecimiento de hijuelos de banano (*Musa* sp.) en respuesta al abonamiento potásico.68.

Piedrahita, M., & Guzmán, O. (2016). Importancia de los nemátodos espiral *Helicotylenchus multicinctus* y *H. dihystra* en banano y plátano. *Artículo Científico Universidad de Caldas*.

Quénéhervé, P. (2008). Integrated management of banana nematodes. En *Proceedings of the Workshop on Integrated Management of Banana Nematodes in Latin America and the Caribbean* (pp. 1-14).

Quiñonez, M. (2020). *Evaluación de mezcla física: Fertilizante químico con enmiendas edáficas en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca L.)*. Universidad Técnica de Machala.

Ram, H., Ram, M., & Steward, F. (1962). Crecimiento y desarrollo de la planta del banano 3. A. El origen de la inflorescencia y el desarrollo de las flores: B. La estructura y el desarrollo del fruto. *Annals of Botany*, 26, 657-673. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083824>.

Ramos, S. (2023). Efecto de un inoculante biológico y microorganismos eficientes en mezcla con un antagonista y un hongo entomopatógeno para el control de *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* sp., en banano orgánico en Tumbes.

- Rodríguez, A. (2016). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (Musa sp) variedad Gran enano Cavendish en Quevedo Provincia de Los Ríos*. Universidad San Francisco de Quito.
- Salazar, et al. (2016). Evaluación de métodos de manejo de nemátodos fitoparásitos en banano. *Artículo Científico Universidad de Caldas*.
- Salguero, B. (2016). Caracterización de nemátodos de vida libre como bioindicadores de calidad y salud de suelos bananeros en Costa Rica. *Artículo Científico Universidad de Turrialba*.
- Sarah, J,L. 1989. Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica* 19:199-216
- Solis, S., & Goyes, K. (2023). *Comparación de productos químico, biológico y orgánico para el control de nemátodos en el cultivo de banano (Musa acuminata sp), en el cantón Ventanas, provincia Los Ríos*. Universidad Estatal de Bolívar.
- Sundararaju, P. (2002). Fluctuaciones estacionales de *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* en ciertos cultivares de banano. *INFOMUSA*, 16.
- Talavera, M. (2003). *Manual de nematología agrícola: Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicas de agrupaciones de defensa vegetal*. Conselleria d'Agricultura y Pesca de les Illes Balears.
- Tarté, R. (1980). La importancia del conocimiento de la biología y comportamiento de los nemátodos parásitos del banano en el desarrollo de métodos eficientes de control. *Augura*, 6(2), 13-21.

Taylor, A. L., & Sasser, J. N. (1978). *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.)*. Department of Plant Pathology, NC5U and U5AID.

Tenesaca, S. I. (2019). *Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca) clon Williams Tenesaca*. Universidad Técnica de Machala.

Villegas, et al. (2015). Efecto de la limpieza sanitaria de cormos de plátano (Musa AAB Simmonds) sobre nemátodos fitoparásitos. *U.D.C.A Act&Div Cient*, 87-95.

Viveros-Folleco, Y., Guzmán-Piedrahita, O., & Villegas-Estrada, B. (2022). Efecto de *Radopholus similis* en el crecimiento de genotipos de musáceas de importancia económica. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 26(2), 65-94.

Wuyts, N., Lognay, G., Sagl, L., Waele, D., & Swennen, R. (2006). Uso potencial de antagonistas para la protección de las raíces de banano. Bélgica.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4275/Utilizacion_de_hongos_endof%C3%ADticos.pdf?sequence=1

Zatán, E. (2018). *Nemátodos parásitos asociados al cultivo de banano (Musa spp.) en el distrito de Buenos Aires Valle del Alto Piura*. Universidad Nacional de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1287>

Anexos

Anexo 1. Anova y Pruebas Tukey de las variables de estudio

Tabla 13. Anova en raíces sanas
Sanas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sanas	20	0,34	0,00	34,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		3161,35		7	451,62 0,87 0,5542
Finca	554,15		3	184,72 0,36	0,7852
Rept	2607,20		4	651,80 1,26	0,3387
Error	6211,60		12	517,63	
Total	9372,95		19		

Tabla 14. Prueba de tukey en raíces sanas

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=42,72055

Error: 517,6333 gl: 12

Finca	Mediasn	E.E.
Trinidad	61,20 5	10,17 A
Emperatriz	62,00 5	10,17 A
La Isla	69,00 5	10,17 A
San Ramon	74,00 5	10,17 A

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

Tabla 15. Anova en raíces dañadas
Dañadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Dañadas	20	0,33	0,00	29,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		1205,65		7	172,24 0,86 0,5646
Finca	661,35		3	220,45 1,10	0,3883
Rept	544,30		4	136,08 0,68	0,6210
Error	2412,90		12	201,08	
Total	3618,55		19		

Tabla 16. Pruebas de tukey en raíces dañadas

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,62593

Error: 201,0750 gl: 12

Finca	Mediasn	E.E.
San Ramon	42,00 5	6,34 A
Emperatriz	44,40 5	6,34 A
La Isla	46,00 5	6,34 A
Trinidad	57,00 5	6,34 A

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

Tabla 17. Anova en raíces podridas
Podridas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Podridas	20	0,28	0,00	330,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	258,75	7	36,96	0,67	0,6965
Finca	103,75	3	34,58	0,62	0,6130
Rept	155,00	4	38,75	0,70	0,6071
Error	665,00	12	55,42		
Total	923,75	19			

Tabla 18. Prueba de tukey en raíces podridas
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,97803

Error: 55,4167 gl: 12

Finca	Mediasn	E.E.
Trinidad	0,00 5	3,33 A
La Isla	0,00 5	3,33 A
San Ramon	4,00 5	3,33 A
Emperatriz	5,00 5	3,33 A

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

Tabla 19. Anova en raíces totales
Rtotal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rtotal	20	0,46	0,15	20,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5727,85	7	818,26	1,47	0,2667
Finca	214,55	3	71,52	0,13	0,9415
Rept	5513,30	4	1378,33	2,47	0,1008
Error	6690,70	12	557,56		
Total	12418,55	19			

Tabla 20. Pruebas de tukey en raíces totales
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=44,33747

Error: 557,5583 gl: 12

Finca	Mediasn	E.E.
Emperatriz	111,40 5	10,56 A
La Isla	115,00 5	10,56 A
Trinidad	118,20 5	10,56 A
San Ramon	120,00 5	10,56 A

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

Tabla 21. Anova en R. similis
Rs

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rs	20	0,42	0,08	41,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	160562500,00	7	22937500,00	1,23	0,3597
Finca	69137500,00	3	23045833,33	1,23	0,3404
Rept	91425000,00	4	22856250,00	1,22	0,3517
Error	224175000,00	12	18681250,00		
Total	384737500,00	19			

Tabla 22. Pruebas de tukey en *R.similis*
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8115,75065

Error: 18681250,0000 gl: 12

Finca	Medias	n	E.E.	
San Ramon	7600,00	5	1932,94	A
Trinidad	10700,00	5	1932,94	A
Emperatriz	10800,00	5	1932,94	A
La Isla	12800,00	5	1932,94	A

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

Tabla 23. Anova en *H. multicintus*
Hm

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hm	20	0.57	0.32	48.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	377625000,00	7	53946428,57	2,28	0,1005
Finca	298700000,00	3	99566666,67	4,20	0,0300
Rept	78925000,00	4	19731250,00	0,83	0,5295
Error	284175000,00	12	23681250,00		
Total	661800000,00	19			

Tabla 24. Pruebas de tukey en *H. multicintus*
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9137,51369

Error: 23681250,0000 gl: 12

Finca	Medias	n	E.E.		
Emperatriz	5800,00	5	2176,29	A	
Trinidad	8100,00	5	2176,29	A	B
La Isla	10300,00	5	2176,29	A	B
San Ramon	16200,00	5	2176,29	B	

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

Tabla 25. Anova en *M. incognita*
Mi

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mi	20	0.43	0.10	242.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	837500,00	7	119642,86	1,31	0,3266
Finca	337500,00	3	112500,00	1,23	0,3425
Rept	500000,00	4	125000,00	1,36	0,3036
Error	1100000,00	12	91666,67		
Total	1937500,00	19			

Tabla 26. Pruebas de tukey en *M. incognita*
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=568,50128

Error: 91666,6667 gl: 12

Finca	Mediasn	E.E.
San Ramon	0,00 5	135,40 A
Emperatriz	0,00 5	135,40 A
La Isla	200,00 5	135,40 A
Trinidad	300,00 5	135,40 A

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

Anexo 2. Análisis de raíces en finca 1 – Emperatriz

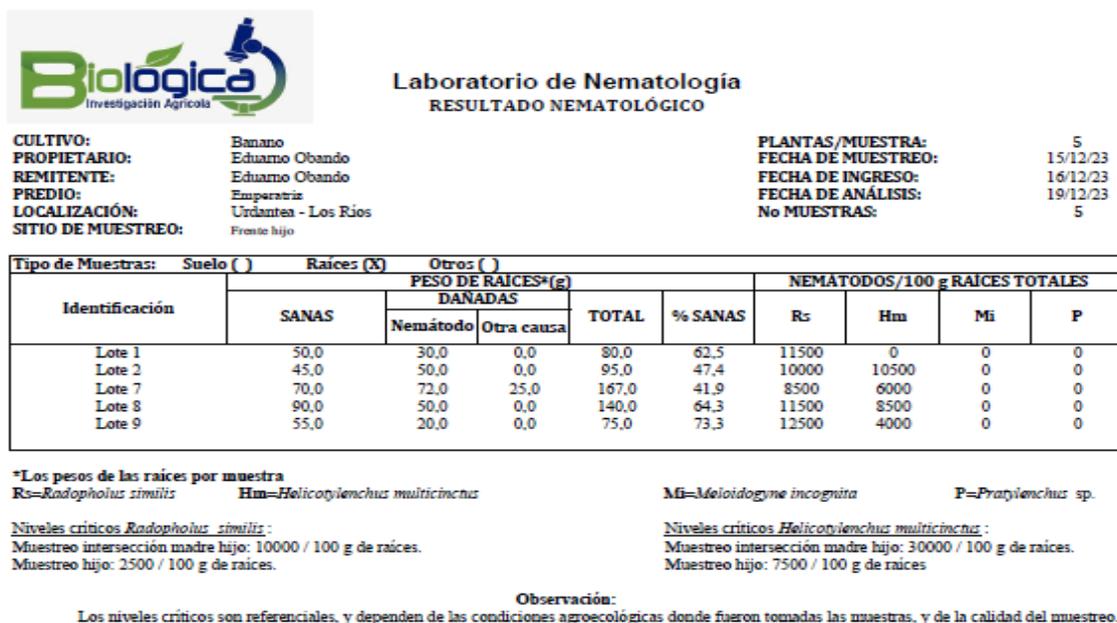


Figura 5. Análisis de raíces en finca 1 – Emperatriz

Tomalá, 2024

Anexo 3. Análisis de raíces en finca 2 – San Ramon



Laboratorio de Nematología RESULTADO NEMATOLÓGICO

CULTIVO:	Banano	PLANTAS/MUESTRA:	5
PROPIETARIO:	Eduardo Obando	FECHA DE MUESTREO:	15/12/23
REMITENTE:	Eduardo Obando	FECHA DE INGRESO:	16/12/23
PREDIO:	San Ramon	FECHA DE ANÁLISIS:	19/12/23
LOCALIZACIÓN:	Urdantea - Los Ríos	No MUESTRAS:	5
SITIO DE MUESTREO:	Frente hijo		

Tipo de Muestras:	Suelo ()	Raíces (X)		Otros ()		NEMATÓDOS/100 g RAÍCES TOTALES				
		PESO DE RAÍCES*(g)					Rs	Hm	Mi	P
		Identificación	SANAS	DAÑADAS		TOTAL				
Nemátodo	Otra causa									
Lote 1	45,0	35,0	0,0	80,0	56,3	1500	11500	0	0	
Lote 3	75,0	50,0	0,0	125,0	60,0	15000	12500	0	0	
Lote 4	135,0	30,0	0,0	165,0	81,8	12500	25000	0	0	
Lote 5	45,0	50,0	0,0	95,0	47,4	5000	17000	0	0	
Lote 6	70,0	45,0	20,0	135,0	51,9	4000	15000	0	0	

***Los pesos de las raíces por muestra**

Rs=Radopholus similis

Hm=Helicotylenchus multincinctus

Mi=Meloidogyne incognita

P=Pratylenchus sp.

Niveles críticos Radopholus similis :

Muestreo intersección madre hijo: 10000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 2500 / 100 g de raíces.

Niveles críticos Helicotylenchus multincinctus :

Muestreo intersección madre hijo: 30000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 7500 / 100 g de raíces

Observación:

Los niveles críticos son referenciales, y dependen de las condiciones agroecológicas donde fueron tomadas las muestras, y de la calidad del muestreo.



Ing. Alex Delgado, MSc.
Investigador Agregado 1

Figura 6. Análisis de raíces en finca 2 – San Ramon

Tomalá, 2024

Anexo 4. Análisis de raíces en finca 3 – Trinidad



Laboratorio de Nematología RESULTADO NEMATOLÓGICO

CULTIVO:	Banano	PLANTAS/MUESTRA:	5
PROPIETARIO:	Eduardo Obando	FECHA DE MUESTREO:	15/12/23
REMITENTE:	Eduardo Obando	FECHA DE INGRESO:	16/12/23
PREDIO:	Trinidad	FECHA DE ANÁLISIS:	19/12/23
LOCALIZACIÓN:	Urdantea - Los Ríos	No MUESTRAS:	5
SITIO DE MUESTREO:	Fruto hijo		

Identificación	Suelo ()	Raíces (X)		Otros ()		NEMATODOS/100 g RAICES TOTALES					
		PESO DE RAICES*(g)				TOTAL	% SANAS	Rs	Hm	Mi	P
		SANAS	DAÑADAS		Otra causa						
Nemátodo	Otra causa										
Lote 1		65,0	50,0	0,0	115,0	56,5	12000	7000	500	0	
Lote 2		70,0	40,0	0,0	110,0	63,6	10000	9500	0	0	
Lote 3		76,0	60,0	0,0	136,0	55,9	14000	10500	0	0	
Lote 4		25,0	75,0	0,0	100,0	25,0	8000	11500	0	0	
Lote 5		70,0	60,0	0,0	130,0	53,8	9500	2000	1000	0	

*Los pesos de las raíces por muestra

Rs=*Radopholus similis*

Hm=*Helicotylenchus multincinctus*

Mi=*Meloidogyne incognita*

P=*Pratylenchus* sp.

Niveles críticos *Radopholus similis*:

Muestreo intersección madre hijo: 10000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 2500 / 100 g de raíces.

Niveles críticos *Helicotylenchus multincinctus*:

Muestreo intersección madre hijo: 30000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 7500 / 100 g de raíces

Observación:

Los niveles críticos son referenciales, y dependen de las condiciones agroecológicas donde fueron tomadas las muestras, y de la calidad del muestreo.



ALEX "CABRIL" DELGADO PARRAGA

Ing. Alex Delgado, MSc.
Investigador Agregado 1

Figura 7. Análisis de raíces en finca 3 – Trinidad

Tomalá, 2024

Anexo 5. Análisis de raíces en finca 4 – La Isla



Laboratorio de Nematología RESULTADO NEMATOLÓGICO

CULTIVO:	Banano	PLANTAS/MUESTRA:	1
PROPIETARIO:	Eduardo Obando	FECHA DE MUESTREO:	15/12/23
REMITENTE:	Eduardo Obando	FECHA DE INGRESO:	16/12/23
PREDIO:	La Isla	FECHA DE ANÁLISIS:	19/12/23
LOCALIZACIÓN:	Urdantea - Los Rios	No MUESTRAS:	5
SITIO DE MUESTREO:	Frente hijo		

Identificación	Tipo de Muestras: Suelo () Raíces (X) Otros ()		PESO DE RAÍCES*(g)				NEMÁTODOS/100 g RAÍCES TOTALES			
	SANAS	DAÑADAS		TOTAL	% SANAS	Rs	Hm	Mi	P	
		Nemátodo	Otra causa							
Lote 3	60,0	55,0	0,0	115,0	52,2	8000	10000	1000	0	
Lote 4	70,0	45,0	0,0	115,0	60,9	8500	5000	0	0	
Lote 5	65,0	55,0	0,0	120,0	54,2	22500	11500	0	0	
Lote 6	65,0	35,0	0,0	100,0	65,0	15000	6000	0	0	
Lote 7	85,0	40,0	0,0	125,0	68,0	10000	19000	0	0	

*Los pesos de las raíces por muestra

Rs=*Radopholus similis*

Hm=*Helicotylenchus multicaucus*

Mi=*Meioidogyne incognita*

P=*Pratylenchus* sp.

Niveles críticos *Radopholus similis*:

Muestreo intersección madre hijo: 10000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 2500 / 100 g de raíces.

Niveles críticos *Helicotylenchus multicaucus*:

Muestreo intersección madre hijo: 30000 / 100 g de raíces.

Muestreo hijo: 7500 / 100 g de raíces

Observación:

Los niveles críticos son referenciales, y dependen de las condiciones agroecológicas donde fueron tomadas las muestras, y de la calidad del muestreo.



Ing. Alex Delgado, MSc.
Investigador Agregado I

Figura 8. Análisis de raíces en finca 4 – La Isla

Tomalá, 2024

Anexo 6. Muestreo de raíces en las fincas de estudio

Figura 9. Muestreo de raíces en las fincas de estudio
Tomalá, 2024