

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SEIS TRATAMIENTOS
DISTINTOS, PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES DE
NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE
BANANO (MUSA SPP.)**

AUTOR:

Llerena Torres Fausto Patricio

TUTOR:

Mgs. Valenzuela Cobos Juan Diego

Milagro, 2025

Derechos de Autor

Sr. Dr.

Fabrizio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Llerena Torres Fausto Patricio**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Biotecnología**, como aporte a la Línea de Investigación **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SEIS TRATAMIENTOS DISTINTOS, PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA SPP.)** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada. Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **19 de enero del 2026**



Firmado electrónicamente por:
**FAUSTO PATRICIO
LLERENA TORRES**

Validar únicamente con FirmaEC

Fausto Patricio Llerena Torres

C.I.: 1716792005

Aprobación del Tutor del Trabajo de Titulación

Yo, VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO, en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por Fausto Patricio Llerena Torres, cuyo tema es **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SEIS TRATAMIENTOS DISTINTOS, PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA SPP.)**, que aporta a la Línea de Investigación Impacto económico y social de la aplicación de tecnología biotecnológicas agrícolas en el marco de la soberanía alimentaria, previo a la obtención del Grado Magíster en Biotecnología. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 19 de enero del 2026



Firmado electrónicamente por:
JUAN DIEGO
VALENZUELA COBOS
Validar únicamente con FirmaEC

VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO

C.I.: 0927981670

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los nueve días del mes de marzo del dos mil veintiseis, siendo las 09:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. LLERENA TORRES FAUSTO PATRICIO, a defender el Trabajo de Titulación denominado " **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE SEIS TRATAMIENTOS DISTINTOS, PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA SPP.)**", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Mgs. BARZALLO GRANIZO DIEGO GEOVANNY, Presidente(a), Mae. GUILLEN BONILLA ALEX EDWIN en calidad de Vocal; y, SEVILLA CARRASCO JAIME DAVID que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	59.00
DEFENSA ORAL	38.00
PROMEDIO	97.00
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 10:00 horas.



Mgs. BARZALLO GRANIZO DIEGO GEOVANNY
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Mae. GUILLEN BONILLA ALEX EDWIN
VOCAL



SEVILLA CARRASCO JAIME DAVID
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



ING. LLERENA TORRES FAUSTO PATRICIO
MAGISTER

Dedicatoria

Siempre agradecido a Dios por permitirme gozar de salud e integridad, y así poder continuar adquiriendo conocimientos y sabiduría que deseo aplicar a lo largo de mi vida profesional. A mis padres Ruth y Fausto, quienes siempre me han apoyado en las buenas y en las malas; cuando los he necesitado han estado ahí sin esperar nada a cambio, más que verme feliz y realizado. Mi familia, en especial a mi esposa e hijos, quienes me acompañaron a lo largo de estos estudios, brindándome ánimo, comprensión y fortaleza para seguir adelante en cada etapa de este proceso. Finalmente, expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que colaboraron en el adecuado desarrollo de este trabajo de investigación, cuyo apoyo y aporte fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

Agradecimientos

A todas las personas que formaron parte de esta investigación durante la recolección de datos, en especial al Ing. J. Vecilla, a J. Calderón y a los demás amigos que colaboraron de manera desinteresada en cada etapa del proceso. A mis maestros, quienes me guiaron y me ayudaron a aprender y comprender la biotecnología de una manera más profunda y significativa. La empresa en la que laboro, por brindarme la oportunidad de evaluar productos y confiar en el desarrollo de este trabajo, así como al laboratorio donde se realizaron los análisis de las muestras y la entrega oportuna de los resultados. Todos quienes han formado parte de este tiempo en mi vida, les expreso mi más sincero agradecimiento. Que este trabajo sea de utilidad para la investigación científica y que sus resultados contribuyan al beneficio de productores y profesionales del sector agrícola que buscan mejorar técnicamente sus plantaciones de banano, explorando alternativas más allá de los tratamientos químicos tradicionales, enfocadas en la disminución de la carga química, la protección del medio ambiente y la conservación de los suelos agrícolas.

Resumen

El estudio aborda la problemática de los nematodos fitopatógenos en Ecuador, principal exportador mundial de banano, donde estos organismos causan pérdidas de hasta el 30% del rendimiento anual. La investigación se centró en evaluar la eficacia de seis tratamientos (químicos, biológicos, extractos e inductores de resistencia) para reducir la población de *Radopholus similis*, el nematodo más agresivo en la zona de Jujan, provincia del Guayas.

Bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), se analizaron variables como la densidad poblacional de nematodos por cada 100 gramos de raíz y parámetros de salud radicular a los 30 y 60 días después de la aplicación (DDA). Los resultados demostraron que la eficacia de los tratamientos aumenta progresivamente con el tiempo. A los 60 DDA, los productos Nematron 2 L (T5), Vigga 2 L (T2) y Nematron 5 L (T3) presentaron el mejor desempeño, logrando las reducciones poblacionales más significativas en comparación con el testigo absoluto.

Complementariamente, se observó que la disminución de la carga nematológica favoreció la recuperación del sistema radicular. Los tratamientos T1 (Verango), T2 (Vigga) y T3 (Nematron) mostraron una respuesta consistente en el incremento de la masa de raíces vivas, mejorando la capacidad de absorción de la planta. En conclusión, la investigación valida el uso de alternativas tecnológicas que no solo reducen la carga nematológica, sino que promueven la sostenibilidad y productividad del cultivo de banano frente al manejo químico convencional.

Palabras Clave: Nematodos, Banano, Radopholus similis, raíces.

Abstract

This executive summary synthesizes the findings of the Master's thesis in Biotechnology titled "Evaluation of the Efficacy of Commercial Nematicides for the Reduction of Plant-Parasitic Nematode Populations in Banana Cultivation (*Musa spp.*)," conducted by Fausto Patricio Llerena Torres.

The study addresses the critical issue of phytopathogenic nematodes in Ecuador, the world's leading banana exporter, where these organisms cause annual yield losses of up to 30%. The research focused on evaluating the efficacy of six treatments (chemical, biological, extracts, and resistance inducers) to reduce the population of *Radopholus similis*, the most aggressive nematode in the Jujan area, Guayas province.

Using a Randomized Complete Block Design (RCBD), variables such as nematode population density per 100 grams of root and root health parameters were analyzed at 30 and 60 days after application (DAA). The results demonstrated that treatment efficacy increases progressively over time. At 60 DAA, the products Nematron 2 L (T5), Vigga 2 L (T2), and Nematon 5 L (T3) showed the best performance, achieving the most significant population reductions compared to the absolute control.

Additionally, it was observed that the reduction in nematode load favored the recovery of the root system. Treatments T1 (Verango), T2 (Vigga), and T3 (Nematon) showed a consistent response in increasing live root mass, thereby improving the plant's absorption capacity. In conclusion, this research validates the use of technological alternatives that not only reduce the pest but also promote the sustainability and productivity of banana crops compared to conventional chemical management.

Keywords: Nematodes, Banana, Radopholus similis, roots.

Lista de Figuras

FIGURA 1. EXPORTACIONES HISTÓRICAS DE BANANO Y PLÁTANO EN MILLONES USD FREE ON BOARD Y MILES DE TONELADAS.....	1
FIGURA 2. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA PARA RADOPHOLUS	42
FIGURA 3. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA PARA <i>HELICOTYLENCHUS SPP.</i>	45
FIGURA 4. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA PARA PRATYLENCHUS SPP.....	47
FIGURA 5. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA PARA MELOIDOGYNE SPP.	49
FIGURA 6. MEDIA DE RAÍCES VIVAS (G) EN FUNCIÓN DEL TRATAMIENTO A LOS 01 DDA.....	49
FIGURA 7. MEDIA DE RAÍCES VIVAS (G) EN FUNCIÓN DEL TRATAMIENTO Y TIEMPO DE EVALUACIÓN A LOS 30 DDA.....	50
FIGURA 8. MEDIA DE RAÍCES VIVAS (G) EN FUNCIÓN DEL TRATAMIENTO Y TIEMPO DE EVALUACIÓN HASTA LOS 60 DDA.	51
FIGURA 9. MEDIA DE RAÍCES VIVAS (G) EN FUNCIÓN DEL TRATAMIENTO Y TIEMPO DE EVALUACIÓN.....	53

Lista de Tablas

TABLA 1. PROVINCIAS PRODUCTORAS DE BANANO DE EXPORTACIÓN.	2
TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	12
TABLA 3. DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS EN RAÍCES DE BANANO	26
TABLA 4. PÉRDIDAS EN RENDIMIENTO DE BANANO ASOCIADAS A NEMATODOS Y EFICACIA DE CONTROL.	30
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS COMERCIALES PARA CONTROL DE NEMATODOS.	37
TABLA 6. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANDEVA) DEL EXPERIMENTO.	39
TABLA 7. CONTEO INICIAL DE NEMATODOS / 100 G. DE RAÍCES, A LOS 01DDA.....	40
TABLA 8. MÉTODO DE TURKEY A LOS 01,30, 60 DDA.	41
TABLA 9. REDUCCIÓN DE RADOPHOLUS (MEDIA) EN LOS DÍAS DE EVALUACIÓN.	43
TABLA 10. EFICACIA EN EL CONTROL DE HELICOTYLENCHUS SPP. DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS COMERCIALES.....	44
TABLA 11. EFICACIA EN EL CONTROL DE PRATYLENCHUS SPP. DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS COMERCIALES.....	46
TABLA 12. EFICACIA EN EL CONTROL DE MELOIDOGYNE SPP. DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS COMERCIALES.....	48

Índice / Sumario

Derechos de Autor.....	I
Aprobación del Tutor del Trabajo de Titulación	II
Certificación de Defensa.....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	IV
Agradecimientos.....	V
Resumen.....	VI
Abstract	VII
Lista de Figuras	VIII
Lista de Tablas.....	IX
Introducción	1
CAPÍTULO I: El Problema De La Investigación.....	6
1.1. Planteamiento Del Problema	6
1.2. Delimitación Del Problema	7
1.3. Formulación Del Problema	8
1.4. Preguntas De Investigación	8
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo General	8
1.5.2. Objetivos Específicos	9
1.6. Hipótesis	9
1.7. Justificación	9
1.8. Declaración De Las Variables (Operacionalización).....	11
CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial.....	14
2.1. Antecedentes Referenciales	14
2.2. Marco Conceptual	16
Bacillus spp	16
Compuestos bioactivos	16
Control biológico	16
Control químico	16
Daño nematológico	17

Manejo integrado de nematodos.....	17
Meloidogyne spp.....	17
Pratylenchus spp.....	17
Producto químico.....	18
Radopholus similis.....	18
Trichoderma spp.....	18
2.3. Marco Teórico.....	18
2.3.1. Nematodos Fitoparásitos.....	18
2.3.2. Géneros De Nematodos Fitoparásitos.....	19
2.3.3. Nematodos De Importancia Económica Asociados Al Cultivo De Banano.....	20
2.3.4. Daños Que Causan Los Nematodos Fitoparásitos Al Sistema Radicular En El Cultivo De Banano.....	21
2.3.5. Incidencia De Nematodos Según Condiciones Edafoclimáticas.....	21
2.4. Banano (<i>Musa spp.</i>).....	22
2.4.1. Origen, Taxonomía Y Clasificación Botánica Del Banano.....	22
2.4.2. Importancia Económica Del Banano.....	23
2.4.3. Morfología Y Estructura De La Planta De Banano.....	24
2.4.4. Sistema Radicular Del Banano.....	25
2.4.5. Condiciones Edafoclimáticas Requeridas Para El Cultivo De Banano.....	27
2.4.6. Manejo Agronómico Del Cultivo De Banano.....	27
2.4.7. Susceptibilidad Del Banano Al Ataque De Nematodos.....	28
2.4.8. Impacto Del Daño Nematológico En La Productividad Del Banano.....	29
Capítulo III: Diseño Metodológico.....	31
3.1. Tipo De Investigación.....	32
3.1.1. Diseño Experimental.....	32
3.2. La Población Y La Muestra.....	33
3.3. Los Métodos Y Las Técnicas.....	34
3.3.1. Técnicas De Muestreo Y Análisis.....	34
3.3.2. Manejo, Conservación Y Transporte De Muestras.....	35
3.3.3. Descripción De Nematicidas Químicos, Orgánicos Y Enmiendas.....	36
3.3.4. Variables Evaluadas.....	38

3.4. Procesamiento Estadístico De La Información	38
CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados	40
4.1. Diagnóstico Inicial De Las Poblaciones De Nematodos	40
4.1.1. Radopholus similis	41
4.2. Eficacia En El Control De Otros Nematodos Fitoparásitos	43
4.2.1. Helicotylenchus spp.....	43
4.2.2. Pratylenchus spp.	45
4.2.3. Meloidogyne spp	47
4.3. Efecto De Los Tratamientos Sobre El Sistema Radical	49
4.3.1. Gramos De Raíces Vivas	49
4.3.2. Porcentaje De Raíces Vivas.....	51
Capítulo V: Discusión, Conclusiones Y Recomendaciones	56
5.1. Discusión.....	56
5.2. Conclusiones.....	59
5.3. Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS.....	67

Introducción

Los cultivos de banano (*Musa spp.*) son uno de los cultivos más importantes económicamente en el mundo y desempeñan un papel clave en la seguridad alimentaria. En Ecuador, las exportaciones de banano son uno de los principales productos de exportación no petroleros. Las exportaciones no petroleras de enero a marzo crecieron un 26,80 %, lo que equivale a 1490 millones de dólares adicionales en 2025 en comparación con el mismo período de 2024. Los bananos ocupan el tercer lugar con una participación del 15,8 %, después de la acuicultura, el cacao y los productos de cacao (Banco Central, Proecuador)

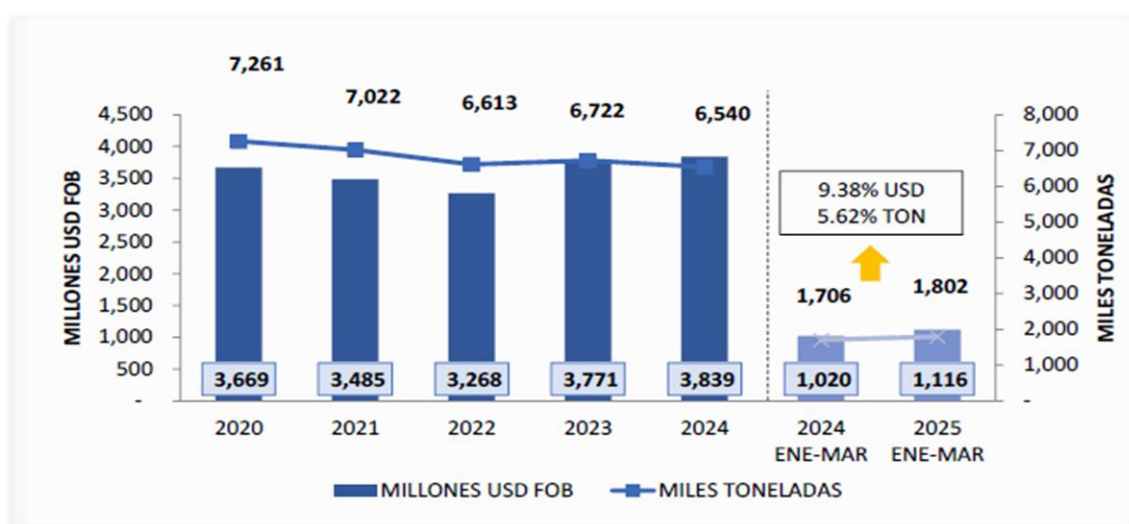


Figura 1. Exportaciones históricas de banano y plátano en millones USD Free on board y miles de toneladas

La producción del cultivo de banano está distribuida en 7 provincias que son: Los Rios, Guayas, el Oro, Cañar, Cotopaxi, Santo domingo de los Tsachillas y otras. Inec, Espac 2021. En otras provincias en la actualidad se entendería como la provincia de Santa Elena donde la siembra de banano de exportación a crecido en los últimos años.

Tabla 1. Provincias Productoras de Banano de Exportación.

Provincia	UPA	Superficie (Ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/Ha)
Nacional	15460	164084	6684915	40,74
Los Rios	1869	56155	2571356	45,79
Guayas	1729	45677	2098274	45,94
El Oro	2269	41169	1502098	36,49
Cañar	95	3495	170670	48,83
Cotopaxi	379	5224	108019	20,68
Santo Domingo de los Tsáchilas	186	2554	102677	40,20
Otras	8933	9810	131821	13,44

Nota1: El número de las UPA corresponde a una estimación del MAG con base en la superficie y el tamaño promedio de los productores, por rangos de superficie plantada/sembrada

Como podemos observar en la Tabla 1. el rendimiento en toneladas por hectárea en el país es más bajo que el ideal que es entre 50 y 54 toneladas por hectárea calculando 3000 cajas por hectárea / año por el peso de la caja normal de 40 libras (18,18Kg) que se comercializa en la mayoría de los destinos internacionales como lo es Unión Europea, Observatorio Estadístico de Banano (OEB).

Existen algunos factores determinantes para que los productores no alcancen al rendimiento promedio en el país los cuales son los factores abióticos y factores bióticos.

Este estudio se basa en un factor biótico muy importante que está presente en todos los cultivos y en el cultivo de banano se expresa muy marcado por los daños realizados en el cormo y en la raíz, la cual determina en una baja en el rendimiento por hectárea.

Los nematodos están presentes en la mayoría de los cultivos a nivel mundial, aunque solo una pequeña fracción resulta perjudicial: aproximadamente el 10 % representa especies dañinas, mientras que el resto cumple funciones benéficas en el suelo. En los cultivos de banano y plátano, se han identificado diversas especies parasitarias como *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus multincinctus* y *Radopholus similis*. Esta última es la más predominante, ya que puede constituir entre el 82 % y el 97 % de la población total presente en las raíces y el cormo, convirtiéndose así en el principal agente de daño en este tipo de plantaciones (Vargas et al., 2017).

Este nemátodo actúa como un endoparásito migratorio, ya que completa su ciclo vital en el interior de los tejidos del cormo y las raíces en un lapso aproximado de 20 a 25 días, bajo condiciones térmicas que oscilan entre los 24 y 32 °C, siendo las más favorables de 25 a 30 °C. Se trata además de un parásito obligado, pues requiere de tejidos vivos para mantenerse activo. Su ingreso ocurre mediante perforaciones que realiza en las paredes celulares de las raíces, desplazándose luego hacia el cormo, donde provoca necrosis, la descomposición de raíces y una notable disminución en la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes (Vargas et ál, 2017).

Los productores en Ecuador tradicionalmente han aplicado en su mayoría nematicidas químicos los cuales han dañado los suelos de producción, la rizosfera y la biota natural que se encuentran en las plantaciones productoras de banano. Algunos productores no aplican

nematicidas y llevan año tras año problemas en la disminución de la plantación, plantas volteadas en la época invernal, racimos pequeños, plantas con limitada masa radicular lo cual con lleva también a la baja producción y a la disminución de la calidad de los racimos cosechados por la falta del equilibrio nutricional que necesita la planta al limitar la absorción de estos por las raíces.

Cuando la cantidad de nematodos supera los niveles económicamente tolerables alrededor de 8 000 por cada 100 gramos de raíz, se recurre principalmente a tratamientos con nematicidas. Estos pueden aplicarse en forma granulada o mediante inyecciones en el tallo, permitiendo que el producto llegue al cormo y actúe desde el interior de la planta. De igual manera, una alternativa sostenible consiste en emplear agentes biológicos de control, entre los que destacan hongos como *Trichoderma*, *Paecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys cladode* y *Aspergillus niger*, así como bacterias benéficas tales como *Bacillus thuringiensis*, *Burkholderia cepacia* y *Pasteuria penetrans*, capaces de disminuir la proliferación del parásito de manera natural (CORBANA, 2009; Uva et ál, 2009).

Actualmente existe una diversidad de productos con efecto nematicida o nematiestático para el control de la población de nematodos fitopatógenos entre los cuales se encuentran los nematicidas químicos de nueva generación, los inductores de resistencia, compuestos de origen biológico, extractos naturales o aceites esenciales.

En la agricultura, se ha comprobado que distintos grupos químicos —entre ellos los ácidos, cetonas, sulfuros, alquilos y compuestos heterocíclicos poseen una notable capacidad para disminuir las poblaciones de nematodos (Cao et al., 2019). Sin embargo, mientras algunos productores de banano y plátano aplican productos nematicidas una o dos veces al

año como medida de control, otros optan por prescindir de los químicos y adoptar estrategias de manejo integrado, incorporando microorganismos beneficiosos mediante técnicas como la fertirrigación o el empapado del suelo (drench).

CAPÍTULO I: El Problema De La Investigación

1.1. Planteamiento Del Problema

A nivel mundial, los nematodos fitopatógenos representan una de las principales amenazas para la agricultura, ya que generan pérdidas significativas en la productividad de múltiples cultivos de importancia alimentaria y comercial. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura reporta que más del 10 % de las pérdidas agrícolas globales se atribuyen al daño ocasionado por nematodos parásitos, afectando severamente la seguridad alimentaria y el comercio agrícola internacional (FAO, 2021). En cultivos tropicales como banano, plátano estas afectaciones pueden comprometer la estabilidad económica de países cuya balanza comercial depende de la exportación frutícola. Según la Organización Mundial de la Salud Animal, cerca del 78 % de las hectáreas de cultivo de banano en zonas tropicales muestran algún nivel de infestación por nemátodos fitoparásitos, especialmente especies de los géneros *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* (OMSA, 2022).

En el contexto latinoamericano, la problemática se intensifica debido a las condiciones climáticas favorables para la reproducción de estos organismos. Países como Costa Rica, Colombia, Guatemala y Ecuador reportan pérdidas anuales que pueden superar el 20 % del rendimiento por hectárea, especialmente por la presencia de *Radopholus similis*, considerado el nematodo de mayor agresividad en plantaciones de banano (Torres-Martínez et al., 2020). La región enfrenta el desafío adicional de la alta dependencia económica del banano como producto de exportación, lo que convierte la infestación de nematodos en un problema no solo agrícola, sino también socioeconómico.

En Ecuador, principal exportador mundial de banano, la presencia de nematodos fitopatógenos es una limitante recurrente en la producción. Informes del Ministerio de Agricultura y Ganadería señalan que una parte significativa de las plantaciones del país

mantiene poblaciones superiores al umbral económico de daño, afectando directamente la masa radicular, la absorción de nutrientes y la estabilidad de las plantas durante la época invernal (MAG, 2023). Estudios recientes destacan que *Radopholus similis* puede conformar entre el 80 % y 95 % de las poblaciones presentes en raíces y cormos, generando pérdidas de hasta el 30 % del rendimiento anual (Vera-Morales et al., 2024).

En el cantón Milagro y Jujan, una de las zonas agrícolas más activas de la provincia del Guayas, los productores reportan problemas crecientes asociados al deterioro del sistema radicular del banano, caída de plantas, disminución del calibre del racimo y reducción en el peso por caja exportable. Estos efectos se vinculan directamente con altos niveles de infestación por nematodos y con el uso prolongado de nematicidas químicos que han deteriorado la biota del suelo, reduciendo la eficacia del manejo agrícola tradicional (Ríos, 2020). Esta situación ha impulsado la necesidad de evaluar alternativas de control químicas, biológicas y combinadas que permitan reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos sin comprometer la sostenibilidad del sistema productivo.

En este escenario, surge la necesidad de investigar la eficacia comparativa de diferentes tratamientos nematicidas y nemato estáticos, con el fin de determinar cuáles presentan mejores resultados en la reducción poblacional de nematodos, su residualidad y su impacto en la salud radicular del cultivo, permitiendo así en la zona de estudio.

1.2. Delimitación Del Problema

El presente estudio se delimita al análisis de la eficacia de seis tratamientos nematicidas entre químico, extractos, biológicos y de origen natural sobre la población de nematodos fitopatógenos presentes en plantaciones de banano (*Musa spp.*) en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan), durante el período agrícola 2025. La investigación se limita a evaluar la variación poblacional antes de la aplicación y a los 30 y 60 días posteriores,

considerando además parámetros agronómicos como masa radicular, porcentaje de raíces vivas y muertas.

1.3. Formulación Del Problema

¿Cuál de los tratamientos evaluados presenta mayor eficacia en la reducción de poblaciones de nematodos fitopatógenos en plantaciones de banano (*Musa spp*) del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) durante el período agrícola 2025?

1.4. Preguntas De Investigación

¿Qué tratamiento presenta el mayor efecto inmediato en la disminución de la población de nematodos fitoparásitos?

¿Qué producto muestra la mayor residualidad a los 30 y 60 días posteriores a su aplicación?

¿Qué especies de nematodos fitopatógenos se reducen en mayor proporción según cada tratamiento evaluado?

¿Cómo varían la masa radicular, el porcentaje de raíces vivas y muertas tras la aplicación de los tratamientos?

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar el tratamiento más eficaz en la reducción de la población de nematodos fitopatógenos *Radopholus similis* en el cultivo de banano (*Musa Spp*) hasta los 60 DDA.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Identificar qué producto comercial de los 5 propuestos tenga mejor efecto en la disminución de nematodos en el cultivo de banano realizando un muestreo antes y después de la aplicación de los tratamientos.
2. Identificar que producto comercial tiene mejor efecto residual en el tiempo en el control de nematodos en el cultivo de banano a los 30, 60 DDA.
3. Comparar que especie de nematodo tiene mayor disminución de su población con la aplicación de los productos comerciales propuestos.
4. Pesarse la masa radicular y determinar el porcentaje de raíces vivas y muertas por cada tratamiento.

1.6. Hipótesis

H_1 : Existe al menos un tratamiento entre los seis evaluados que reduce significativamente la población de nematodos fitopatógenos en el cultivo de banano (*Musa spp.*) en comparación con los demás métodos.

H_0 : No existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en la reducción de la población de nematodos fitopatógenos.

1.7. Justificación

El cultivo de banano es un pilar fundamental para la economía ecuatoriana, representando uno de los productos agrícolas de mayor valor en exportaciones no petroleras. No obstante, la presencia de nematodos fitopatógenos continúa siendo una limitante técnica que compromete la rentabilidad y sostenibilidad del sector. La infestación por *Radopholus*

similis, *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. ocasiona daños severos en el sistema radicular, afectando la absorción de nutrientes, la estabilidad de la planta y la calidad del racimo.

La pertinencia de este estudio radica en la necesidad urgente de fortalecer el manejo fitosanitario del cultivo de banano en Ecuador, considerando que el país depende ampliamente de este producto como motor económico y como eje estratégico de su matriz exportadora. La presencia elevada de nematodos fitopatógenos especialmente *Radopholus similis* y *Pratylenchus* spp. continúa generando pérdidas significativas en rendimiento, calidad del racimo y longevidad de la plantación, afectando a pequeños, medianos y grandes productores.

En este contexto, investigar la eficacia comparativa de tratamientos químicos, biológicos y de origen natural constituye un aporte académico y técnico que responde a las demandas actuales del sector agrícola por soluciones sostenibles, eficientes y menos dependientes de nematicidas convencionales. Asimismo, la investigación contribuye a mejorar la toma de decisiones en el manejo integrado de nematodos, alineándose con las prioridades productivas, ambientales y económicas del país.

La realización de este estudio es factible debido a la disponibilidad de infraestructura agrícola, acceso a parcelas experimentales en el cantón Jujan y la existencia de laboratorios equipados para el análisis nematológico mediante técnicas estandarizadas como el método Baermann y el tamizado. Además, los tratamientos seleccionados se encuentran disponibles en el mercado nacional, lo que garantiza la continuidad del proceso experimental. La participación de productores locales y el acompañamiento técnico académico proporcionan las condiciones logísticas necesarias para el desarrollo de las actividades de campo. Asimismo, los recursos

humanos capacitados y el cronograma de actividades diseñado permiten ejecutar el estudio dentro del tiempo previsto, asegurando la obtención y análisis de datos confiables para responder a los objetivos de la investigación.

La evaluación de distintos tratamientos nematocidas y alternativas biológicas se vuelve necesaria, dado que el uso indiscriminado de productos químicos ha generado resistencia en los nematodos, impacto ambiental y deterioro de la biota del suelo (Quintero-Vargas & Castaño-Zapata, 2023). Por ello, este estudio aporta evidencia científica que permitirá orientar decisiones de manejo integrado y promover estrategias sostenibles en la producción bananera de Milagro.

Además, los resultados beneficiarán directamente a productores, técnicos agrícolas y entidades relacionadas con el manejo del cultivo, ofreciendo alternativas basadas en investigación científica reciente (Ríos, 2020).

1.8. Declaración De Las Variables (Operacionalización)

Variable independiente:

Tipo de tratamiento aplicado (químico, biológico, natural, inductores).

Indicadores: concentración, modo de acción, frecuencia de aplicación.

Variable dependiente:

Población de nematodos fitopatógenos y parámetros fisiológicos del cultivo.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Tipo de tratamiento nematocida	Conjunto de productos químicos, biológicos o naturales utilizados para controlar nematodos fitopatógenos en cultivos agrícolas, mediante mecanismos de acción nematocida, nematoestático o inductores de resistencia (Vera-Morales et al., 2024).	Se aplican seis tratamientos distintos (químicos, biológicos e inductores) en parcelas experimentales, registrando su efecto a los 0, 30 y 60 días posteriores.	Composición y tipo de tratamiento	Tipo de producto	- Observación estructurada en campo	- Ficha de observación
			Modo de acción	Dosis aplicada	- Registro experimental en parcelas	- Formato de registro de aplicación
			Residualidad	Frecuencia de aplicación	- Aplicación controlada del tratamiento	- Jeringa aplicadora
				Persistencia temporal		- Recipientes dosificadores
Variable Dependiente Población de nematodos y condición radicular del banano	Conjunto de parásitos del banano que afectan raíces y generan pérdidas productivas y deterioro fisiológico de la	Se cuantifica la población de nematodos antes y después de los tratamientos mediante análisis nematológico, y se evalúan parámetros fisiológicos del	Población nematológica	Número de nematodos/100 g de raíz	- Muestreo nematológico de raíces	- Microscopio
			Condición radicular	Reducción porcentual por especie	- Análisis de laboratorio (método Baermann y tamizado)	- Tamices nematológicos
			Desarrollo vegetativo	Masa radicular (g)	- Medición biométrica de la planta	- Cámara de Baermann

	planta (Quintero- Vargas & Castaño- Zapata, 2023).	sistema radicular y del pseudotallo.		% raices vivas/muertas		- Balanza digital
						- Vernier

CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial

2.1. Antecedentes Referenciales

En el estudio presentado en el Manual de Nematología Agrícola (2020), elaborado en España, se expone que los nematodos fitoparásitos representan una de las causas más importantes de pérdidas económicas en cultivos tropicales, debido a su capacidad de provocar lesiones en raíces, disminuir la absorción de nutrientes y facilitar la entrada de patógenos secundarios. El documento describe detalladamente el ciclo biológico de especies como *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus*, destacando que los juveniles J2 son los principales estadios infectivos y que las agallas y necrosis radiculares constituyen los síntomas primarios en banano. La obra enfatiza que, cuando las poblaciones superan el umbral económico de daño, las plantas muestran clorosis, retraso en el crecimiento y reducción del rendimiento, concluyendo que el manejo oportuno mediante diagnósticos especializados es fundamental para evitar deterioros severos en plantaciones comerciales (Manual de Nematología Agrícola, 2020).

En la investigación desarrollada por García, López y Herrera (2019), titulada Aplicación agrícola de *Trichoderma* en sistemas de producción tropicales y realizada en México, los autores analizaron la eficacia de varias cepas de *Trichoderma* spp. en el manejo de nematodos fitoparásitos bajo condiciones de campo. El estudio, basado en ensayos experimentales con diseños completamente aleatorizados, demostró que este hongo promotor de crecimiento reduce poblaciones de *Meloidogyne* spp. mediante la liberación de enzimas líticas y metabolitos antifúngicos que afectan la viabilidad de los huevos y la movilidad de los juveniles. Los autores explican que *Trichoderma* mejora la rizosfera al competir por espacio y nutrientes, promoviendo raíces más vigorosas y menor incidencia de daño radicular. Concluyen que, integrado a prácticas agronómicas, este hongo puede convertirse en una alternativa viable y sostenible para el manejo de nematodos en cultivos de importancia económica como el banano (García et al., 2019).

En la investigación titulada Compuestos bioactivos de bacterias y hongos en el control de nematodos fitopatógenos (Martínez, Rojas & Pacheco, 2021), realizada en Colombia, se estudiaron metabolitos secundarios producidos por microorganismos antagonistas, entre ellos *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Trichoderma* spp. y *Purpureocillium lilacinum*. El estudio empleó métodos de cromatografía, bioensayos in vitro y microtomía para determinar la acción de lipopeptinas, proteasas, quitinasas y compuestos volátiles sobre nematodos como *Meloidogyne incognita*. Los autores evidenciaron que ciertos metabolitos inhiben la eclosión de huevos, reducen la movilidad de los juveniles e interfieren en el estilete infectivo, lo que disminuye la capacidad de penetración en las raíces del hospedero. El documento concluye que los compuestos bioactivos representan una fuente prometedora para formular tratamientos biológicos que disminuyan la dependencia de nematicidas químicos y favorezcan sistemas agrícolas más sostenibles (Martínez et al., 2021).

En el estudio *Bacillus* y *Trichoderma* en la agricultura (Santos & Villacís, 2020), desarrollado en Ecuador, se evaluó la efectividad de estos microorganismos en cultivos tropicales, incluyendo el banano, mediante ensayos de laboratorio y de campo. Los autores explican que *Bacillus* spp. actúa por colonización de la rizosfera y producción de compuestos nematicidas, mientras que *Trichoderma* spp. complementa el control mediante micoparasitismo y antibiosis. Los resultados mostraron reducciones significativas de poblaciones de *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp., además de un notable incremento en la biomasa radicular y la resistencia de las plantas frente al estrés biótico. El estudio concluye que la combinación de cepas de *Bacillus* y *Trichoderma* puede ser una estrategia eficaz dentro del manejo integrado de nematodos fitoparásitos en banano, especialmente en sistemas con alta presión nematológica (Santos & Villacís, 2020).

2.2. Marco Conceptual

Bacillus spp

Bacillus spp. es una bacteria del suelo con capacidad para producir compuestos bioactivos que afectan la movilidad y viabilidad de nematodos, además de promover el crecimiento radicular mediante la colonización de la rizosfera (Martínez, 2021).

Compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos son sustancias químicas producidas por microorganismos como bacterias y hongos que ejercen efectos específicos sobre otros organismos, incluyendo acción nematicida, inhibición de la eclosión de huevos o paralización de juveniles (Martínez, 2021).

Control biológico

El control biológico es el uso de organismos benéficos capaces de regular poblaciones de plagas a través de mecanismos naturales como micoparasitismo, competencia o producción de metabolitos activos (García, 2019).

Control químico

El control químico es el método de manejo basado en la aplicación de sustancias nematicidas que actúan por contacto o ingestión para reducir poblaciones de nematodos en el suelo, logrando efectos inmediatos, aunque con posibles riesgos ambientales si se emplean en exceso (Santos & Villacís, 2020).

Daño nematológico

El daño nematológico es la afectación fisiológica y estructural del sistema radicular provocada por nematodos, que limita la absorción de nutrientes, debilita a la planta y reduce el rendimiento agrícola (Martínez, 2021).

Manejo integrado de nematodos

El manejo integrado de nematodos es la estrategia que combina prácticas culturales, controles biológicos, monitoreo continuo y productos selectivos para mantener las poblaciones por debajo del umbral económico de daño (Santos & Villacís, 2020).

Meloidogyne spp

Meloidogyne spp. es un género de nematodos formadores de agallas que induce deformaciones en las raíces mediante hipertrofia celular, afectando la absorción de nutrientes y debilitando el desarrollo fisiológico de las plantas hospedantes (Martínez, 2021).

Nematodo fitoparásito

Un nematodo fitoparásito es un organismo microscópico del phylum *Nematoda* que se alimenta de tejidos vegetales mediante un estilete perforador, causando daños directos en raíces como necrosis, agallas o lesiones que reducen el vigor de la planta y su capacidad de crecimiento (Martínez, 2021).

Pratylenchus spp

Pratylenchus spp. es un nematodo lesionador endoparásito migratorio que penetra y recorre los tejidos radiculares, generando necrosis internas, oscurecimiento cortical y reducción del sistema radicular funcional (Manual de Nematología Agrícola, 2020).

Producto químico

Un producto químico es una sustancia formulada mediante procesos industriales o sintéticos diseñada para cumplir una función específica, en este caso la inhibición, reducción o eliminación de organismos plaga en el sistema agrícola (Santos & Villacís, 2020).

Radopholus similis

Radopholus similis es un nematodo fitoparásito altamente agresivo que destruye progresivamente la corteza radicular, originando daños severos como el síndrome de punta negra en cultivos como el banano (Manual de Nematología Agrícola, 2020).

Trichoderma spp

Trichoderma spp. es un hongo benéfico del suelo que actúa como agente de biocontrol mediante la producción de enzimas líticas, metabolitos antifúngicos y competencia rizosférica, contribuyendo a la sanidad radicular y a la reducción de organismos fitoparásitos (García, 2019).

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Nematodos Fitoparásitos

Los nematodos fitoparásitos son organismos del phylum *Nematoda* que parasitan tejidos vegetales, empleando un estilete para succionar el contenido celular y provocar alteraciones morfológicas y fisiológicas en las raíces del hospedero. El *Manual de Nematología Agrícola* describe su ciclo biológico (huevo → J1 → J2 → J3 → J4 → adulto) y señala que el estadio J2 constituye el principal agente infectivo en la mayoría de las especies

relevantes para cultivos tropicales (Manual de Nematología Agrícola, 2020). Estas interacciones resultan en síntomas radiculares específicos (agallas, necrosis, lesiones corticales) y en efectos sistémicos que incluyen disminución del vigor, clorosis y reducción de rendimiento (Manual de Nematología Agrícola, 2020).

Además de las descripciones morfológicas y de ciclo, la investigación moderna incorpora enfoques moleculares y bioquímicos para entender la patogenicidad y las respuestas del hospedero frente a nematodos, lo que ha permitido identificar efectores nematodales y rutas metabólicas alteradas en el hospedero durante la parasitosis. Estas aproximaciones han ampliado la comprensión de la interacción nematodo–planta y son base para estrategias de manejo basadas en resistencia y en biorracionales (Gupta, 2023).

2.3.2. Géneros De Nematodos Fitoparásitos

En cultivos tropicales y, de forma particular, en banano, los géneros de mayor incidencia son *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus* (Martínez et al., 2021; Manual de Nematología Agrícola, 2020). Los nematodos sedentarios (*Meloidogyne*) establecen sitios de alimentación permanentes en la raíz mediante la inducción de células especiales; los migratorios (*Pratylenchus*, *Radopholus*) se desplazan dentro del tejido radicular causando necrosis progresiva; y otros géneros actúan como semiendoparásitos o ectoparásitos según la especie, lo que determina las estrategias de diagnóstico y control (Martínez et al., 2021; Manual de Nematología Agrícola, 2020).

Estudios recientes de monitoreo y caracterización muestran que la composición de géneros en parcelas bananeras puede variar según prácticas culturales y condiciones edáficas, por lo que la identificación precisa hasta nivel de especie es crucial para la toma de

decisiones de manejo (Luquini et al., 2019).

2.3.3. Nematodos De Importancia Económica Asociados Al Cultivo De Banano

En el cultivo de banano, ciertas especies tienen alta relevancia económica por la severidad de los daños que ocasionan y la dificultad para su erradicación:

Radopholus similis. Es responsable del síndrome conocido como “punta negra” y ocasiona una destrucción extensiva de la corteza radicular, debilitamiento del pseudotallo y riesgo de volcamiento de plantas; su control exige intervenciones integradas debido a su agresividad (Manual de Nematología Agrícola, 2020; Tankam-Chedjou, 2020).

Pratylenchus spp. (nematodos lesionadores) provocan necrosis internas del tejido radicular y predisponen a infecciones secundarias por hongos como *Fusarium*, con efectos negativos sobre la absorción y vigor de la planta (Manual de Nematología Agrícola, 2020).

Meloidogyne spp. (nematodos agalladores) inducen la formación de agallas y alteran la arquitectura radicular, disminuyendo la eficiencia de captación de agua y nutrientes; son relevantes en cultivos donde la susceptibilidad varietal es alta (Martínez et al., 2021; Luquini et al., 2019).

Estos patógenos, de diversa biología y ciclo, exigen protocolos de muestreo y diagnóstico específicos tanto en vivero como en campo y justifican la evaluación comparativa de tratamientos (químicos, biológicos y combinados) para su manejo efectivo (Plant Protection Journal; JPPR 2024)

2.3.4. Daños Que Causan Los Nematodos Fitoparásitos Al Sistema Radicular En El Cultivo De Banano

Los nematodos dañan el sistema radicular por acción mecánica y por la liberación de sustancias que alteran la fisiología de las células hospedadoras. La ingestión y movimiento de nematodos provoca destrucción de tejido cortical, formación de agallas, y pérdida de integridad de las raíces, lo que reduce la superficie absorbente y la capacidad de translocación de agua y nutrientes (Manual de Nematología Agrícola, 2020). Esta reducción funcional se traduce en menor tasa fotosintética, menor masa radicular y reducción del rendimiento y calidad del fruto (Martínez et al., 2021).

Adicionalmente, las lesiones radiculares actúan como puertas de entrada para patógenos secundarios (hongos y bacterias), potenciando enfermedades complejas como la sigatoka y las pudriciones de corona y rizoma. Estudios integrados muestran que la co-infección nematodo–hongo puede multiplicar los daños y complicar las medidas de control (Martínez et al., 2021).

En banano, el daño radicular se refleja en plantas con pseudotallos débiles, menor emisión de hijuelos, acortamiento del ciclo productivo y mayor susceptibilidad al volcamiento durante condiciones climáticas adversas.

2.3.5. Incidencia De Nematodos Según Condiciones Edafoclimáticas

La incidencia y severidad de poblaciones nematológicas dependen de variables edáficas y climáticas: textura del suelo, contenido de materia orgánica, temperatura, humedad y manejo cultural. Suelos arenosos y temperaturas cálidas favorecen la movilidad y el desarrollo rápido de generaciones de nematodos, mientras que suelos con mayor materia

orgánica y diversidad microbiana suelen mostrar menor presión de plagas por efecto de antagonistas naturales (Manual de Nematología Agrícola, 2020; Luquini et al., 2019).

Modelos de dinámica poblacional de *Radopholus similis* han demostrado que condiciones climáticas constantes y sistemas de monocultivo incrementan la tasa reproductiva y el riesgo de daños severos, lo que hace imprescindible incorporar variables edáficas en la planificación de estrategias de control (Tankam-Chedjou, 2020).

2.4. Banano (*Musa spp.*)

2.4.1. Origen, Taxonomía Y Clasificación Botánica Del Banano

El banano (*Musa spp.*) es una planta herbácea perenne originaria del sudeste asiático, específicamente de regiones que hoy corresponden a Malasia, Indonesia y Filipinas. Estudios filogenéticos recientes han confirmado esta área como centro de diversidad para el género *Musa* (Frontiers, 2021). Botánicamente, pertenece a la familia Musaceae, dentro del género *Musa*, sección *Musa* (Clade I). Según estudios moleculares, muchas de las variedades cultivadas derivan de hibridaciones entre *Musa acuminata* (“genoma A”) y *Musa balbisiana* (“genoma B”), lo cual ha dado lugar a combinaciones genómicas como AA, AB, AAA, AAB, ABB, entre otras (Molecular Horticulture, 2024).

Las plantas cultivadas son en su mayoría triploides (por ejemplo, AAA, AAB, ABB), lo que explica su esterilidad y partenocarpia (los frutos no tienen semillas). Este sistema de clasificación genómica usando letras “A” y “B” para indicar la contribución de cada especie progenitora es ampliamente aceptado en la taxonomía moderna del banano (Molecular Horticulture, 2024; IT-FNet, 2016).

Desde el punto de vista genómico, estudios genómicos recientes han revelado que el genoma de *M. balbisiana* ha experimentado procesos de divergencia funcional respecto al de *M. acuminata*. Por ejemplo, se han documentado frecuentes intercambios homólogos (“homoeologous exchanges”) entre los subgenomas A y B en híbridos alopoliploides, lo que ha contribuido a la expresión diferencial de genes relacionados con el metabolismo del almidón y la biosíntesis de etileno (PubMed, 2020; PubMed, 2023).

Además, investigaciones sobre la diversidad genética de *M. balbisiana* en su área natural (noreste de la India, sur de China y Vietnam) han identificado importantes brechas de conservación, lo que sugiere que la variabilidad silvestre es crucial para programas de mejoramiento genético de cultivares modernos (Genetic Resources and Crop Evolution, 2022).

2.4.2. Importancia Económica Del Banano

El banano es uno de los productos agrícolas más relevantes a nivel mundial, tanto por su volumen de producción como por su valor en exportaciones. Este cultivo representa una fuente estratégica de ingresos para numerosos países tropicales y tiene múltiples impactos económicos, sociales y comerciales.

Ecuador, como principal exportador, destinó gran parte de su producción a mercados internacionales, alcanzando aproximadamente 3,5 mil millones de USD en exportaciones durante 2021 (FAO & OCDE, 2022). Asimismo, se estima que el banano representa alrededor del 17 % del PIB agrícola ecuatoriano y cerca del 39 % de los ingresos por exportaciones agrícolas (FAO & OCDE, 2022). Colombia también ha consolidado su presencia en mercados clave como Estados Unidos, con ventas anuales que superan los 150 millones de USD (Ministerio de Agricultura, 2023).

El sector bananero es un importante generador de empleo rural, involucrando a pequeños productores, trabajadores familiares y personal permanente en plantaciones medianas y grandes (Promusa, 2020). Las fincas de pequeña escala (“smallholder”) permiten que las comunidades rurales tengan acceso a ingresos estables y al sustento familiar (García et al., 2021). Además, la industria se integra en cadenas logísticas que incluyen transporte, empaques y puertos, generando efectos multiplicadores en la economía regional (Sánchez et al., 2022).

Aunque sigue siendo un cultivo estratégico, la competitividad del banano se enfrenta a desafíos de mercado y sostenibilidad. La presión de precios en supermercados internacionales y la variabilidad climática pueden afectar la estabilidad de ingresos de los productores, especialmente los pequeños (Ramírez & Torres, 2023). La huella ambiental del cultivo también ha sido evaluada, identificando puntos críticos en el uso de agua y fertilizantes, lo que tiene implicaciones económicas y reputacionales (López et al., 2023).

La importancia económica del banano radica no solo en su aporte al PIB y generación de divisas, sino también en su capacidad de sostener comunidades rurales y participar en cadenas de valor internacionales, aunque enfrenta desafíos de sostenibilidad y mercado.

2.4.3. Morfología Y Estructura De La Planta De Banano

La planta de banano presenta características morfológicas particulares que favorecen su productividad y adaptación:

Mata Y Rizoma (Cormo). El banano forma una “mata” compuesta por la planta madre, hijuelos y rizoma subterráneo, que constituye el tallo verdadero desde donde emergen raíces y brotes (Promusa, 2020). El rizoma permite la propagación clonal de la especie y es fundamental para la producción sostenida de nuevas plantas (Cedeño, 2018).

Pseudotallo. Lo que se percibe como tronco es un pseudotallo formado por vainas foliares superpuestas que sostienen hojas y la inflorescencia (Promusa, 2020). Aunque blando, el pseudotallo puede soportar racimos de gran peso, llegando hasta 50 kg en ciertas variedades (García et al., 2021).

Sistema Radicular. El sistema de raíces es adventicio y altamente eficiente en la absorción de agua y nutrientes, especialmente potasio, vital para el crecimiento y la producción de frutos (Ramírez & Torres, 2023).

Hojas. Las hojas emergen enrolladas y luego se expanden hasta alcanzar longitudes de más de 2 metros, optimizando la fotosíntesis (Cedeño, 2018; López et al., 2023). Cada hoja tiene una vaina basal, un pecíolo y la lámina foliar (Promusa, 2020).

Inflorescencia Y Racimo. La inflorescencia, llamada “corazón”, se desarrolla dentro del pseudotallo y da origen al pedúnculo que sostiene el racimo. Los racimos se organizan en manos y dedos, que son las unidades comerciales del cultivo (Cedeño, 2018; García et al., 2021).

Importancia estructural adicional. La fibra del pseudotallo tiene aplicaciones industriales potenciales, y la organización vegetativa de la planta es clave para la propagación clonal y el mejoramiento genético (Sánchez et al., 2022).

2.4.4. Sistema Radicular Del Banano

El sistema radicular del banano es muy fibroso y adventicio, compuesto por raíces que emergen principalmente del rizoma y no de un eje principal, lo que permite una gran plasticidad vegetativa. Estudios recientes muestran que la masa radical puede incrementarse significativamente mediante enraizadores, lo que sugiere que este sistema es relativamente dinámico y sensible al manejo agronómico (Rea Reyes, 2020).

Estas raíces adventicias, aunque no profundizan mucho, realizan gran parte de la absorción de agua y nutrientes; sin embargo, su naturaleza superficial las hace especialmente vulnerables a nematodos. Según análisis de nematología, cuando este sistema radicular es dañado por fitoparásitos como *Radopholus similis*, *Meloidogyne* spp. o *Helicotylenchus* spp., se reduce la absorción y se debilita el anclaje de la planta, aumentando el riesgo de volcamiento (Daneel & Mbatyoti, 2024).

Además, investigaciones en Ecuador han demostrado que la densidad de nematodos en las raíces no siempre disminuye con prácticas de trinchado: por ejemplo, en un estudio de trinchado de raíces del banano no se encontró una reducción significativa en la población de nematodos, lo que evidencia lo delicada que es la recuperación radicular tras el daño (Cando Tuárez, Olaya Castro, & García Vásquez, 2023).

Tabla 3. Densidad poblacional de nemátodos en raíces de banano

Especie de nematodo	Densidad típica / concentración reportada
<i>Radopholus similis</i>	~ 10.000–15.000 nemátodos / 100 g de raíz (tras inoculación)
<i>Helicotylenchus</i> spp.	Reportado en suelos y raíces en fincas de Ecuador

Finalmente, el uso de fuentes orgánicas de carbono (como humus de lombriz) ha mostrado mejorar la salud del sistema radicular, aumentando la masa de raíces vivas y reduciendo la fracción dañada, lo que confiere una mayor resistencia al ataque de nematodos (Sánchez Benalcázar, Agurto Paladínez, & Quevedo Guerrero, 2024).

2.4.5. Condiciones Edafoclimáticas Requeridas Para El Cultivo De Banano

Para crecer de manera óptima, el banano demanda un clima cálido tropical con temperaturas medias entre 26 y 30 °C, humedad elevada y precipitaciones que idealmente superan los 2 000 mm al año. Estas condiciones no solamente favorecen el crecimiento vegetativo, sino que, por su naturaleza, también incrementan la presión de plagas del suelo, especialmente nematodos, que prosperan en un ambiente húmedo y cálido (Daneel & Mbatyoti, 2024).

En cuanto al suelo, se requiere una textura franca, bien drenada y rica en materia orgánica, lo cual sostiene un buen desarrollo radicular. Suelos compactados, pobres en materia orgánica o con escasa actividad biológica han sido correlacionados con mayores poblaciones de nematodos: por ejemplo, estudios en plantaciones ecuatorianas han mostrado que la compactación reduce la estructura radicular y favorece la reproducción de parásitos radiculares (Araya-Vargas, Serrano-Elizondo & Calvo, 2023).

Además, condiciones edáficas subóptimas (como baja materia orgánica) pueden disminuir los microorganismos benéficos del suelo, debilitando las defensas naturales de las raíces frente a nematodos (Araya-Vargas et al., 2023). Por otro lado, el monocultivo continuo y temperaturas elevadas aceleran los ciclos reproductivos de nematodos, incrementando su presión sobre las raíces (Salazar Zhunio, 2024).

2.4.6. Manejo Agronómico Del Cultivo De Banano

El manejo agronómico del banano es complejo y debe incluir estrategias para mantener la salud del suelo y del sistema radicular:

Preparación del suelo y fertilización. Incorporar materia orgánica (por ejemplo, humus o compost) es fundamental. No solo mejora la estructura física del suelo, sino que también promueve un aumento de la masa radicular funcional, lo que mejora la resistencia al ataque de nematodos (Sánchez Benalcázar et al., 2024).

Deshoje y deshije. Estas prácticas ayudan a mejorar la ventilación y reducir estrés, lo que indirectamente puede reducir la vulnerabilidad de la planta a patógenos radiculares.

Control de plagas y enfermedades. El uso de controles biológicos, extractos naturales (como neem o aceite de ricino) ha demostrado ser eficaz contra poblaciones de nematodos en banano, contribuyendo a una producción más sostenible (Salazar Zhunio, 2024).

Manejo del riego. Es esencial mantener un buen drenaje para evitar anegamientos, ya que el exceso de agua favorece el desarrollo de nematodos y debilita las raíces.

Coberturas vegetales y rotación. Estas prácticas mejoran la biodiversidad del suelo, promueven organismos beneficiosos y pueden disminuir la presión nematológica a mediano plazo.

Según estudios locales, la combinación de enraizadores, materia orgánica y manejo integrado de nematodos ha logrado mantener la masa radicular y reducir poblaciones de parásitos, lo que resulta en plantas más vigorosas (Rea Reyes, 2020; Muñoz García, Sánchez Urdaneta, & Rea Reyes, 2024).

2.4.7. Susceptibilidad Del Banano Al Ataque De Nematodos

La susceptibilidad del banano a nematodos se debe principalmente a su sistema radicular superficial, su elevado contenido de humedad y su condición de hospedero ideal para especies migratorias y sedentarias. Martínez et al. (2021) explican que raíces jóvenes y activas son más susceptibles a la penetración del estilete, especialmente frente a *Meloidogyne*

spp., *Pratylenchus spp.* y *Radopholus similis*, los cuales encuentran condiciones favorables para su reproducción en suelos tropicales con monocultivos permanentes.

Su sistema radicular superficial y fibroso facilita el acceso de nematodos fitoparásitos como *Radopholus similis*, *Meloidogyne spp.* y *Helicotylenchus multicinctus*, los cuales pueden penetrar con facilidad en raíces jóvenes y activas (Daneel & Mbatyoti, 2024).

En monocultivos continuos de banano, sin rotación, las poblaciones de nematodos pueden acumularse con cada ciclo de producción, elevando su densidad poblacional y el daño potencial (Cando Tuárez et al., 2023).

Estudios de campo han confirmado que los injertos radiculares tratados con enraizadores pueden modificar la susceptibilidad al nematodo: por ejemplo, el uso de productos como Wuxal Ascofol y Root Track mostró efectos diferenciales sobre poblaciones de nematodos lesionadores (Rea Reyes, 2020).

Además, extractos naturales (neem, aceite de ricino o lixiviado de espádice de banano) han sido evaluados recientemente como estrategias para reducir poblaciones de nematodos en la raíz, con resultados prometedores en fincas convencionales (Salazar Zhunio, 2024).

Además, la continuidad del cultivo sin rotación favorece la acumulación de poblaciones nematológicas, aumentando el potencial de daño con cada ciclo productivo.

2.4.8. Impacto Del Daño Nematológico En La Productividad Del Banano

El ataque de nematodos al sistema radicular del banano tiene consecuencias muy graves para la fisiología, rendimiento y viabilidad del cultivo:

Las raíces dañadas pierden capacidad para absorber agua y nutrientes, lo que reduce la vigorosidad de la planta, provoca clorosis, disminuye el crecimiento y afecta negativamente el llenado del racimo (Daneel & Mbatyoti, 2024).

El debilitamiento del sistema radicular también disminuye la estabilidad estructural: cuando los nematodos afectan seriamente la raíz, el pseudotallo se vuelve más propenso a volcarse ante vientos o lluvias intensas, lo que causa pérdidas directas (Rea Reyes, 2020).

Además, la disminución del volumen radicular reduce el número y tamaño de los dedos en cada mano, aunque también puede comprometer la calidad poscosecha, afectando la vida útil del racimo.

En términos económicos, el daño causado por nematodos puede reducir el rendimiento entre un 30 % y 60 % en plantaciones mal manejadas, lo cual subraya la necesidad de un control efectivo (Daneel & Mbatyoti, 2024).

Tabla 4. Pérdidas en rendimiento de banano asociadas a nemátodos y eficacia de control.

Tipo de daño / intervención	Pérdida de rendimiento / mejora con control
Daño por <i>R. similis</i> sin control	Hasta 100 % en condiciones severas (raíces muy afectadas)
Control biológico con <i>Bacillus spp</i>	Reducción de densidad nematodal y mejora en altura de planta y número de hojas
Uso de enraizadores (ej. Raiza)	Incremento de masa radical + reducción de población de <i>R. similis</i>

Capítulo III: Diseño Metodológico

El tipo de la investigación fue exploratorio y explicativo. La investigación se realizó con un diseño de campo y experimental de bloques completos al Azar (DBCA), estructura seleccionada para minimizar la variabilidad edáfica del sitio del ensayo, donde se instaló 5 tratamientos y un testigo absoluto con tres repeticiones (bloques) respectivamente, totalizando 18 unidades experimentales.

La correcta identificación de los nematodos en suelo requiere de una muestra representativa del lote de producción, la cual se obtuvo del lugar preciso donde se ubican estos organismos. Para esto, es necesario tomar en cuenta la fisiología del cultivo y biología del parásito (Gauna, 2013).

Para realizar la recolección de raíces se tomó al azar 5 plantas hijos de entre 150 cm a 200 cm de altura, independientemente de la edad del racimo y de donde se obtendrá las raíces de dichas plantas realizando un excavado con palín con las medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad. Esta labor se realiza antes de la aplicación de los diferentes tratamientos.

Se aplicó a 100 plantas los diferentes tratamientos una sola vez. La aplicación fue realizada con personal contratado (4 personas) con bomba de fumigación de mochila manual en el área de fertilización, esto es en media luna frente al hijo. Para recolección de muestras de raíces para los días posteriores se realizó a los 30 días (30 DDA) y a los 60 días (60 DDA) a los 6 tratamientos propuestos.

3.1. Tipo De Investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con predominio cuantitativo, debido a que se fundamenta en la medición y análisis estadístico de las poblaciones de nematodos fitopatógenos presentes en el cultivo de banano (*Musa spp.*) antes y después de la aplicación de nematicidas comerciales. Este enfoque permitió evaluar objetivamente la eficacia de los tratamientos mediante la cuantificación de la densidad poblacional de *Radopholus similis* y otros nematodos asociados.

El componente cualitativo se incorporó a través de la observación del estado del sistema radical y la respuesta del cultivo frente a los tratamientos aplicados, lo que permitió complementar la interpretación de los resultados obtenidos.

Por su alcance, la investigación fue de tipo exploratoria y explicativa, ya que permitió analizar el comportamiento de los nematicidas comerciales bajo condiciones de campo y explicar la relación causa–efecto entre la aplicación de los tratamientos y la reducción de las poblaciones de nematodos. El estudio se ejecutó mediante un diseño experimental de campo, orientado a la comparación controlada de los tratamientos.

3.1.1. Diseño Experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), seleccionado para minimizar la variabilidad edáfica del área experimental. Se establecieron cinco tratamientos correspondientes a nematicidas comerciales y un testigo absoluto, con tres repeticiones por tratamiento, totalizando 18 unidades experimentales.

Cada unidad experimental estuvo conformada por plantas de banano (*Musa spp.*), a las cuales se aplicaron los tratamientos una sola vez, siguiendo las recomendaciones técnicas de uso de cada producto.

3.2. La Población Y La Muestra

El ensayo experimental se realizó a cabo en la hacienda Comarga perteneciente a la Compañía Agrícola Margara, en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan), provincia del Guayas, propiedad del ing. Marco Pineda, con una altitud de 44 m.s.n.m., con un clima tropical de 25 °C en promedio, entre los meses de octubre a diciembre del año 2025 en la época seca o verano en el litoral ecuatoriano, las coordenadas geográficas son, Troncal de la Costa 2CR5 + W4 Tres Postes.

La población estuvo constituida por todas las plantas de banano (*Musa spp.*) establecidas en el lote productivo destinado al ensayo experimental, caracterizadas por un manejo agronómico convencional y presencia natural de nematodos fitopatógenos, principalmente *Radopholus similis*. La población se delimitó espacialmente al área específica del cultivo donde se implementó el diseño experimental, excluyendo las áreas colindantes no intervenidas.

La muestra fue de tipo probabilística, seleccionada mediante muestreo aleatorio, con el propósito de garantizar la representatividad de la población. Para ello, se eligieron plantas hijas con alturas comprendidas entre 150 y 200 cm, independientemente de la edad del racimo, ya que estas presentan un sistema radical activo y susceptible a la infestación por nematodos.

El proceso de selección de la muestra consistió en la identificación previa del área experimental, seguida de la selección aleatoria de las plantas que conformaron las unidades experimentales dentro de cada bloque del diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), asegurando homogeneidad en las condiciones del cultivo y reduciendo posibles sesgos en la evaluación de los tratamientos.

3.3. Los Métodos Y Las Técnicas

La investigación se desarrolló mediante el método experimental, ya que se evaluó el efecto de diferentes nematicidas comerciales sobre la población de nematodos fitopatógenos en el cultivo de banano (*Musa spp.*), bajo condiciones controladas de campo. Este método permitió establecer relaciones de causa–efecto entre la aplicación de los tratamientos y la reducción de las poblaciones de nematodos.

Asimismo, se empleó el método analítico–comparativo, que permitió comparar los resultados obtenidos entre los diferentes tratamientos y el testigo absoluto, así como analizar el comportamiento de las poblaciones de nematodos a los 30 y 60 días después de la aplicación (DDA).

3.3.1. Técnicas De Muestreo Y Análisis

Las muestras de suelo y raíces fueron recolectadas siguiendo criterios técnicos que aseguran su representatividad respecto al problema fitopatológico observado en el cultivo. Considerando que los nematodos se concentran principalmente en la zona radical, el muestreo se realizó hasta la profundidad donde se localiza la mayor parte de las raíces activas del cultivo.

Debido a que la distribución de los nematodos en el suelo es heterogénea y depende de factores como la humedad, los procedimientos de muestreo se orientaron a obtener muestras representativas, tal como lo indican Davis et al. (2013).

Durante el análisis de laboratorio, los nematodos fueron extraídos, identificados y cuantificados a partir de las muestras de suelo y raíces, empleando técnicas estandarizadas de observación microscópica, con apoyo de un microscopio óptico, de acuerdo con lo descrito por Talavera (2003).

3.3.2. Manejo, Conservación Y Transporte De Muestras

Después del muestreo, las muestras fueron enviadas de manera inmediata al laboratorio para su análisis, manteniendo su humedad natural, condición indispensable para la correcta extracción y observación de los nematodos. Se evitó el uso de bolsas de papel o tela, ya que estas favorecen el secado del material, optándose por bolsas plásticas herméticas, las cuales fueron transportadas a temperatura fresca y protegidas de la exposición directa a la luz solar (Talavera, 2003).

Instrumentos empleados

Los principales instrumentos utilizados en la investigación fueron:

Bombas de fumigación manual tipo mochila para la aplicación de los tratamientos.

Palín para la excavación y recolección de muestras de suelo y raíces.

Bolsas plásticas herméticas para el almacenamiento y transporte de muestras.

Balanza para la determinación del peso de la masa radicular.

Microscopio óptico para la identificación y cuantificación de nematodos.

3.3.3. Descripción De Nematicidas Químicos, Orgánicos Y Enmiendas.

T1. Verango® SC - Bayer. - Es un nuevo nematicida, con excelente eficacia y prolongado tiempo de protección sobre nemátodos como: nemátodo barrenador del banano (*Radophulus similis*), nemátodo nodulador (*Meloydogine*).

Verango® es un nematicida que tiene acción prolongada, esta característica le permite mantener al cultivo con niveles muy bajos de infestación de nemátodos y una muy buena sanidad radicular, importante para el cultivo. (Bayer, 2020).

T2. Vigga® – Agrow. - Es un ingrediente natural que contiene materias primas orgánicas que controlan los nematodos. Se puede aplicar a través de semillas y suelo (chorro directo/empape). Tiene un bajo impacto en el medio ambiente, es seguro para el aplicador, no tiene residuos (LMR) y no tiene intervalo de aplicación, lo que garantiza una producción segura y saludable para el consumidor final.

T3. Nematon EC® - Daymsa. - Es un nematicida biológico de contacto. El extracto de canela actúa inhibiendo el crecimiento por la inhibición de las ATPasas y la biosíntesis de la pared celular cambiando la estructura e integridad de ésta. El extracto de pino afecta la membrana de los juveniles: roturas y disgregación. (Daymsa 2020).

T4. Humikglobal Bioplus® – Insuquimsa. - Es un producto diferenciado que por su tecnología innovadora permite una combinación única de *Bacillus spp.*, Micorrizas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, extracto de Algas marinas y potasio. (Globalcrops 2025).

T5. Nematron AG - Agrobrest .- Es un nematocida formulado por extractos de ruda y aji, el sinergismo entre los dos componentes evita el ataque de varias especies de nematodos.

T6. Testigo Absoluto.

La formulación de los diferentes productos comerciales se describe en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de los productos comerciales para control de nematodos.

Tratamiento	Producto Comercial	Ingrediente activo / Composición	Concentración	Dosis l / Kg.	Presentación
T1	VERANGO	Fluopyram	500 g	2	Litro
T2	VIGGA	Extracto de ajo (<i>Allium sativum</i>)	800 g.	2	Litro
T3	NEMATON	Extracto de Canela	309 g.	5	5 Litros
		Extracto de Pino	68,5 g.		
T4	H. BIOPLUS	Acidos Humicos	620 g.	3	Kilo
		Acidos Fulvicos	120 g.		
		Oxido de potasio	110 g.		
		Extracto de algas marinas	80 g.		
		Bacillus spp y micorrizas	70 g.		
T5	NEMATRON	Extractos de Rutáceas	800 g.	2	Litro
T6	TESTIGO ABSOLUTO				

3.3.4. Variables Evaluadas

Gramos de Raíces por muestra: dentro del resultado obtenido en el informe del laboratorio se evaluó gramos de raíces vivas, gramos de raíces dañadas con nematodos, gramos de raíces dañadas por otras causas, total de gramos de raíces por muestra, porcentaje de raíces vivas.

Conteo de Nematodos en 100 gramos de raíces totales: Se realizó a *Radopholus similis*, *Helicotylenchus spp*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne spp*.

Eficacia de los tratamientos: Después del análisis de los resultados de los 30 y 60 días de recolección de muestras de raíces y suelo para identificar el mejor tratamiento, comparación y observación de las líneas de regresión.

3.4. Procesamiento Estadístico De La Información

La información obtenida a partir del diagnóstico inicial y de los muestreos realizados a los 30 y 60 días después de la aplicación (DDA) fue organizada, sistematizada y analizada con el propósito de evaluar la eficacia de los diferentes tratamientos en la reducción de las poblaciones de nematodos fitopatógenos en el cultivo de banano (*Musa spp.*).

En una primera etapa, los datos provenientes del laboratorio, correspondientes al conteo de nematodos por especie, peso de la masa radicular, gramos de raíces vivas, gramos de raíces dañadas y porcentaje de raíces vivas, fueron registrados en matrices de datos, clasificándolos por tratamiento, repetición y tiempo de evaluación. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo para identificar tendencias generales, valores promedio y variabilidad de las variables evaluadas.

Para el análisis inferencial, las variables cuantitativas fueron sometidas a un Análisis de Varianza (ANDEVA), considerando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con

el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El ANDEVA permitió descomponer la variación total en efectos atribuibles a los tratamientos, a los bloques y al error experimental.

Cuando el análisis de varianza mostró diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significancia del 95 % ($p \leq 0,05$), para identificar específicamente entre qué tratamientos se presentaron dichas diferencias.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó utilizando el software estadístico Minitab, el cual permitió la ejecución de los análisis de varianza, pruebas de comparación de medias y la elaboración de tablas estadísticas para la interpretación de los resultados.

Adicionalmente, para evaluar la eficacia de los tratamientos a lo largo del tiempo, se compararon los resultados obtenidos en los distintos momentos de muestreo (0, 30 y 60 DDA), lo que permitió analizar la dinámica poblacional de los nematodos y el efecto residual de los productos comerciales aplicados.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANDEVA) del experimento.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Bloques	2
Error experimental	10
Total	17

CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados

4.1. Diagnóstico Inicial De Las Poblaciones De Nematodos

El diagnóstico inicial permitió confirmar la presencia de diversas especies de nematodos fitoparásitos asociadas al sistema radical del cultivo de banano (*Musa spp.*), destacándose *Radopholus similis* como la especie predominante, acompañada por *Helicotylenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.*

La presencia simultánea de estas especies evidencia un complejo nematológico, característico de sistemas productivos de banano en condiciones tropicales, el cual afecta directamente la funcionalidad del sistema radical, limitando la absorción de agua y nutrientes y comprometiendo el desarrollo del cultivo.

Este diagnóstico inicial justificó la aplicación de diferentes productos comerciales con el objetivo de evaluar su eficacia individual y comparativa en la reducción de las poblaciones de nematodos.

Tabla 7. Conteo inicial de nematodos / 100 g. de raíces, a los 01DDA.

Estadísticos tabulados por TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

TRATAMIENTO	01 DDA			
	RADOPHOLUS (Media)	HELICUTTLENCUS (Media)	PRATYLENCHUS (Media)	MELOIDOGINE (Media)
T1- VERANGO- 2L	13200	14600	3600	2000
T2-VIGGA-2L	6400	7800	3000	2000
T3-NEMATON-5L	15400	16800	4000	2600
T4-HUMIKGLOBAL -3KG.	13000	14200	3000	2000
T5- NEMATRON - 2L.	7000	8400	2600	1400
T6 - TESTIGO ABSOLUTO	7600	9600	2600	1600

4.1.1. *Radopholus similis*

Los resultados del análisis de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidencian diferencias significativas entre los tratamientos y tiempos de evaluación en relación con la población del nematodo *Radopholus* en raíces de banano. Los mayores valores poblacionales se observaron en los tratamientos evaluados a 1 DDA, especialmente en T3–Nematon 5 L (15400), T1–Verango 2 L (13200) y T4–Humikglobal 3 kg (13000), agrupados en la categoría A. Tabla 8. Dado que el menor valor representa una mayor eficacia en la reducción del patógeno, los tratamientos ubicados en los grupos con letras finales (E) constituyen las alternativas más favorables como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Método de Turkey a los 01,30, 60 DDA.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION	N	Media	Agrupación
T3-NEMATON-5L 01 DDA	3	15400,0	A
T1- VERANGO- 2L 01 DDA	3	13200,0	A
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 01 DDA	3	13000,0	A
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 01 DDA	3	7600,0	B
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 30 DDA	3	7066,7	B
T5- NEMATRON - 2L. 01 DDA	3	7000,0	B
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA	3	6866,7	B C
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 30 DDA	3	6533,3	B C D
T2-VIGGA-2L 01 DDA	3	6400,0	B C D
T3-NEMATON-5L 30 DDA	3	6400,0	B C D
T5- NEMATRON - 2L. 30 DDA	3	5933,3	B C D E
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 60 DDA	3	5000,0	B C D E
T1- VERANGO- 2L 30 DDA	3	4600,0	B C D E
T2-VIGGA-2L 30 DDA	3	3600,0	C D E
T1- VERANGO- 2L 60 DDA	3	3333,3	D E
T3-NEMATON-5L 60 DDA	3	3000,0	E
T2-VIGGA-2L 60 DDA	3	2933,3	E
T5- NEMATRON - 2L. 60 DDA	3	2800,0	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En este sentido, los valores más bajos se registraron a los 60 días después de la aplicación (DDA), particularmente en T5–Nematron 2 L (2800), T2–Vigga 2 L (2933,3) y T3–Nematron 5 L (3000), todos pertenecientes al grupo E, lo que indica una reducción significativa de la población de *Radopholus* respecto a los tratamientos iniciales y al testigo. Estos tratamientos no comparten letras con los valores más altos, confirmando diferencias estadísticas significativas.

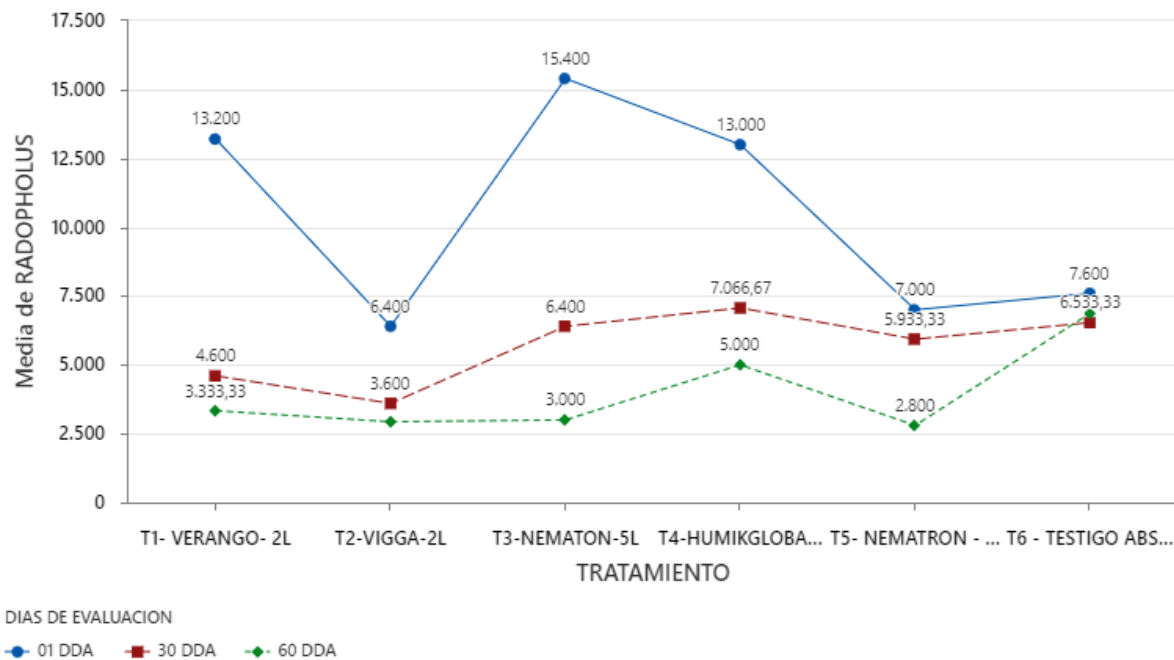


Figura 2. Gráfica Lineal de media para Radopholus

Tabla 9. Reducción de *Radopholus* (media) en los días de evaluación.

RADOPHOLUS (Media) por TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

TRATAMIENTO	DIAS DE EVALUACION		
	01 DDA	30 DDA	60 DDA
T1- VERANGO- 2L	13200	4600	3333
T2-VIGGA-2L	6400	3600	2933
T3-NEMATON-5L	15400	6400	3000
T4-HUMIKGLOBAL -3KG.	13000	7067	5000
T5- NEMATRON - 2L.	7000	5933	2800
T6 - TESTIGO ABSOLUTO	7600	6533	6867

Los resultados demuestran que la eficacia de los productos evaluados aumenta con el tiempo Tabla 9, siendo los 60 DDA el punto en el que se alcanzan las mayores reducciones poblacionales. Particularmente, Nematron, Vigga y Nematon mostraron el mejor desempeño, constituyéndose en las alternativas más prometedoras para el manejo de *Radopholus* en el cultivo de banano bajo las condiciones del estudio.

4.2. Eficacia En El Control De Otros Nematodos Fitoparásitos

4.2.1. *Helicotylenchus spp.*

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos y tiempos de evaluación en la población del nematodo *Helicotylenchus* en raíces de banano. Considerando que el menor valor representa una mayor eficacia en el control del fitonematodo, los tratamientos ubicados en los grupos finales (letras F y G) como lo indica la tabla 10, constituyen las alternativas más eficientes.

Tabla 10. Eficacia en el Control de *Helicotylenchus* spp. de los diferentes tratamientos comerciales.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION N	Media	Agrupación
T3-NEMATON-5L 01 DDA	3 16800,0	A
T1- VERANGO- 2L 01 DDA	3 14600,0	A
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 01 DDA	3 14200,0	A
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 01 DDA	3 9600,0	B
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 30 DDA	3 8600,0	B C
T5- NEMATRON - 2L. 01 DDA	3 8400,0	B C
T3-NEMATON-5L 30 DDA	3 8066,7	B C
T2-VIGGA-2L 01 DDA	3 7800,0	B C D
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA	3 7333,3	B C D E
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 30 DDA	3 7200,0	B C D E
T5- NEMATRON - 2L. 30 DDA	3 7000,0	B C D E F
T1- VERANGO- 2L 30 DDA	3 5733,3	C D E F G
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 60 DDA	3 5666,7	C D E F G
T2-VIGGA-2L 30 DDA	3 4666,7	D E F G
T3-NEMATON-5L 60 DDA	3 4200,0	E F G
T5- NEMATRON - 2L. 60 DDA	3 4200,0	E F G
T1- VERANGO- 2L 60 DDA	3 3933,3	F G
T2-VIGGA-2L 60 DDA	3 3333,3	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos intermedios compartieron letras estadísticas, indicando ausencia de diferencias significativas entre ellos, lo cual refleja una respuesta variable del nematodo frente a los productos evaluados.

Los valores más bajos se registraron a los 60 días después de la aplicación (DDA), destacándose T2–Vigga 2 L con una media de 3333,3 (grupo G), seguido por T1–Verango 2 L (3933,3; grupo F–G) y T3–Nematón 5 L y T5–Nematron 2 L (4200; grupo E–F–G). Estos tratamientos no comparten letras con los valores más altos, lo que confirma diferencias significativas frente a los tratamientos menos eficaces y a las evaluaciones iniciales.

Las mayores densidades poblacionales de *Helicotylenchus* spp. se observaron a 1 DDA, particularmente en T3–Nematón 5 L (16800), T1–Verango 2 L (14600) y T4–Humikglobal 3 kg (14200), todos agrupados en la categoría A, como se observa en el gráfico 3.

En conjunto, los resultados demuestran que la eficacia de los productos evaluados se incrementa progresivamente con el tiempo, alcanzando su mayor efecto a los 60 DDA. Particularmente, Vigga a dosis de 2 L mostró el mejor desempeño en la reducción de *Helicotylenchus*, seguido por Verango, Nematon y Nematron en sus respectivas dosis, constituyéndose en alternativas prometedoras para el manejo de este nematodo en el cultivo de banano bajo las condiciones del estudio.

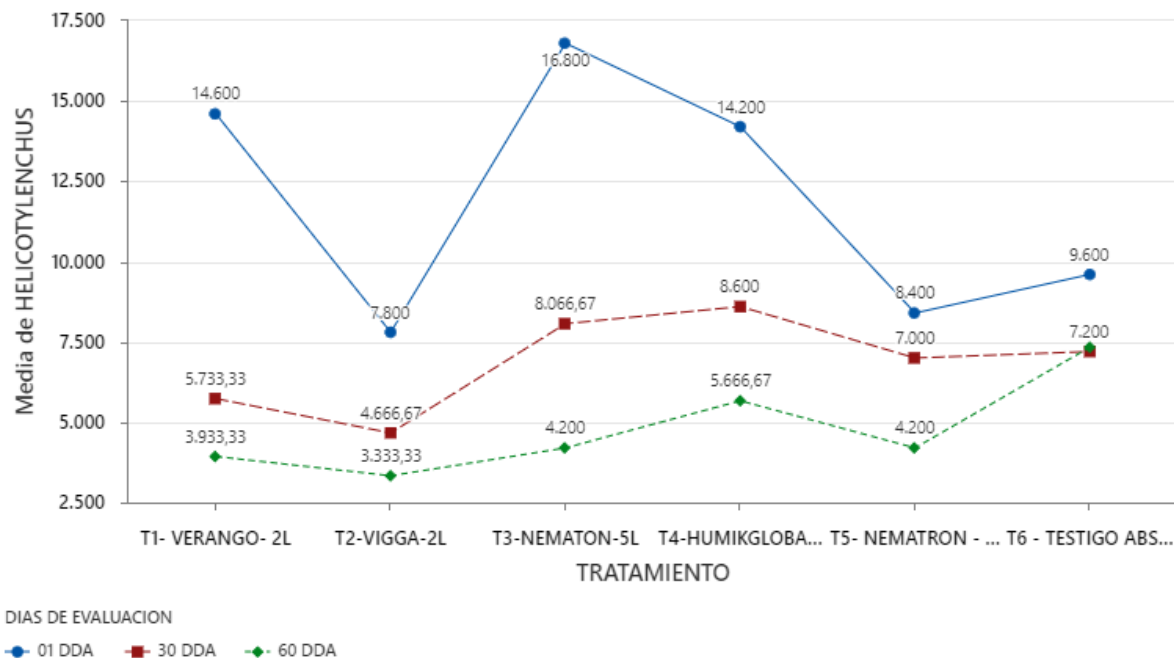


Figura 3. Gráfica Lineal de media para *Helicotylenchus* spp.

4.2.2. *Pratylenchus* spp.

En el caso de *Pratylenchus* spp., la Tabla 11 muestra que el análisis estadístico confirma que existe una diferencia significativa entre los tiempos de evaluación, siendo los 60 DDA el momento óptimo de control para todos los tratamientos. El producto T2-VIGGA-2L destaca como la alternativa biotecnológica más prometedora para la reducción de *Pratylenchus* en el cultivo de banano, logrando la media poblacional más baja del ensayo y diferenciándose estadísticamente del testigo absoluto en todos sus puntos de control.

Dado que el objetivo del estudio es la disminución del nematodo, los valores más bajos representan una mayor eficacia biológica de los tratamientos.

A 1 DDA, todos los tratamientos presentaron las mayores densidades poblacionales, con valores que oscilaron entre 3000 y 4000 individuos en los tratamientos químicos y biológicos, mientras que el testigo absoluto registró aproximadamente 2600. Figura 4.

Tabla 11. Eficacia en el Control de *Pratylenchus* spp. de los diferentes tratamientos comerciales.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION	N	Media	Agrupación
T3-NEMATON-5L 01 DDA	3	16800,0	A
T1- VERANGO- 2L 01 DDA	3	14600,0	A
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 01 DDA	3	14200,0	A
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 01 DDA	3	9600,0	B
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 30 DDA	3	8600,0	B C
T5- NEMATRON - 2L. 01 DDA	3	8400,0	B C
T3-NEMATON-5L 30 DDA	3	8066,7	B C
T2-VIGGA-2L 01 DDA	3	7800,0	B C D
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA	3	7333,3	B C D E
T6 - TESTIGO ABSOLUTO 30 DDA	3	7200,0	B C D E
T5- NEMATRON - 2L. 30 DDA	3	7000,0	B C D E F
T1- VERANGO- 2L 30 DDA	3	5733,3	C D E F G
T4-HUMIKGLOBAL -3KG. 60 DDA	3	5666,7	C D E F G
T2-VIGGA-2L 30 DDA	3	4666,7	D E F G
T3-NEMATON-5L 60 DDA	3	4200,0	E F G
T5- NEMATRON - 2L. 60 DDA	3	4200,0	E F G
T1- VERANGO- 2L 60 DDA	3	3933,3	F G
T2-VIGGA-2L 60 DDA	3	3333,3	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

A los 30 DDA se observa una disminución generalizada en todos los tratamientos, siendo más evidente en T2–Vigga 2 L (≈ 1067) y T1–Verango 2 L (≈ 1267), en comparación con T3–Nematón 5 L (≈ 1867) y T4–Humikglobal (≈ 2067). Estos resultados indican una respuesta diferencial entre productos Figura 4., con una tendencia clara hacia la reducción progresiva del nematodo conforme transcurre el tiempo.

El mayor efecto se registró a los 60 DDA, donde se alcanzaron los valores más bajos de *Pratylenchus*. Destaca T1–Verango 2 L con la menor media (≈ 667), seguido de T3–Nematon 5 L (≈ 1000) y T4–Humikglobal (≈ 1333). En contraste, el testigo absoluto incrementó su población hasta aproximadamente 2000, evidenciando la progresión natural del nematodo en ausencia de tratamiento.

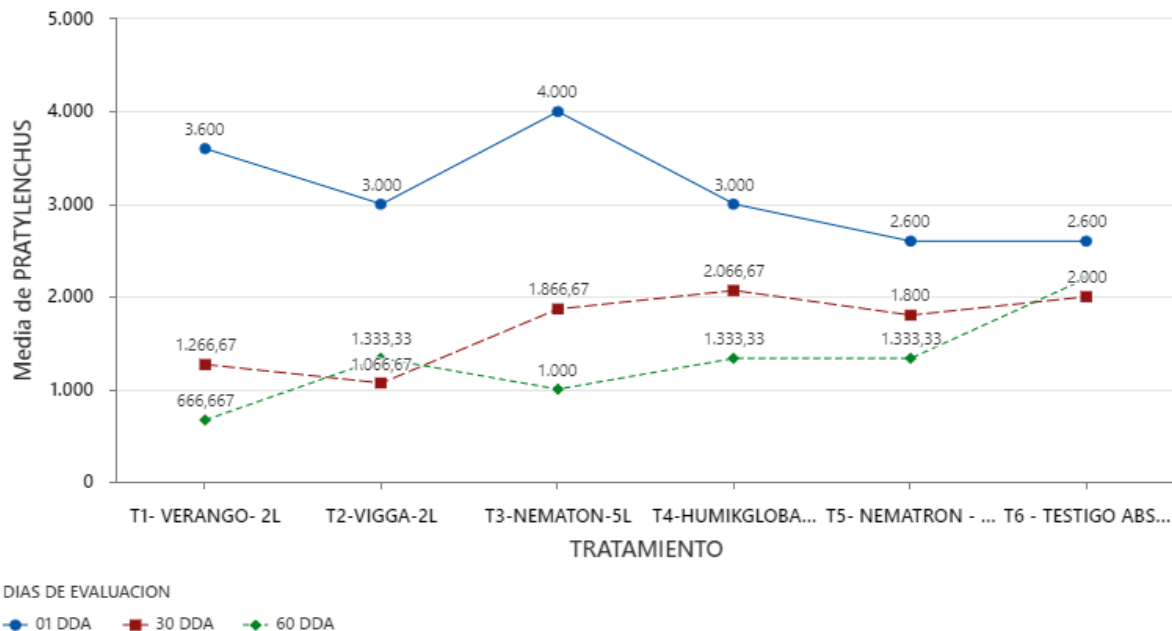


Figura 4. Gráfica Lineal de media para *Pratylenchus* spp.

4.2.3. *Meloidogyne* spp

El análisis de varianza y la posterior prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) revelaron diferencias significativas entre los tratamientos y los tiempos de evaluación. Bajo la premisa de que una menor media poblacional indica una mayor eficacia fitosanitaria, se identificaron los siguientes hallazgos. Los datos sugieren una respuesta dependiente del tiempo. En la evaluación inicial (01 DDA), las poblaciones se mantuvieron en sus niveles más altos, con T3-NEMATON-5L (2600), lo que representa la presión basal de nematodos antes de la estabilización del efecto biotecnológico.

Hacia los 60 días después de la aplicación (DDA), se observó el nivel máximo de supresión del nematodo el tratamiento T1-VERANGO-2L (400,00) se consolidó como el más efectivo, logrando la media más baja y perteneciendo exclusivamente al grupo de significancia "F".

Tabla 12. Eficacia en el Control de *Meloidogyne* spp. de los diferentes tratamientos comerciales.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION	N	Media	Agrupación
T3-NEMATON-5L	01 DDA	3 2600,00	A
T1- VERANGO-	2L 01 DDA	3 2000,00	A B
T2-VIGGA-2L	01 DDA	3 2000,00	A B
T4-HUMIKGLOBAL	-3KG. 01 DDA	3 2000,00	A B
T6 - TESTIGO ABSOLUTO	01 DDA	3 1600,00	B C
T5- NEMATRON -	2L. 01 DDA	3 1400,00	B C D
T4-HUMIKGLOBAL	-3KG. 30 DDA	3 1333,33	B C D E
T6 - TESTIGO ABSOLUTO	60 DDA	3 1266,67	B C D E F
T3-NEMATON-5L	30 DDA	3 1133,33	B C D E F
T6 - TESTIGO ABSOLUTO	30 DDA	3 1133,33	B C D E F
T5- NEMATRON -	2L. 30 DDA	3 1066,67	C D E F
T1- VERANGO-	2L 30 DDA	3 733,33	C D E F
T2-VIGGA-2L	30 DDA	3 666,67	D E F
T5- NEMATRON -	2L. 60 DDA	3 600,00	D E F
T3-NEMATON-5L	60 DDA	3 533,33	D E F
T2-VIGGA-2L	60 DDA	3 533,33	D E F
T4-HUMIKGLOBAL	-3KG. 60 DDA	3 466,67	E F
T1- VERANGO-	2L 60 DDA	3 400,00	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Otros tratamientos que mostraron un desempeño sobresaliente a los 60 DDA incluyen T4-HUMIKGLOBAL-3KG (466,67): Posicionado en los grupos E F y T2-VIGGA-2L (533,33) y T3-NEMATON-5L (533,33) ambos situados en el rango D E F respectivamente Tabla 12.

El Testigo Absoluto (T6) mantuvo poblaciones relativamente constantes o con descensos menos pronunciados en comparación con los tratamientos químicos/biológicos líderes, fluctuando entre 1600,00 (01 DDA) y 1266,67 (60 DDA). Esto refuerza que la disminución observada en los grupos D, E y F es atribuible a la eficacia de los tratamientos aplicados y no a una fluctuación natural de la población en el suelo.

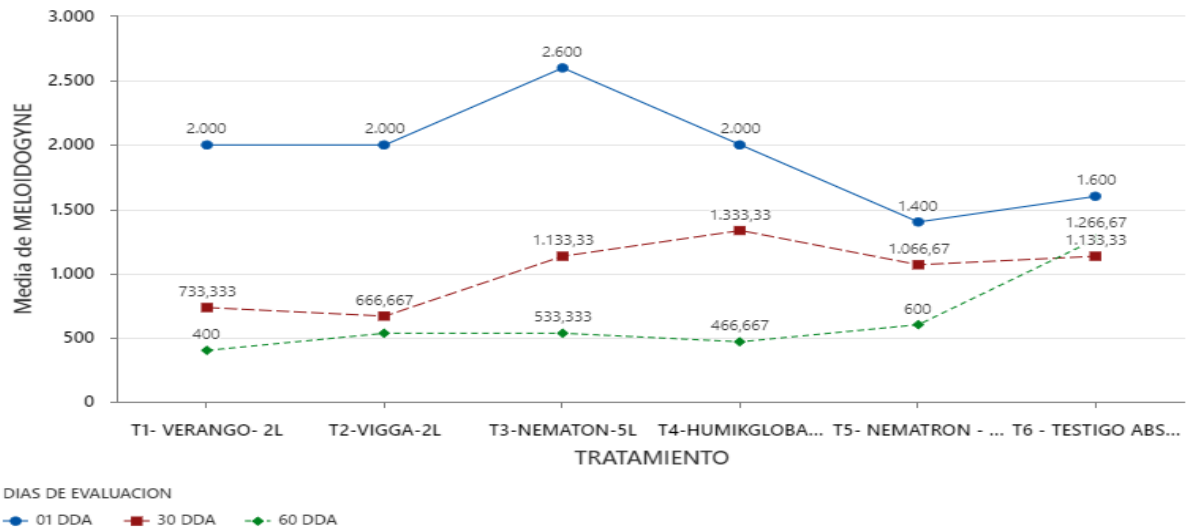


Figura 5. Gráfica Lineal de media para Meloidogyne spp.

4.3. Efecto De Los Tratamientos Sobre El Sistema Radical

4.3.1. Gramos De Raíces Vivas

La Figura 6 muestra la variación en la media de raíces vivas (g) en función del tratamiento y el tiempo de evaluación. A los 01 DDA, los mayores valores se registraron en el testigo absoluto y en NEMATRON 2 L, mientras que HUMIKGLOBAL 3 kg presentó el valor más bajo.

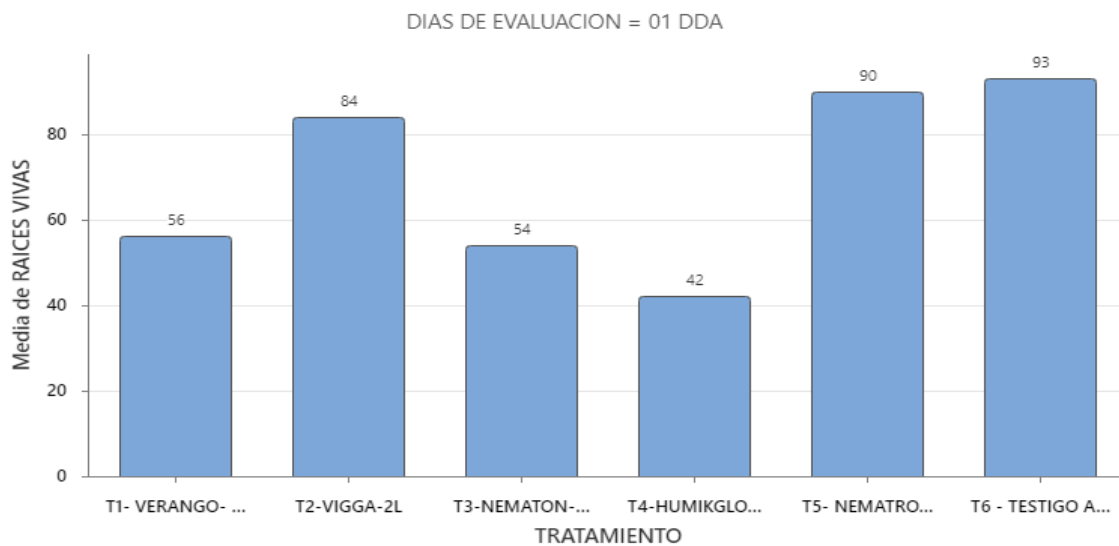


Figura 6. Media de raíces vivas (g) en función del tratamiento a los 01 DDA.

A los 30 DDA, se observó un incremento significativo de la biomasa radicular en varios tratamientos, T6 con la mayor media (147), seguido por T1 y T5 (133) y T4 (131), lo que sugiere una posible recuperación o estimulación del sistema radical tras la aplicación de los tratamientos.

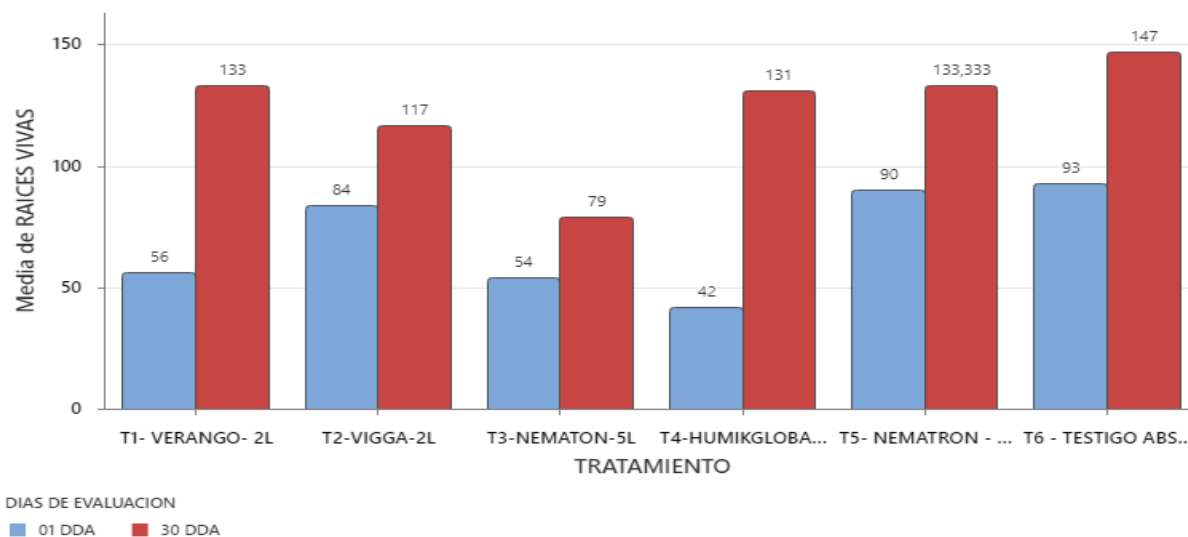


Figura 7. Media de raíces vivas (g) en función del tratamiento y tiempo de evaluación a los 30 DDA.

A los 60 DDA, el comportamiento es diferencial entre tratamientos. T3 alcanza la mayor media de raíces vivas (159,7), seguido de T4 (148) y T2 (134,7), indicando un efecto tardío positivo en la dinámica radicular. Por el contrario, T5 (113,3) y especialmente T6 (80,7) muestran una disminución respecto a los 30 DDA, lo que sugiere una pérdida de vigor radicular en etapas posteriores.

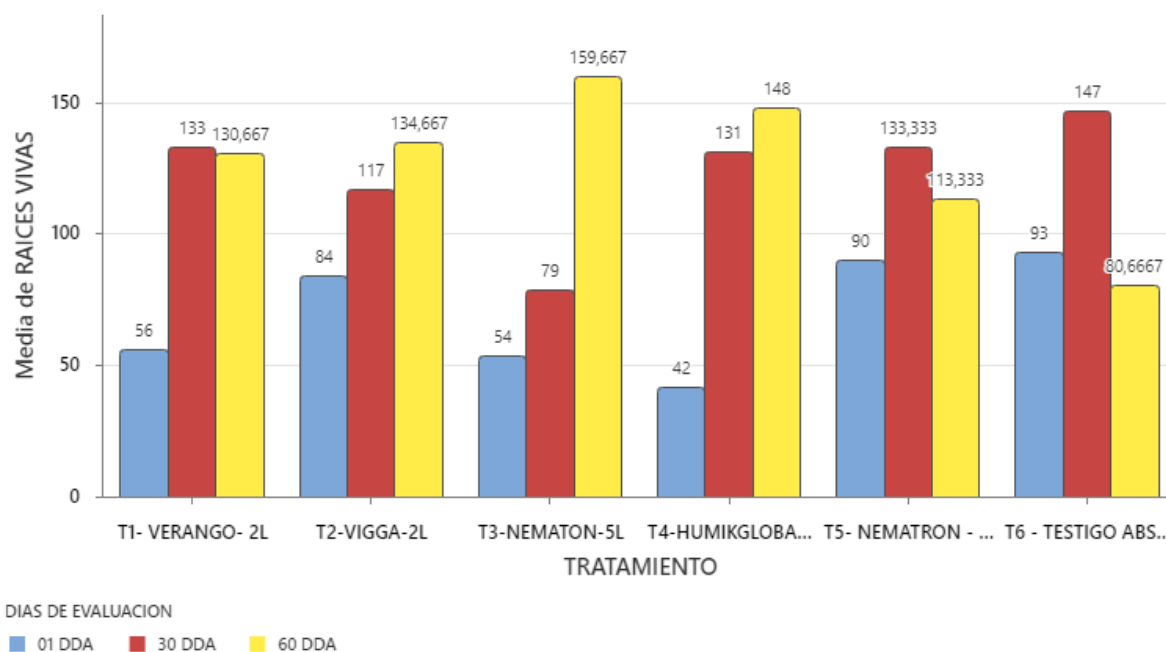


Figura 8. Media de raíces vivas (g) en función del tratamiento y tiempo de evaluación hasta los 60 DDA.

La media porcentual de raíces vivas (%) mostró variaciones entre tratamientos y tiempos de evaluación, evidenciando respuestas diferenciales en la condición del sistema radicular (Figura 8).

En conjunto, los resultados evidencian que los tratamientos influyen de manera positiva y distinta en el desarrollo y mantenimiento de raíces vivas a lo largo del tiempo. Mientras T6 destaca por una respuesta temprana, T3 y T4 muestran un efecto más sostenido y pronunciado en el largo plazo, siendo los tratamientos con mayor estabilidad radicular a los 60 días.

4.3.2. Porcentaje De Raíces Vivas

La media porcentual de raíces vivas (% viva) en seis tratamientos (T1–T6), evaluados a 01, 30 y 60 días después de la aplicación (DDA). En términos generales, se observa una

tendencia creciente del porcentaje de raíces vivas conforme avanza el tiempo de evaluación, lo que evidencia una mejora progresiva en la condición del sistema radicular.

A 01 DDA, los valores más bajos corresponden a T3 (3,61 %) y T1–T4 ($\approx 4,23$ – $4,25$ %), mientras que T2, T5 y T6 muestran porcentajes iniciales superiores (entre 5,37 y 5,62 %), indicando un mejor estado radicular temprano en estos tratamientos.

A los 30 DDA, todos los tratamientos incrementan su porcentaje de raíces vivas. Destacan T2 (6,41 %), T1 (6,10 %) y T5 (5,94 %), mientras que T3, aunque mejora (5,65 %), continúa presentando valores relativamente menores en comparación con los demás tratamientos.

A los 60 DDA, se consolida la respuesta positiva en la mayoría de los tratamientos. T2 (6,57 %), T3 (6,49 %) y T1 (6,53 %) alcanzan los valores más altos, evidenciando un efecto sostenido en el tiempo. T4 (5,63 %) y T5 (6,04 %) mantienen incrementos moderados, mientras que T6 presenta una leve reducción respecto a los 30 DDA (5,25 %), sugiriendo que el efecto de los tratamientos propuestos versus el testigo absoluto funcionan correctamente en el transcurrir de los días.

En conjunto, los resultados indican que los tratamientos favorecen el aumento del porcentaje de raíces vivas con el tiempo, siendo T1, T2 y T3 los que muestran una respuesta más consistente y marcada a los 60 días, lo que sugiere un mayor potencial para la recuperación y mantenimiento del sistema radicular.

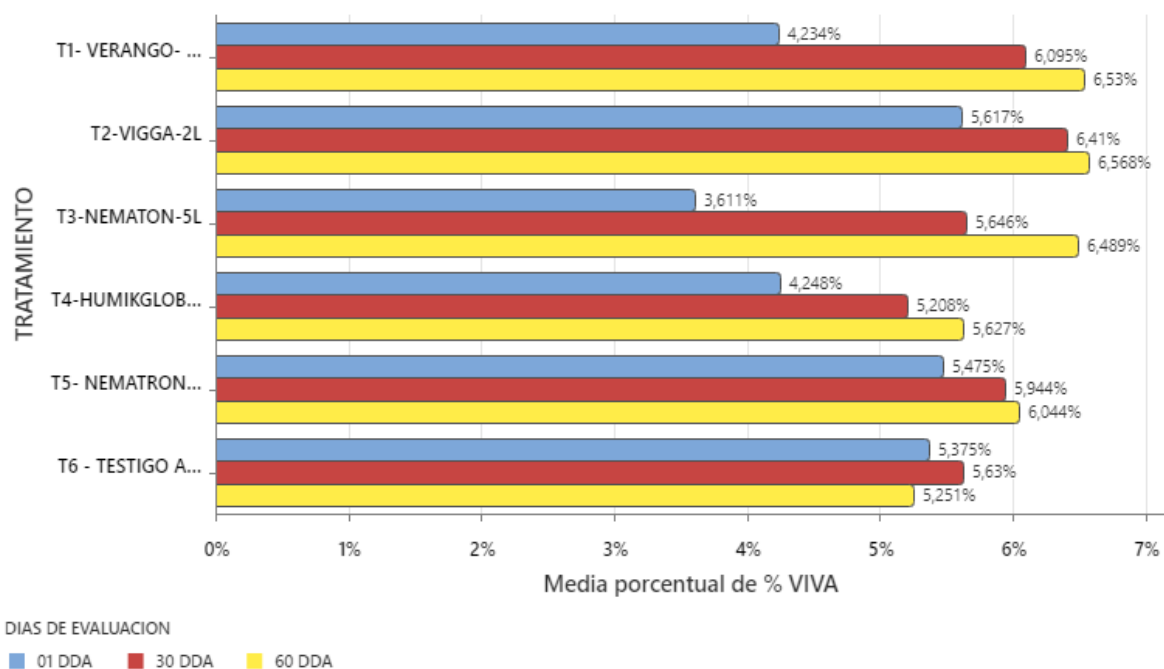


Figura 9. Media de raíces vivas (g) en función del tratamiento y tiempo de evaluación.

El comportamiento diferencial de los productos comerciales evaluados frente a las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de banano (*Musa spp.*), lo cual confirma que la eficacia de los tratamientos no es homogénea y depende tanto del tipo de producto como de la especie de nematodo y del tiempo transcurrido después de su aplicación.

El análisis estadístico permitió identificar tratamientos con una mayor capacidad para reducir las poblaciones de *Radopholus similis*, especie considerada de mayor impacto económico por su acción directa sobre el sistema radical. La presencia de diferencias estadísticas claras entre determinados tratamientos refleja que algunos productos ejercen un efecto más consistente en el control de este nematodo, mientras que otros presentan respuestas intermedias, sin diferenciarse significativamente entre sí. Esta variabilidad sugiere que el mecanismo de acción y la persistencia de los productos influyen directamente en su desempeño bajo condiciones de campo.

Al evaluar el comportamiento de otras especies de nematodos fitoparásitos, se observó que la respuesta a los tratamientos fue más uniforme, especialmente en el caso de *Pratylenchus* spp., donde no se registraron diferencias significativas. Este resultado indica una menor sensibilidad de esta especie a los productos aplicados o una capacidad de recuperación poblacional más rápida, lo que resalta la complejidad del control nematológico cuando existe un complejo de especies coexistiendo en el suelo y las raíces.

En el caso de *Helicotylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp., algunos tratamientos mostraron una tendencia a reducir las poblaciones, aunque sin generar diferencias contundentes en todos los casos. Esto sugiere que ciertos productos pueden presentar un efecto parcial o selectivo, actuando de manera más efectiva sobre determinadas especies, pero no de forma generalizada sobre todo el complejo nematológico.

La evaluación del sistema radical permitió complementar el análisis poblacional, evidenciando que la reducción de nematodos se relaciona directamente con la condición fisiológica de la planta. El incremento en la masa radicular y el porcentaje de raíces vivas en determinados tratamientos indica una recuperación progresiva del sistema radical, lo cual es fundamental para la absorción de agua y nutrientes y, por ende, para el desarrollo del cultivo. En contraste, el testigo absoluto mostró una disminución sostenida de raíces vivas, lo que confirma el efecto negativo de la infestación nematológica cuando no se aplica ningún tipo de control.

El comportamiento observado a lo largo del tiempo permitió identificar diferencias en el efecto residual de los productos. Algunos tratamientos mostraron una respuesta más estable y sostenida, mientras que otros presentaron cambios más marcados entre las

evaluaciones, lo que evidencia que la persistencia del producto en el suelo y su interacción con el sistema radical influyen en la dinámica poblacional de los nematodos.

En conjunto, los resultados ponen de manifiesto que el control de nematodos en el cultivo de banano no debe basarse únicamente en la reducción inmediata de las poblaciones, sino también en la capacidad de los tratamientos para favorecer la recuperación del sistema radical y mantener niveles de infestación bajos a lo largo del tiempo. Esta visión integral permite comprender que la eficacia de un producto no solo se refleja en los conteos nematológicos, sino también en la respuesta fisiológica de la planta, lo cual resulta clave para la sostenibilidad del manejo fitosanitario del cultivo.

Capítulo V: Discusión, Conclusiones Y Recomendaciones

5.1. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que la eficacia de los productos comerciales evaluados frente a los nematodos fitoparásitos en el cultivo de banano (*Musa spp.*) fue variable y dependiente tanto de la especie de nematodo como del tiempo de evaluación posterior a la aplicación. Este comportamiento confirma que el manejo nematológico en banano no presenta respuestas uniformes y está influenciado por múltiples factores biológicos y agronómicos.

En el caso de *Radopholus similis*, los resultados mostraron diferencias estadísticas claras entre determinados tratamientos, lo que evidencia una respuesta diferencial a los productos aplicados. Este comportamiento es consistente con lo señalado por Talavera (2003), quien indica que los nematodos endoparásitos migratorios, como *R. similis*, presentan una mayor susceptibilidad a productos con acción prolongada o sistémica, debido a su interacción directa con el tejido radical. La presencia de tratamientos con efectos intermedios también ha sido reportada por Davis et al. (2013), quienes señalan que la eficacia en campo puede verse limitada por la redistribución del nematodo en el suelo y la degradación del ingrediente activo.

El comportamiento observado en *Helicotylenchus* spp. mostró una menor diferenciación estadística entre tratamientos, lo cual coincide con lo descrito por Davis et al. (2013), quienes reportan que los nematodos ectoparásitos suelen presentar una mayor tolerancia a ciertos productos debido a su localización externa al sistema radical, reduciendo la exposición directa al nematicida. Esta característica explicaría la respuesta moderada observada en varios tratamientos evaluados.

En relación con *Pratylenchus* spp., la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos sugiere una limitada eficacia de los productos evaluados sobre esta especie. Este resultado concuerda con lo indicado por Talavera (2003), quien menciona que *Pratylenchus* spp. presenta una alta capacidad de adaptación y recolonización del sistema radical, lo que dificulta su control mediante aplicaciones únicas de nematicidas, especialmente bajo condiciones de campo.

Para *Meloidogyne* spp., los resultados evidenciaron respuestas variables entre tratamientos, aunque sin diferencias contundentes en todos los casos. Este comportamiento coincide con lo señalado en estudios fitopatológicos, donde se indica que la eficacia del control puede verse afectada por el estadio de desarrollo del nematodo y por la protección que le confiere el tejido vegetal durante su ciclo de vida, limitando la acción directa de los productos aplicados.

El análisis del sistema radical permitió ampliar la interpretación de los resultados nematológicos. El incremento en la masa y el porcentaje de raíces vivas observado en algunos tratamientos sugiere una recuperación progresiva del sistema radical asociada a la reducción de la presión nematológica. Este comportamiento coincide con lo reportado por Talavera (2003), quien señala que la disminución de poblaciones de nematodos favorece la regeneración de raíces funcionales y mejora la absorción de agua y nutrientes, impactando positivamente en el desarrollo fisiológico de la planta.

En contraste, el testigo absoluto mostró una reducción significativa de raíces vivas a lo largo del tiempo, lo cual confirma la relación directa entre infestación nematológica y deterioro del sistema radical. Este resultado concuerda con lo descrito por Davis et al. (2013),

quienes destacan que la ausencia de control fitosanitario favorece el daño acumulativo en las raíces, reduciendo la eficiencia fisiológica del cultivo.

El comportamiento diferencial observado entre los tiempos de evaluación evidencia la importancia del efecto residual de los productos. Algunos tratamientos mostraron respuestas más estables en el tiempo, mientras que otros presentaron variaciones marcadas, lo que coincide con lo señalado por la literatura técnica, donde se indica que la persistencia del ingrediente activo y su interacción con el suelo influyen directamente en la dinámica poblacional de los nematodos.

En conjunto, los resultados obtenidos y su contraste con la literatura confirman que el control de nematodos en banano debe abordarse desde una perspectiva integral, considerando no solo la reducción poblacional inmediata, sino también la respuesta del sistema radical y el efecto residual de los tratamientos. Esta visión coincide con los enfoques actuales de manejo fitosanitario, que promueven evaluaciones combinadas de sanidad radicular y dinámica poblacional para una toma de decisiones más eficiente y sostenible.

5.2. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron evidenciar que la aplicación de nematicidas comerciales en el cultivo de banano (*Musa spp.*) genera respuestas diferenciadas en la reducción de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, dependiendo del producto aplicado, de la especie de nematodo evaluada y del tiempo transcurrido después de la aplicación. Este comportamiento confirma que el manejo nematológico no presenta una respuesta uniforme y que su eficacia está condicionada por múltiples factores de tipo biológico, agronómico y temporal.

El análisis estadístico demostró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos para *Radopholus similis*, especie considerada de mayor impacto económico en el cultivo de banano debido a su capacidad de afectar severamente el sistema radical. La identificación de tratamientos con mayor y menor eficacia permitió establecer comparaciones claras y objetivas, evidenciando que algunos productos presentan un control más consistente de esta especie, mientras que otros muestran respuestas intermedias sin diferenciarse estadísticamente. Este hallazgo aporta información relevante para la selección de alternativas de manejo nematológico bajo condiciones de campo.

En relación con las demás especies evaluadas (*Helicotylenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.*), se observó un comportamiento variable frente a los tratamientos aplicados. En algunos casos, las diferencias estadísticas fueron limitadas o inexistentes, lo que sugiere que estas especies presentan una menor sensibilidad a los productos evaluados o una mayor capacidad de recuperación poblacional. Este resultado pone en evidencia la complejidad del control cuando existe un complejo de nematodos coexistiendo en el sistema radical y resalta la necesidad de estrategias de manejo más integrales.

La evaluación del efecto de los tratamientos sobre el sistema radical permitió complementar el análisis nematológico, demostrando que la reducción de las poblaciones de nematodos se encuentra estrechamente relacionada con la condición fisiológica de las raíces. Los tratamientos que favorecieron una mayor masa y porcentaje de raíces vivas evidenciaron una recuperación progresiva del sistema radical, lo cual constituye un indicador clave de sanidad y funcionalidad del cultivo. En contraste, el testigo absoluto presentó una disminución sostenida de raíces vivas, confirmando el efecto negativo de la infestación nematológica en ausencia de control.

El análisis temporal realizado a los diferentes días después de la aplicación permitió identificar variaciones en el efecto residual de los productos evaluados. Algunos tratamientos mostraron una respuesta más estable en el tiempo, mientras que otros evidenciaron cambios más marcados entre evaluaciones. Este comportamiento resalta la importancia de considerar no solo el efecto inmediato de los nematicidas, sino también su persistencia y capacidad de mantener niveles bajos de infestación a lo largo del tiempo.

Desde el punto de vista metodológico, el uso de un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), junto con el análisis de varianza y la prueba de Tukey, permitió obtener resultados confiables y comparables, minimizando la variabilidad edáfica y fortaleciendo la validez de las conclusiones. Asimismo, la integración de variables nematológicas y radicales proporcionó una visión más completa del impacto real de los tratamientos sobre el cultivo.

Como aporte novedoso, esta investigación no se limitó únicamente a la cuantificación de poblaciones de nematodos, sino que incorporó indicadores de sanidad radicular, lo que permitió una interpretación más integral del efecto de los tratamientos. Este enfoque contribuye a una mejor comprensión del manejo nematológico, al considerar tanto la reducción del patógeno como la respuesta fisiológica de la planta.

Estos resultados obtenidos confirman que la eficacia de los nematicidas comerciales en banano debe evaluarse de manera integral, considerando la especie objetivo, el comportamiento poblacional en el tiempo y la respuesta del sistema radical. Esta investigación aporta información técnica relevante para la toma de decisiones en el manejo fitosanitario del cultivo, orientada a mejorar la sanidad radicular y contribuir a la sostenibilidad de la producción bananera.

5.3. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y el análisis integral realizado en la presente investigación, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas a mejorar el manejo nematológico en el cultivo de banano (*Musa* spp.):

Se recomienda considerar la selección del nematicida comercial en función de la especie de nematodo predominante, ya que los resultados evidenciaron respuestas diferenciadas entre *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. Por lo tanto, el uso de un solo producto de manera generalizada podría no garantizar un control eficiente de todo el complejo nematológico presente en el cultivo.

Es recomendable priorizar aquellos tratamientos que demostraron mayor eficacia y estabilidad en el tiempo, especialmente en el control de *Radopholus similis*, considerando su

impacto directo sobre el sistema radical y la productividad del cultivo. La evaluación del efecto residual debe ser un criterio clave en la toma de decisiones para la aplicación de nematicidas en campo.

Se sugiere integrar el uso de nematicidas comerciales con prácticas de manejo agronómico complementarias, tales como el manejo adecuado de la fertilización, el control de la humedad del suelo y el uso de enmiendas orgánicas, con el fin de favorecer la recuperación del sistema radical y reducir la presión nematológica a largo plazo.

Se recomienda realizar monitoreos periódicos de las poblaciones de nematodos y del estado del sistema radical, antes y después de la aplicación de tratamientos, para evaluar de manera continua la efectividad del manejo implementado y ajustar las estrategias de control según la dinámica poblacional observada.

Para futuros estudios, se recomienda ampliar el período de evaluación, incorporando muestreos posteriores a los 60 días después de la aplicación, con el objetivo de analizar con mayor profundidad el efecto residual de los productos y su influencia sobre la dinámica poblacional de los nematodos en el mediano y largo plazo.

Se sugiere evaluar la aplicación combinada o rotativa de productos químicos, biológicos y orgánicos, con el fin de reducir el riesgo de resistencia de los nematodos, mejorar la eficacia del control y promover un manejo más sostenible del cultivo de banano.

Asimismo, se recomienda incluir en futuras investigaciones variables productivas, tales como peso del racimo, número de manos o rendimiento por hectárea, que permitan relacionar directamente el control nematológico con la productividad del cultivo y el impacto económico de los tratamientos aplicados.

Finalmente, se recomienda que los resultados de esta investigación sean considerados como base técnica para la toma de decisiones en programas de manejo integrado de nematodos, tanto a nivel productivo como académico, contribuyendo al desarrollo de estrategias más eficientes y sostenibles para el control de nematodos fitoparásitos en el cultivo de banano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya-Alvarado, J. (2024). *Evaluación de la incidencia de Helicotylenchus spp. en plantaciones de banano en Ecuador*. Repositorio Universidad de Guayaquil.

Araya-Vargas, M., Serrano-Elizondo, J., & Calvo, R. (2023). *Efecto de la compactación del suelo sobre la densidad de nematodos fitoparásitos en banano*. *Revista Científica Agropecuaria*, 14(2), 87-99.

BMC Genomics. (2020). Molecular identification and evolutionary relationships between the subspecies of Musa by DNA barcodes. *BMC Genomics*, 21, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-07036-5>

Cando Tuárez, R., Olaya Castro, C., & García Vásquez, P. (2023). *Densidad de nematodos en raíces de banano y efectos del trinchado en su población*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(3), 211-224.

Cao, H., Jiao, Y., Yin, N., Li, Y., Ling, J., Mao, Z., Yang, Y., & Xie, B. (2019). Analysis of the activity and biological control efficacy of the Bacillus subtilis strain Bs-1 against Meloidogyne incognita. *Crop Protection*, 122, 125–135. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.04.021>

Frontiers in Plant Science. (2021). Reassessing banana phylogeny and organelle inheritance modes using genome skimming data. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.713216>

Gauna P. 2013. Técnica de muestreo de suelo para determinar presencia de nematodos que producen agallas en los invernaderos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación experimental agropecuaria bella vista. Hoja de divulgación # 38. 8 p.

González-León, Y., Ortega-Bernal, J., Anducho-Reyes, M. A., & Mercado-Flores, Y. (2022). Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la

agricultura. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.520>

Luquni, L., et al. (2019). Survey/review on nematodes of Musa and control methods. *ScienceDirect*.

Martínez, R., Rojas, C., & Pacheco, L. (2021). Compuestos bioactivos de bacterias y hongos en el control de nematodos fitopatógenos. *Scientia Agropecuaria*, 15(1), 143-157.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.011>

Muñoz García, J., Sánchez Urdaneta, R., & Rea Reyes, F. (2024). *Manejo integrado de nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano*. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 19(1), 101-118.

[Nematon Archives - daymsa.com](https://www.daymsa.com)

Office of the Gene Technology Regulator. (2023). *The Biology of Musa L. (banana)*. Government of Australia.

Plant Protection Research / JPPR. (2024). *Ensayos de extractos nematicidas sobre Radopholus similis*.

Promusa. (2020). *Morphology of the banana plant*. International Musa Information Centre.

PubMed. (2023). Musa balbisiana genome reveals subgenome evolution and functional divergence. *Nature Genetics*.

Quintero-Vargas, C., & Castaño-Zapata, J. (2023). Evaluación de inductores de resistencia para el manejo de nematodos fitoparásitos en plántulas de plátano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(141), 403-413.
[https://doi.org/10.18257/raccefyn.36\(141\).2012.2528](https://doi.org/10.18257/raccefyn.36(141).2012.2528)

Rea Reyes, F. (2020). *Uso de enraizadores y biofertilizantes en el manejo de nematodos en banano*. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Salazar Zhunio, A. (2024). *Control de nematodos en banano mediante extractos naturales y prácticas agronómicas integradas*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Sánchez Benalcázar, R., Agurto Paladínez, F., & Quevedo Guerrero, E. (2024). *Efecto de la materia orgánica sobre la salud radicular y densidad de nematodos en Musa spp.* Revista Ecuatoriana de Agroecología, 11(2), 55-70.

Talavera, R. M. 2003. Manual De Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23 p.

Tankam-Chedjou, I. (2020). Modelling Radopholus similis dynamics. *ScienceDirect*.

Vargas A., Watler W., Morales M., & Raffaele Vignola, R. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. CATIE, Costa Rica.

Vargas R., & Araya M. (2010). Medidas de seguridad en aplicaciones de nematicidas. Hoja divulgativa N°4. CORBANA.

Vasanth-Srinivasan, P., et al. (2025). *Mechanisms of Trichoderma and Bacillus in plant protection: a review*.

Vera-Morales, M., Castañeda-Ruiz, R. F., Sosa, D., Arias-Vega, C., Quevedo, A., & Ratti, M. F. (2024). Compuestos bioactivos de bacterias y hongos en el control de nematodos fitopatógenos: mecanismos de acción, interacciones y aplicaciones. *Scientia Agropecuaria*, 15(1), 143-157. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.011>

Yao, L., et al. (2023). *Review of Trichoderma and Bacillus mechanisms in agriculture*.

ANEXOS

Anexo 1. Comparaciones para *R. similis*

Modelo lineal general: RADOPHOLUS vs. TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

Método

Codificación (-1;
de factores 0;
+1)

Información del factor

Factor	Tipo Niveles	Valores
TRATAMIENTO	Fijo 6	T1- VERANGO- 2L; T2-VIGGA-2L; T3-NEMATON-5L; T4-HUMIKGLOBAL -3KG.; T5- NEMATRON - 2L.; T6 - TESTIGO ABSOLUTO
DIAS DE EVALUACION	Fijo 3	01 DDA; 30 DDA; 60 DDA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p
DIAS DE EVALUACION	2	401583704	200791852	166,40	0,000

TRATAMIENTO 5 119063704 23812741 19,73 0,000

TRATAMIENTO*DIAS 10 171811852 17181185 14,24 0,000

DE EVALUACION

Error 36 43440000 1206667

Total 53 735899259

Resumen del modelo

			R-
	R-	R-	cuadrado
S	cuadrado	cuadrado(ajustado)	(pred)
<hr/>			
1098,48	94,10%	91,31%	86,72%

Coefficientes

Término	Coef coef.	EE	del Valor	Valor	FIV
		T	p		
Constante	6704 149	44,85	0,000		

DIAS DE

EVALUACION

01 DDA 3730 211 17,64 0,000 1,33

30 DDA - 211 -4,80 0,000 1,33

1015

TRATAMIENTO

T1- VERANGO- 2L 341 334 1,02 0,315 1,67

T2-VIGGA-2L	-	334	-7,16	0,000	1,67
		2393			
T3-NEMATON-5L	1563	334	4,68	0,000	1,67
T4-HUMIKGLOBAL	-1652	334	4,94	0,000	1,67
3KG.					
T5- NEMATRON - 2L.	-	334	-4,37	0,000	1,67
		1459			

TRATAMIENTO*DIAS

DE EVALUACION

T1- VERANGO- 2L 01	2426	473	5,13	0,000	2,22
DDA					
T1- VERANGO- 2L 30-		473	-3,02	0,005	2,22
DDA		1430			
T2-VIGGA-2L 01 DDA -		473	-3,47	0,001	2,22
		1641			
T2-VIGGA-2L 30 DDA 304		473	0,64	0,525	2,22
T3-NEMATON-5L 01	3404	473	7,20	0,000	2,22
DDA					
T3-NEMATON-5L 30-852		473	-1,80	0,080	2,22
DDA					
T4-HUMIKGLOBAL -915		473	1,94	0,061	2,22
3KG. 01 DDA					

T4-HUMIKGLOBAL --274 473 -0,58 0,566 2,22

3KG. 30 DDA

T5- NEMATRON - 2L. - 473 -4,18 0,000 2,22

01 DDA 1974

T5- NEMATRON - 2L. 1704 473 3,60 0,001 2,22

30 DDA

Ecuación de regresión

RADOPHOLUS = 6704 + 3730 DIAS DE EVALUACION_01 DDA
- 1015 DIAS DE EVALUACION_30 DDA
- 2715 DIAS DE EVALUACION_60 DDA
+ 341 TRATAMIENTO_T1- VERANGO- 2L
- 2393 TRATAMIENTO_T2-VIGGA-2L
+ 1563 TRATAMIENTO_T3-NEMATON-5L
+ 1652 TRATAMIENTO_T4-HUMIKGLOBAL -3KG.
- 1459 TRATAMIENTO_T5- NEMATRON - 2L.
+ 296 TRATAMIENTO_T6 - TESTIGO ABSOLUTO
+ 2426 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 01 DDA
- 1430 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 30 DDA
- 996 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 60 DDA
- 1641 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 01 DDA
+ 304 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-

VIGGA-2L		30	DDA
+ 1337 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-			
VIGGA-2L		60	DDA
+ 3404 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		01	DDA
- 852 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		30	DDA
- 2552 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		60	DDA
+ 915 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	01	DDA
- 274 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	30	DDA
- 641 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	60	DDA
- 1974 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	- 2L.	01	DDA
+ 1704 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	- 2L.	30	DDA
+ 270 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	- 2L.	60	DDA
- 3130 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -			
TESTIGO	ABSOLUTO	01	DDA
+ 548 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -			
TESTIGO	ABSOLUTO	30	DDA

+ 2581 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -
 TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA

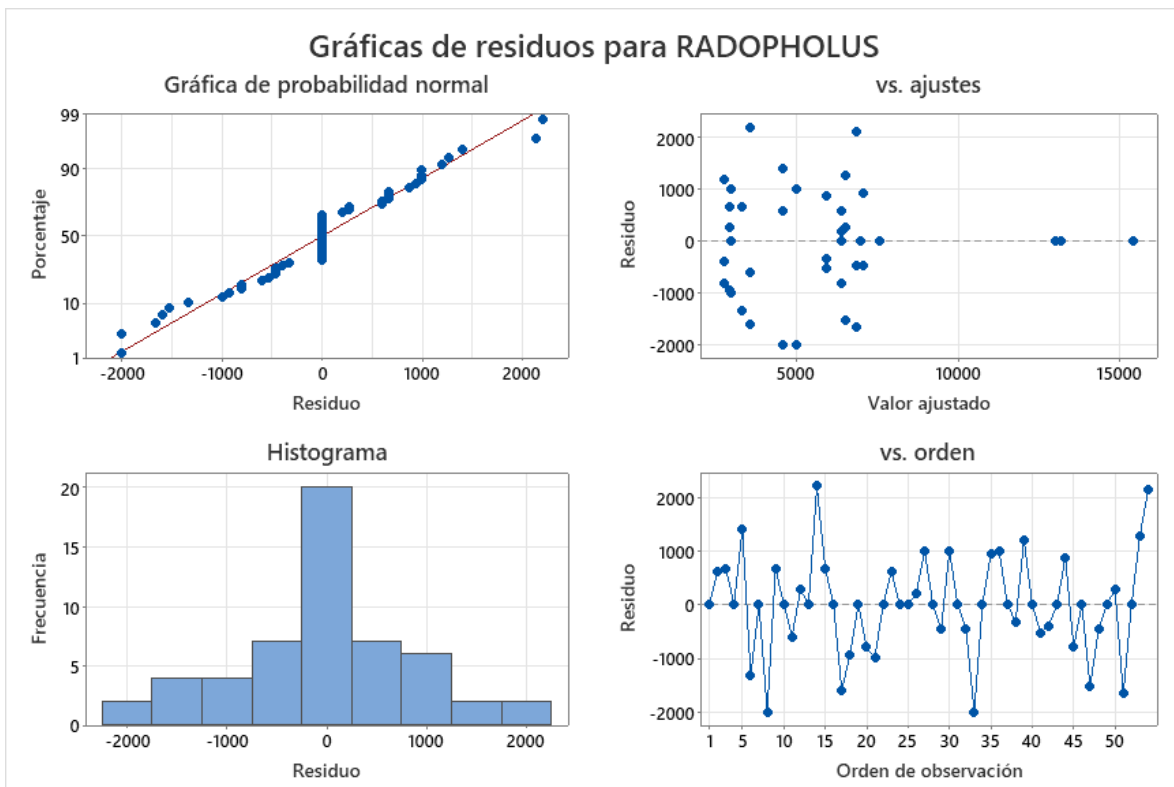
Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Resid

Obs RADOPHOLUS Ajuste Resid est.

8	2600	4600	-2000	-2,23	R
14	5800	3600	2200	2,45	R
33	3000	5000	-2000	-2,23	R
54	9000	6867	2133	2,38	R

Residuo grande R



Anexo 2. Comparaciones para *Helicotylenchus spp.*

Modelo lineal general: HELICOTYLENCHUS vs. TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

Método

Codificación (-1;
de factores 0;
+1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	Fijo	6	T1- VERANGO- 2L; T2-VIGGA-2L; T3-NEMATON-5L; T4-HUMIKGLOBAL -3KG.; T5- NEMATRON - 2L.; T6 - TESTIGO ABSOLUTO
DIAS DE EVALUACION	Fijo	3	01 DDA; 30 DDA; 60 DDA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p
DIAS DE EVALUACION	2	482152593	241076296	212,99	0,000
TRATAMIENTO	5	131125926	26225185	23,17	0,000

TRATAMIENTO*DIAS 10 146149630 14614963 12,91 0,000

DE EVALUACION

Error 36 40746667 1131852

Total 53 800174815

Resumen del modelo

		R-	R-	R-
S	cuadrado	cuadrado	cuadrado(ajustado)	(pred) cuadrado
<hr/>				
	1063,89	94,91%	92,50%	88,54%

Coefficientes

Término	Coef	coef.	T	p	FIV
Constante	7852	145	54,23	0,000	

DIAS DE

EVALUACION

01 DDA 4048 205 19,77 0,000 1,33

30 DDA -974 205 -4,76 0,000 1,33

TRATAMIENTO

T1- VERANGO- 2L 237 324 0,73 0,469 1,67

T2-VIGGA-2L - 324 -7,99 0,000 1,67

2585

T3-NEMATON-5L	1837 324	5,67	0,000	1,67
T4-HUMIKGLOBAL - 1637 324		5,06	0,000	1,67
3KG.				
T5- NEMATRON - 2L. -	324	-4,07	0,000	1,67
1319				

TRATAMIENTO*DIAS

DE EVALUACION

T1- VERANGO- 2L 01 2463 458		5,38	0,000	2,22
DDA				
T1- VERANGO- 2L 30 -	458	-3,02	0,005	2,22
DDA 1381				
T2-VIGGA-2L 01 DDA -	458	-3,31	0,002	2,22
1515				

T2-VIGGA-2L 30 DDA 374 458		0,82	0,419	2,22
T3-NEMATON-5L 01 3063 458		6,69	0,000	2,22
DDA				

T3-NEMATON-5L 30 -648 458		-1,42	0,165	2,22
DDA				

T4-HUMIKGLOBAL -663 458		1,45	0,156	2,22
3KG. 01 DDA				

T4-HUMIKGLOBAL -85 458		0,19	0,853	2,22
3KG. 30 DDA				

T5- NEMATRON - 2L. - 458 -4,76 0,000 2,22
 01 DDA 2181

T5- NEMATRON - 2L. 1441 458 3,15 0,003 2,22
 30 DDA

Ecuación de regresión

HELICOTYLENCHUS = 7852 + 4048 DIAS DE EVALUACION_01 DDA
 - 974 DIAS DE EVALUACION_30 DDA
 - 3074 DIAS DE EVALUACION_60 DDA
 + 237 TRATAMIENTO_T1- VERANGO- 2L
 - 2585 TRATAMIENTO_T2-VIGGA-2L
 + 1837 TRATAMIENTO_T3-NEMATON-5L
 + 1637 TRATAMIENTO_T4-HUMIKGLOBAL -3KG.
 - 1319 TRATAMIENTO_T5- NEMATRON -
 2L. + 193 TRATAMIENTO_T6 - TESTIGO
 ABSOLUTO
 + 2463 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
 VERANGO- 2L 01 DDA
 - 1381 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
 VERANGO- 2L 30 DDA
 - 1081 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
 VERANGO- 2L 60 DDA
 - 1515 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
 VIGGA-2L 01 DDA
 + 374 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
 VIGGA-2L 30 DDA
 + 1141 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-

VIGGA-2L		60		DDA
+ 3063 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-				
NEMATON-5L		01		DDA
- 648 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-				
NEMATON-5L		30		DDA
- 2415 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-				
NEMATON-5L		60		DDA
+ 663 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-				
HUMIKGLOBAL	-3KG.		01	DDA
+ 85 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-				
HUMIKGLOBAL	-3KG.		30	DDA
- 748 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-				
HUMIKGLOBAL	-3KG.		60	DDA
- 2181 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-				
NEMATRON	-	2L.	01	DDA
+ 1441 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-				
NEMATRON	-	2L.	30	DDA
+ 741 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-				
NEMATRON	-	2L.	60	DDA
- 2493 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -				
TESTIGO	ABSOLUTO		01	DDA
+ 130 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -				
TESTIGO	ABSOLUTO		30	DDA
+ 2363 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6				
- TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA				

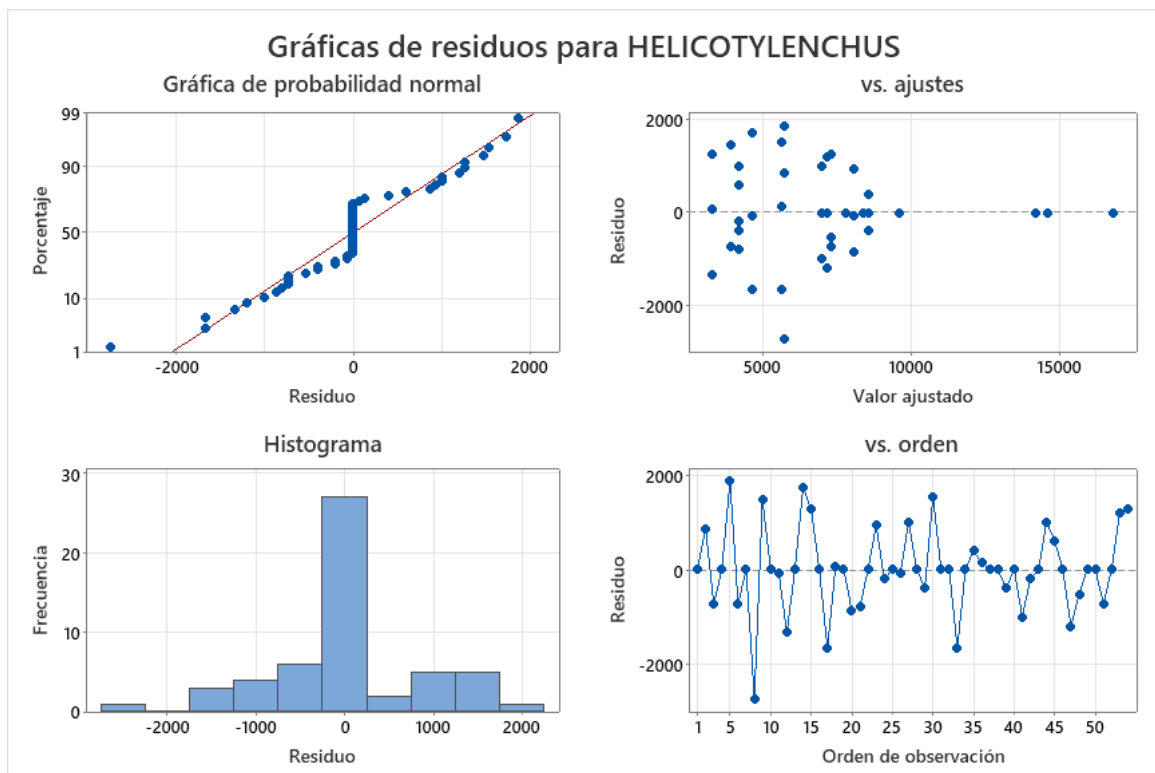
Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Resid

Obs HELICOTYLENCHUS Ajuste Resid est.

5	7600	5733	1867	2,15	R
8	3000	5733	-2733	-3,15	R

Residuo grande R



Anexo 3. Comparaciones para *Pratylenchus spp.*

Modelo lineal general: PRATYLENCHUS vs. TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

Método

Codificación (-1;
de factores 0;
+1)

Información del factor

Factor	Tipo Niveles	Valores
TRATAMIENTO	Fijo 6	T1- VERANGO- 2L; T2-VIGGA-2L; T3-NEMATON-5L; T4-HUMIKGLOBAL -3KG.; T5- NEMATRON - 2L.; T6 - TESTIGO ABSOLUTO
DIAS DE EVALUACION	Fijo 3	01 DDA; 30 DDA; 60 DDA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor p
DIAS DE EVALUACION	2	33441481	16720741	82,99	0,000

TRATAMIENTO	5	2110370	422074	2,09	0,089
-------------	---	---------	--------	------	-------

TRATAMIENTO*DIAS	10	9065185	906519	4,50	0,000
------------------	----	---------	--------	------	-------

DE EVALUACION

Error	36	7253333	201481		
-------	----	---------	--------	--	--

Total	53	51870370			
-------	----	----------	--	--	--

Resumen del modelo

			R-	
	R-	R-	cuadrado	
S	cuadrado	cuadrado(ajustado)	(pred)	
<hr/>				
	448,867	86,02%	79,41%	68,54%

Coefficientes

Término	Coef	coef.	EE del Valor		FIV
			T	p	
Constante	2040,7	61,1	33,41	0,000	

DIAS DE

EVALUACION

01 DDA	1092,6	86,4	12,65	0,000	1,33
--------	--------	------	-------	-------	------

30 DDA	-363,0	86,4	-4,20	0,000	1,33
--------	--------	------	-------	-------	------

TRATAMIENTO

T1- VERANGO- 2L	-196	137	-1,44	0,159	1,67
-----------------	------	-----	-------	-------	------

T2-VIGGA-2L	-241	137	-1,76	0,086	1,67
-------------	------	-----	-------	-------	------

T3-NEMATON-5L	248	137	1,82	0,078	1,67
T4-HUMIKGLOBAL	-93	137	0,68	0,502	1,67
3KG.					
T5- NEMATRON - 2L.	-130	137	-0,95	0,349	1,67
TRATAMIENTO*DIAS					
DE EVALUACION					
T1- VERANGO- 2L 01 663		193	3,43	0,002	2,22
DDA					
T1- VERANGO- 2L 30 -215		193	-1,11	0,273	2,22
DDA					
T2-VIGGA-2L 01 DDA 107		193	0,56	0,582	2,22
T2-VIGGA-2L 30 DDA -370		193	-1,92	0,063	2,22
T3-NEMATON-5L 01 619		193	3,20	0,003	2,22
DDA					
T3-NEMATON-5L 30 -59		193	-0,31	0,761	2,22
DDA					
T4-HUMIKGLOBAL --226		193	-1,17	0,250	2,22
3KG. 01 DDA					
T4-HUMIKGLOBAL -296		193	1,53	0,134	2,22
3KG. 30 DDA					
T5- NEMATRON - 2L. -404		193	-2,09	0,044	2,22
01 DDA					

T5- NEMATRON - 2L.252 193 1,30 0,201 2,22

30 DDA

Ecuación de regresión

PRATYLENCHUS = 2040,7 + 1092,6 DIAS DE EVALUACION_01 DDA
- 363,0 DIAS DE EVALUACION_30 DDA
- 729,6 DIAS DE EVALUACION_60 DDA
- 196 TRATAMIENTO_T1- VERANGO- 2L
- 241 TRATAMIENTO_T2-VIGGA-2L
+ 248 TRATAMIENTO_T3-NEMATON-5L
+ 93 TRATAMIENTO_T4-HUMIKGLOBAL -3KG.
- 130 TRATAMIENTO_T5- NEMATRON - 2L.
+ 226 TRATAMIENTO_T6 - TESTIGO ABSOLUTO
+ 663 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 01 DDA
- 215 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 30 DDA
- 448 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 60 DDA
+ 107 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 01 DDA
- 370 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 30 DDA
+ 263 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 60 DDA
+ 619 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-
NEMATON-5L 01 DDA

- 59 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-

NEMATON-5L		30	DDA
------------	--	----	-----

- 559 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-

NEMATON-5L		60	DDA
------------	--	----	-----

- 226 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-

HUMIKGLOBAL	-3KG.	01	DDA
-------------	-------	----	-----

+ 296 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-

HUMIKGLOBAL	-3KG.	30	DDA
-------------	-------	----	-----

- 70 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-

HUMIKGLOBAL	-3KG.	60	DDA
-------------	-------	----	-----

- 404 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-

NEMATRON	-	2L.	01	DDA
----------	---	-----	----	-----

+ 252 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-

NEMATRON	-	2L.	30	DDA
----------	---	-----	----	-----

+ 152 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-

NEMATRON	-	2L.	60	DDA
----------	---	-----	----	-----

- 759 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -

TESTIGO	ABSOLUTO	01	DDA
---------	----------	----	-----

+ 96 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -

TESTIGO	ABSOLUTO	30	DDA
---------	----------	----	-----

+ 663 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -

TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA

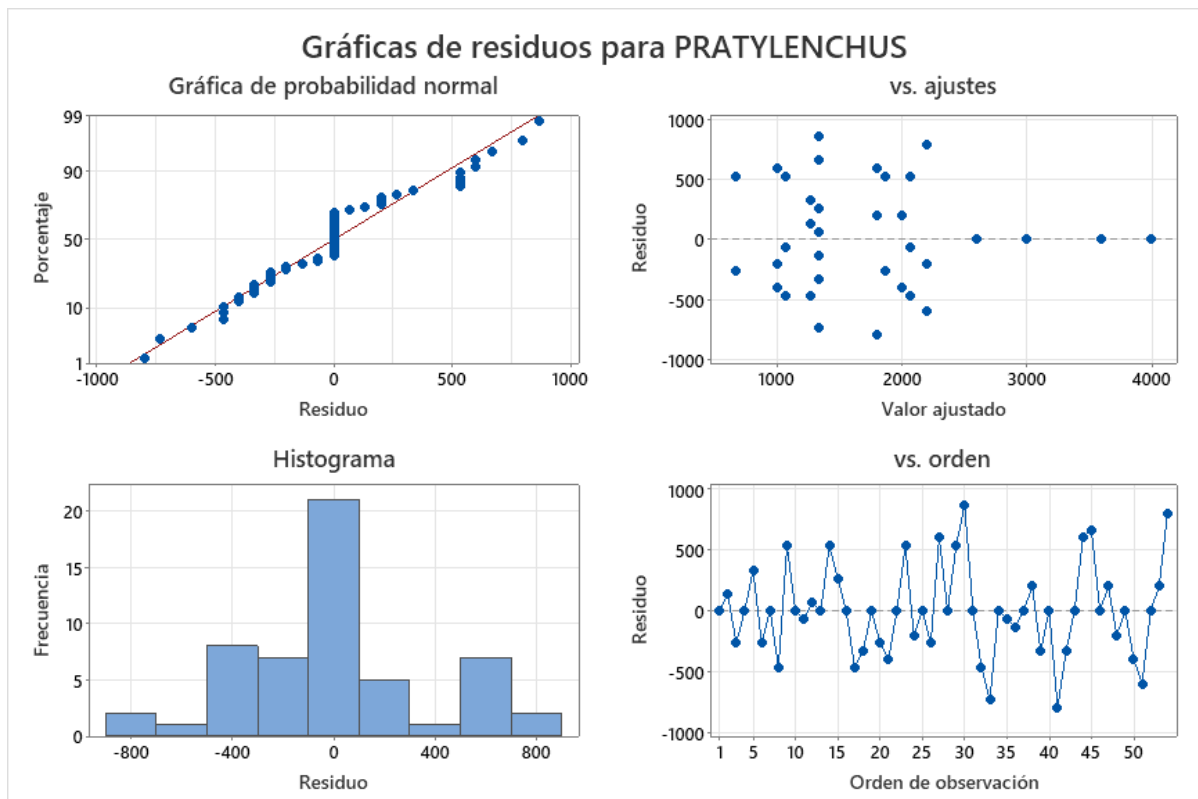
Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Resid

Obs PRATYLENCHUS Ajuste Resid est.

30	2200	1333	867	2,36	R
33	600	1333	-733	-2,00	R
41	1000	1800	-800	-2,18	R
54	3000	2200	800	2,18	R

Residuo grande R



Anexo 4. Comparaciones para *Medoilogine spp.*

Modelo lineal general: MELOIDOGYNE vs. TRATAMIENTO; DIAS DE EVALUACION

Método

Codificación (-1;
de factores 0;
+1)

Información del factor

Factor	Tipo Niveles	Valores
TRATAMIENTO	Fijo 6	T1- VERANGO- 2L; T2-VIGGA-2L; T3-NEMATON-5L; T4-HUMIKGLOBAL -3KG.; T5- NEMATRON - 2L.; T6 - TESTIGO ABSOLUTO
DIAS DE EVALUACION	Fijo 3	01 DDA; 30 DDA; 60 DDA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	Ajust.	MC	Valor F	Valor p
<hr/>						

DIAS DE 2 16099259 8049630 87,64 0,000
EVALUACION

TRATAMIENTO 5 1303704 260741 2,84 0,029

TRATAMIENTO*DIAS 10 3767407 376741 4,10 0,001

DE EVALUACION

Error 36 3306667 91852

Total 53 24477037

Resumen del modelo

			R-
	R-	R-	cuadrado
S	cuadrado	cuadrado(ajustado)	(pred)
<hr/>			
	303,071	86,49%	80,11%
			69,60%

Coefficientes

Término	Coef	coef.	EE	del Valor	Valor
			T	p	FIV
Constante	1192,6	41,2	28,92	0,000	

DIAS DE

EVALUACION

01 DDA 740,7 58,3 12,70 0,000 1,33

30 DDA -181,5 58,3 -3,11 0,004 1,33

TRATAMIENTO

T1- VERANGO- 2L	-148,1	92,2	-1,61	0,117	1,67
T2-VIGGA-2L	-125,9	92,2	-1,37	0,181	1,67
T3-NEMATON-5L	229,6	92,2	2,49	0,018	1,67
T4-HUMIKGLOBAL	-74,1	92,2	0,80	0,427	1,67

3KG.

T5- NEMATRON - 2L.	-170,4	92,2	-1,85	0,073	1,67
--------------------	--------	------	-------	-------	------

TRATAMIENTO*DIAS

DE EVALUACION

T1- VERANGO- 2L 01 215	130	1,65	0,108	2,22
------------------------	-----	------	-------	------

DDA

T1- VERANGO- 2L 30 -130	130	-0,99	0,327	2,22
-------------------------	-----	-------	-------	------

DDA

T2-VIGGA-2L 01 DDA 193	130	1,48	0,148	2,22
------------------------	-----	------	-------	------

T2-VIGGA-2L 30 DDA -219	130	-1,68	0,103	2,22
-------------------------	-----	-------	-------	------

T3-NEMATON-5L 01 437	130	3,35	0,002	2,22
----------------------	-----	------	-------	------

DDA

T3-NEMATON-5L 30 -107	130	-0,82	0,416	2,22
-----------------------	-----	-------	-------	------

DDA

T4-HUMIKGLOBAL --7	130	-0,06	0,955	2,22
--------------------	-----	-------	-------	------

3KG. 01 DDA

T4-HUMIKGLOBAL -248	130	1,90	0,065	2,22
---------------------	-----	------	-------	------

3KG. 30 DDA

T5- NEMATRON - 2L. -363 130 -2,78 0,009 2,22

01 DDA

T5- NEMATRON - 2L. 226 130 1,73 0,092 2,22

30 DDA

Ecuación de regresión

MELOIDOGYNE = 1192,6 + 740,7 DIAS DE EVALUACION_01 DDA
- 181,5 DIAS DE EVALUACION_30 DDA
- 559,3 DIAS DE EVALUACION_60 DDA
- 148,1 TRATAMIENTO_T1- VERANGO- 2L
- 125,9 TRATAMIENTO_T2-VIGGA-2L
+ 229,6 TRATAMIENTO_T3-NEMATON-5L
+ 74,1 TRATAMIENTO_T4-HUMIKGLOBAL -3KG.
- 170,4 TRATAMIENTO_T5- NEMATRON - 2L.
+ 140,7 TRATAMIENTO_T6 - TESTIGO ABSOLUTO
+ 215 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 01 DDA
- 130 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 30 DDA
- 85 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T1-
VERANGO- 2L 60 DDA
+ 193 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 01 DDA
- 219 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 30 DDA
+ 26 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T2-
VIGGA-2L 60 DDA

+ 437 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		01	DDA
- 107 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		30	DDA
- 330 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T3-			
NEMATON-5L		60	DDA
- 7 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	01	DDA
+ 248 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	30	DDA
- 241 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T4-			
HUMIKGLOBAL	-3KG.	60	DDA
- 363 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	-	2L.	01
+ 226 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	-	2L.	30
+ 137 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T5-			
NEMATRON	-	2L.	60
- 474 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -			
TESTIGO	ABSOLUTO	01	DDA
- 19 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -			
TESTIGO	ABSOLUTO	30	DDA
+ 493 TRATAMIENTO*DIAS DE EVALUACION_T6 -			
TESTIGO ABSOLUTO 60 DDA			

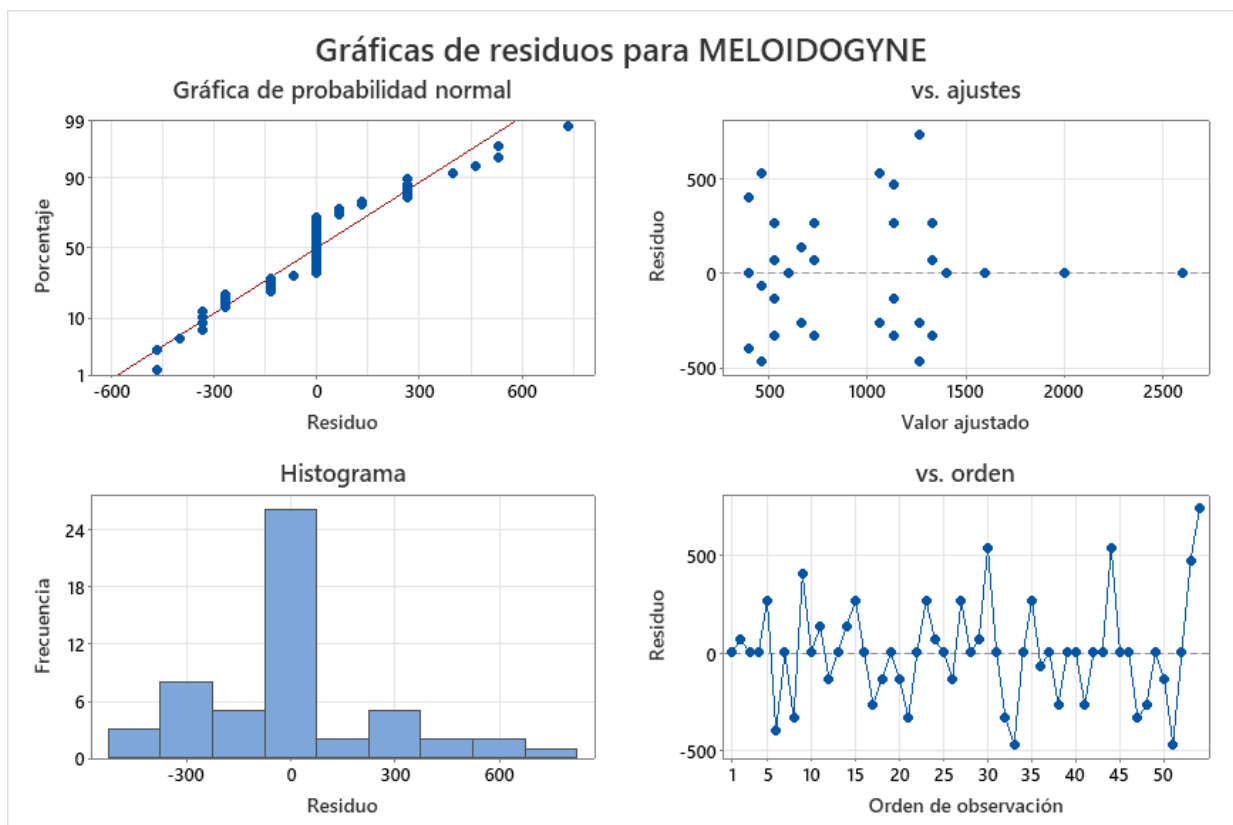
Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Resid

Obs MELOIDOGYNE Ajuste Resid est.

30	1000	467	533	2,16	R
44	1600	1067	533	2,16	R
54	2000	1267	733	2,96	R

Residuo grande R



Anexo 5. Resultados de laboratorio a los 0 DDA.



ANEMAGRO

ANÁLISIS NEMATOLÓGICO PARA EL AGRO S.A.
Ciudadela Panorama Mz 1 Conjunto Residencial 16-17
Teléfono 4544333 Duran-Ecuador

Hacienda:	COMARGARA	Fecha de muestreo:	Oct 28 del 2025
Cultivo:	BANANO	Fecha de Ingreso al Lab:	Oct 28 del 2025
Remitente:	AGRIANDES - ING FAUSTO LLERENA	Fecha de Análisis:	Oct 29 del 2025
Propietario:	SR. MARCOS PINEDA	Número de Muestras:	6/5Plantas
Localidad:	TRES POSTES	Sitio de Muestreo:	FRENTE AL HIJO
		Muestreo	

RESULTADOS DE ANALISIS NEMATOLÓGICO

LOTE	GRAMOS DE RAICES POR MUESTRA				NEMATODOS / 100 g. DE RAICES TOTALES				
	VIVAS	DAÑADAS		TOTAL	% VIVA	Radophol.	Helicotyl.	Pratylen.	Meloido.
		Nematodos*	Otras Causas						
T1R1	56,0	39,0	12,0	107,0	52	13.200	14.600	3.600	2.000
T2R1	84,0	27,0	10,0	121,0	69	6.400	7.800	3.000	2.000
T3R1	54,0	50,0	17,0	121,0	45	15.400	16.800	4.000	2.600
T4R1	42,0	35,0	3,0	80,0	53	13.000	14.200	3.000	2.000
T5R1	90,0	28,0	17,0	133,0	68	7.000	8.400	2.600	1.400
T6R1	93,0	34,0	13,0	140,0	66	7.600	9.600	2.600	1.600
X	69,8	35,2	12,0	117,0	58,8	10433	11900	3133	1933

*Lesiones y necrosis causadas por nematodos lesionadores como *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp. o *Pratylenchus*.
Meloidogyne es un nematodo agallador de raíces

Observación:

Cuando el muestreo es realizado frente al hijo (1.50 - 2 m de altura) el umbral de daño de *Radopholus similis* es de 2.500 nematodos/100 g. raíces totales y entre madre e hijo es de 10.000 nematodos/100 g de raíces totales

Para el caso de *Helicotylenchus* cuyo daño en raíces frente al hijo es menor que el de *R. similis*; el umbral referencial es de 8.000 nematodos/100 g de raíces totales y entre madre e hijo es de 30.000/100 g de raíces totales

Anexo 6. Resultados del Laboratorio a los 30 DDA. Muestra A



ANEMAGRO
 ANALISIS NEMATOLÓGICO PARA EL AGRO S.A.
 Ciudadela Panorama Mz I Conjunto Residencial 16-17
 Teléfono 4544333 Duran-Ecuador

Hacienda: COMARGARA
 Cultivo: BANANO
 Remitente: AGRIANDES - ING.FAUSTO LLERENA
 Propietario: SR. MARCOS PINEDA
 Localidad: TRES POSTES

Fecha de muestreo: Nov. 28 del 2025
 Fecha de Ingreso al Lab: Nov. 28 del 2025
 Fecha de Análisis: Dic 01 del 2025
 Número de Muestras: 9/5Plantas
 Sitio de Muestreo: FRENTE AL HIJO
 Muestreo

RESULTADOS DE ANALISIS NEMATOLÓGICO

LOTE	GRAMOS DE RAICES POR MUESTRA					NEMATODOS / 100 g. DE RAICES TOTALES			
	VIVAS	DAÑADAS		TOTAL	% VIVA	Radophol.	Helicotyl.	Pratylen.	Meloido.
		Nematodos*	Otras Causas						
T1R2	105,0	35,0	2,0	142,0	74	6.000	7.600	1.600	1.000
T1R3	126,0	30,0	0,0	156,0	81	2.600	3.000	800	400
T2R2	107,0	30,0	5,0	142,0	75	5.800	6.400	1.600	800
T2R3	66,0	7,0	7,0	80,0	83	2.000	3.000	600	400
T3R2	56,0	29,0	0,0	85,0	66	7.000	9.000	2.400	1.400
T3R3	55,0	20,0	5,0	80,0	69	6.600	8.000	1.600	1.000
T4R2	99,0	38,0	0,0	137,0	72	6.600	8.600	1.600	1.000
T5R2	77,0	20,0	2,0	99,0	78	5.400	6.000	1.000	800
T6R2	150,0	53,0	7,0	210,0	71	6.800	7.200	1.600	1.000
X	93,4	29,1	3,1	125,7	74,3	5422	6533	1422	867

*Lesiones y necrosis causadas por nematodos lesionadores como Radopholus similis, Helicotylenchus spp. o Pratylenchus. Meloidogyne es un nematodo agallador de raíces

Observación:

Cuando el muestreo es realizado frente al hijo (1.50 - 2 m de altura) el umbral de daño de Radopholus similis es de 2.500 nematodos /100 g. raíces totales y entre madre e hijo es de 10.000 nematodos/100 g de raíces totales

Para el caso de Helicotylenchus cuyo daño en rices frente al hijo es menor que el de R. similis; el umbral referencial es de 8.000 nematodos/100 g de raíces totales y entre madre e hijo es de 30.000/100 g de raíces totales

Anexo 7. Resultados del Laboratorio a los 30 DDA. Muestra B



ANEMAGRO

ANÁLISIS NEMATOLÓGICO PARA EL AGRO S.A.

Ciudadela Panorama Mz I Conjunto Residencial 16-17

Teléfono 4544333 Duran-Ecuador

Hacienda:	COMARGARA	Fecha de muestreo:	Nov. 24 del 2025
Cultivo:	BANANO	Fecha de Ingreso al Lab:	Nov. 25 del 2025
Remitente:	AGRIANDES - ING JOSE CALDERON	Fecha de Análisis:	Nov. 25 del 2025
Propietario:	SR. MARCOS PINEDA	Número de Muestras:	9/5Plantas
Localidad:	TRES POSTES	Sitio de Muestreo:	FRENTE AL HUO
		Muestreo	

RESULTADOS DE ANALISIS NEMATOLÓGICO

LOTE	GRAMOS DE RAICES POR MUESTRA					NEMATODOS / 100 g. DE RAICES TOTALES			
	VIVAS	DAÑADAS		TOTAL	% VIVA	Radophol.	Helicotyl.	Pratylen.	Meloido.
		Nematodos*	Otras Causas						
T1R1	189,0	48,0	5,0	242,0	78	5.200	6.600	1.400	800
T2R1	178,0	37,0	8,0	223,0	80	3.000	4.600	1.000	800
T3R1	127,0	33,0	10,0	170,0	75	5.600	7.200	1.600	1.000
T4R1	163,0	73,0	0,0	236,0	69	6.600	8.200	2.600	1.400
T4R3	131,0	83,0	0,0	214,0	61	8.000	9.000	2.000	1.600
T5R1	164,0	48,0	6,0	218,0	75	5.600	7.000	2.000	800
T5R3	159,0	72,0	5,0	236,0	67	6.800	8.000	2.400	1.600
T6R1	135,0	73,0	5,0	213,0	63	5.000	6.000	2.200	800
T6R3	155,0	89,0	5,0	249,0	62	7.800	8.400	2.200	1.600
X	166,8	61,8	4,9	233,4	71	5.966	7.222	1.933	1.166

*Lesiones y necrosis causadas por nematodos lesionadores como *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp. o *Pratylenchus*.

Meloidogyne es un nematodo agallador de raíces

Observación:

Cuando el muestreo es realizado frente al hijo (1.50 - 2 m de altura) el umbral de daño de *Radopholus similis* es de 2.500 nematodos /100 g. raíces totales y entre madre e hijo es de 10.000 nematodos/100 g de raíces totales

Para el caso de *Helicotylenchus* cuyo daño en raíces frente al hijo es menor que el de *R. similis*; el umbral referencial es de 8.000 nematodos/100 g de raíces totales y entre madre e hijo es de 30.000/100 g de raíces totales

Anexo 8. Resultados del Laboratorio a los 60 DDA. Muestra A



ANEMAGRO

ANÁLISIS NEMATOLÓGICO PARA EL AGRO S.A.

Ciudadela Panorama Mz I Conjunto Residencial 16-17

Teléfono 4544333 Durán-Ecuador

Hacienda: COMARGARA

Cultivo: BANANO

Remitente: AGRIANDES - ING FAUSTO LLERENA

Propietario SR. MARCOS PINEDA

Localidad: TRES POSTES

Fecha de muestreo: Dic 26 del 2025

Fecha de Ingreso al Lab: Dic 26 del 2025

Fecha de Análisis: Dic 29 del 2025

Número de Muestras: 10/5Plantas

Sitio de Muestreo: FRENTE AL HIJO

Muestreo

RESULTADOS DE ANÁLISIS NEMATOLÓGICO

LOTE	GRAMOS DE RAICES POR MUESTRA					NEMATODOS / 100 g. DE RAICES TOTALES			
	VIVAS	DAÑADAS		TOTAL	% VIVA	Radophol.	Helicotyl.	Pratylen.	Meloido.
		Nematodos*	Otras Causas						
T1R2	104,0	10,0	8,0	122,0	85	2.000	3.200	400	0
T1R3	150,0	37,0	2,0	189,0	79	4.000	5.400	1.200	800
T2R2	147,0	31,0	7,0	185,0	79	3.600	4.600	1.600	800
T2R3	110,0	13,0	7,0	130,0	85	2.000	3.400	1.000	400
T3R1	245,0	40,0	2,0	287,0	85	2.000	3.400	600	200
T3R2	127,0	24,0	8,0	159,0	80	3.000	4.000	800	600
T3R3	107,0	33,0	2,0	142,0	75	4.000	5.200	1.600	800
T4R2	162,0	30,0	11,0	203,0	80	3.000	4.000	600	0
T5R2	121,0	23,0	3,0	147,0	82	2.400	4.000	1.000	600
T6R2	64,0	22,0	0,0	86,0	74	5.200	6.600	1.600	800
X	133,7	26,3	5,0	165,0	80,6	3.120	4.380	1.040	1.220

*Lesiones y necrosis causadas por nematodos lesionadores como *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp. o *Pratylenchus*.
Meloidogyne es un nematodo agallador de raíces

Observación:

Cuando el muestreo es realizado frente al hijo (1.50 - 2 m de altura) el umbral de daño de *Radopholus similis* es de 2.500 nematodos /100 g. raíces totales y entre madre e hijo es de 10.000 nematodos/100 g de raíces totales

Para el caso de *Helicotylenchus* cuyo daño en ríces frente al hijo es menor que el de *R. similis*; el umbral referencial es de 8.000 nematodos/100 g de raíces totales y entre madre e hijo es de 30.000/100 g de raíces totales

Anexo 9. Resultados del Laboratorio a los 60 DDA. Muestra B



ANEMAGRO

ANALISIS NEMATOLÓGICO PARA EL AGRO S.A.

Ciudadela Panorama Mz I Conjunto Residencial 16-17

Teléfono 4544333 Durán-Ecuador

Hacienda: COMARGARA
 Cultivo: BANANO
 Remitente: AGRIANDES - INGFAUSTO LLERENA
 Propietario SR. MARCOS PINEDA
 Localidad: TRES POSTES

Fecha de muestreo: Dic 29 del 2025
 Fecha de Ingreso al Lab: Dic 29 del 2025
 Fecha de Análisis: Ene 03 del 2026
 Número de Muestras: 8/5 Plantas
 Sitio de Muestreo: FRENTE AL HIJO
 Muestreo

RESULTADOS DE ANALISIS NEMATOLÓGICO

LOTE	GRAMOS DE RAICES POR MUESTRA					NEMATODOS / 100 g. DE RAICES TOTALES			
	VIVAS	DAÑADAS		TOTAL	% VIVA	Radophol.	Helicotyl.	Pratylen.	Meloido.
		Nematodos*	Otras Causas						
T1R1	138,0	30,0	10,0	178,0	78	4.000	3.200	400	400
T2R1	147,0	31,0	7,0	185,0	79	3.200	2.000	1.400	400
T4R1	143,0	58,0	16,0	215,0	67	6.000	7.200	2.200	1.000
T4R3	139,0	79,0	5,0	223,0	62	6.000	5.800	1.200	400
T5R1	86,0	27,0	5,0	118,0	73	4.000	3.800	1.000	600
T5R3	133,0	50,0	10,0	193,0	69	2.000	4.800	2.000	600
T6R1	91,0	51,0	10,0	152,0	60	6.400	6.800	2.000	1.000
T6R3	87,0	44,0	13,0	144,0	60	9.000	8.600	3.000	2.000
X	120,5	46,0	9,5	176,0	68,5	5.075	5.275	1.650	800

*Lesiones y necrosis causadas por nematodos lesionadores como *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp. o *Pratylenchus*.
Meloidogyne es un nematodo agallador de raíces

Observación:

Cuando el muestreo es realizado frente al hijo (1.50- 2 m de altura) el umbral de daño de *Radopholus similis* es de 2.500 nematodos /100 g. raíces totales y entre madre e hijo es de 10.000nematodos/100 g de raíces totales

Para el caso de *Helicotylenchus* cuyo daño en rices frente al hijo es menor que el de *R. similis*; el umbral referencial es de 8.000nematodos/100 g de raíces totales y entre madre e hijo es de 30.000/100 g de raíces totales

